



การประยุกต์ใช้วาสนาอธิษฐานและลิ้นมังกรดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้อง  
สำนักงาน

CORNSTALK PLANT AND SNAKE PLANT ABSORB CARBON DIOXIDE IN  
THE OFFICES

นางสาวกันยารัตน์	บุญทิม	รหัส 52364469
นางสาวชนนิกานต์	จันทะโก	รหัส 52364537
นางสาวนिसารัตน์	สุขเปี้ย	รหัส 52364605

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
ฉบับที่รับ..... - 7/ส.ศ. 2556/.....
เลขทะเบียน..... 16343168
เลขเรียกหนังสือ..... ฟร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๓๓๑๒ ๓

๒๕๕๕



ชื่อหัวข้อโครงการ	การประยุกต์ใช้วาสนาอิฐฐานและลื่นม้งครูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในสำนักงาน		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวกันยรัตน์ บุญทิม	รหัส	52364469
	นางสาวชนนิกานต์ จันทะโก	รหัส	52364537
	นางสาวนิตารัตน์ สุขเปี้ย	รหัส	52364605
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ.ดร.ปจรรย์ ทองสนิท		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2555		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอิฐฐานและลื่นม้งครภายในสำนักงานคือ ห้องสำนักงานวิชาการ(CE115) มีปริมาตรห้อง 360 m<sup>3</sup> ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) มีปริมาตรห้อง 192 m<sup>3</sup> และห้องควบคุมมีปริมาตร 165 m<sup>3</sup> อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องทั้ง 3 ห้อง เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงตั้งแต่ 8.30-16.30 น. และทำการวิเคราะห์หาจำนวนวาสนาอิฐฐานและลื่นม้งครต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาตรห้องจากการคำนวณตามหลักการบทวิจัยของคุณพนธวรรณ แล้วทำการเพิ่มและลดต้นไม้ตามที่ได้คำนวณไว้ ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าห้องสำนักงานวิชาการ(CE115) ขนาด 360 m<sup>3</sup> จำนวนผู้ปฏิบัติงานประจำภายในห้อง 3 คน เหมาะที่จะใช้ลื่นม้งคร 4 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา(CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup> จำนวนผู้ปฏิบัติงานประจำภายในห้อง 2 คน เหมาะที่จะใช้ลื่นม้งคร 5 ต้นวาสนาอิฐฐาน 1 ต้น และห้องควบคุมใช้ลื่นม้งคร 1 ต้นวาสนาอิฐฐาน 3 ต้น สามารถลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 25.72%, 29.42%, 39.00% ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำวาสนาอิฐฐานและลื่นม้งครไปใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงานและบ้านพักอาศัยได้

<b>Project title</b>	APPLICATION OF CORNSTALK PLANT AND SNAKE PLANT ABSORB CARBON DIOXIDE IN THE OFFICE	
<b>Name</b>	Miss. Kanyarat Boontim	ID. 52364469
	Miss. Chonnikan Jantako	ID. 52364537
	Miss.Nisarat Sukpia	ID. 52364605
<b>Project advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Pajaree Thongsanit	
<b>Major</b>	Environmental Engineering	
<b>Department</b>	Civil Engineering	
<b>Academic year</b>	2012	

### Abstract

This project is the study of application of cornstalk plant and snake absorb carbon dioxide in the office. This studied measured the concentration of carbon dioxide in works time (8.00 am - 4.30 pm) at three rooms. The first room was The Academic Engineering Affairs room number 115 with volume of  $360 \text{ m}^3$ . The second was room general department of civil engineering office room number 425 with volume of  $192 \text{ m}^3$ . The third was control room with the volume of  $165 \text{ m}^3$ . All of them were set in the building of civil engineering department, faculty of engineering, Naresuan University. The data of analytical number of plant in the room was calculated using Phonthawat 's researchs to increased and decreased the number of plants as calculated. The result found that The Academic Engineering Affairs room number 115 have 3 people found that the 4 of snake plants and 1 of cornstalk plants were the most suitable for the room  $360 \text{ m}^3$ . Further more the general department of civil engineering office room number 425 have 2 people found that the 5 of snake plants and 1 of cornstalk plants using for the room  $192 \text{ m}^3$ . the control room found that the 1 of snake plants and 3 of cornstalk plants. These results prove that these plant can use the concentration of carbon dioxide as possible. Which is equal to 25.72 percent of the carbon dioxide absorption percent, 29.42 %, 39.00 %, respectively. The data of a study can be using the future research could be applied to the other offices and houses.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ ตลอดจนติดตามประเมินผลการทำงานมาโดยตลอด และทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ อำพล เตโชวานิชย์ และ ดร.วิลาวัลย์ คณิตชัยเดชา ซึ่งเป็นกรรมการในการสอบจบเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่หน่วยวิชาการและเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้กรุณาให้ใช้ห้องในการศึกษาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนคนที่เข้ามาติดต่อกัน

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจในการจัดทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ ทุกๆท่าน ที่ได้มีส่วนร่วมช่วยให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม  
นางสาวกัญยรัตน์ บุญทิม  
นางสาวชนิกานต์ จันทะโก  
นางสาวนิสาร์ตน์ สุขเปี้ย

มีนาคม 2556

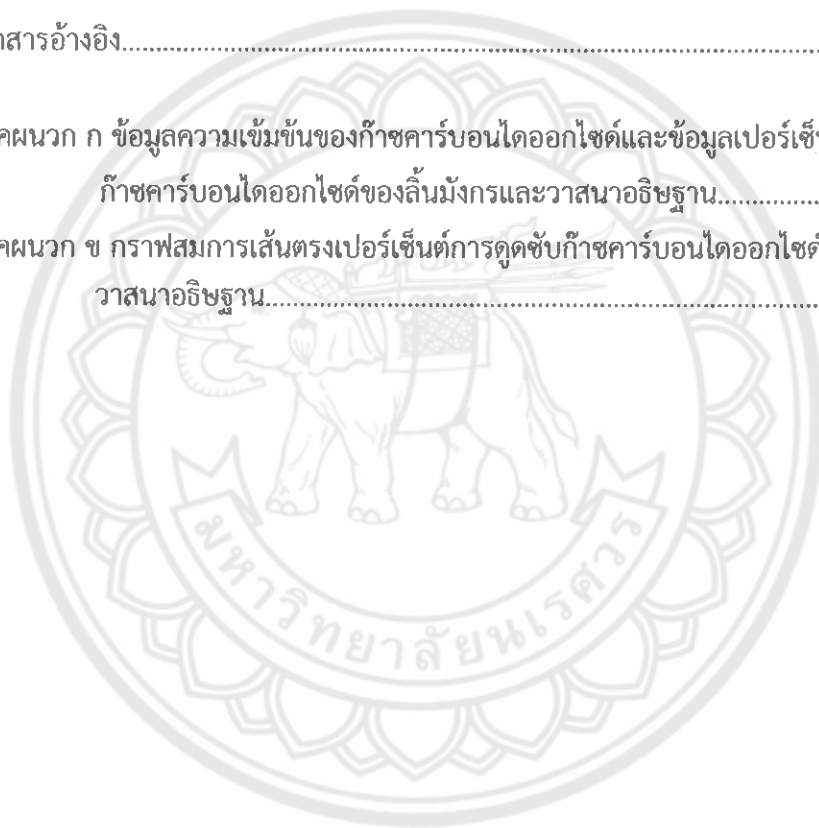


## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ.....	2
1.5 สมมติฐานของโครง.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....	4
2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor air Quality).....	4
2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide).....	6
2.3 ไม้ประดับภายในอาคาร (Plant indoor).....	9
2.4 เอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	19
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	19
3.2 เครื่องมือและสารเคมี.....	20
3.3 วิธีดำเนินงาน.....	22
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	28
4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน.....	28
4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม(CE 512).....	29
4.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานวิชาการ(CE 115).....	31
4.4 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425).....	33

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 เพอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลี้มนังกรและวาสนาอธิฐาน.....	35
4.6 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลี้มนังกรและวาสนาอธิฐาน...	38
<b>บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>43</b>
5.1 สรุปผล.....	43
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	44
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>45</b>
<b>ภาคผนวก ก ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และข้อมูลเพอร์เซ็นต์การดูดซับ</b>	
<b>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลี้มนังกรและวาสนาอธิฐาน.....</b>	<b>47</b>
<b>ภาคผนวก ข กราฟสมการเส้นตรงเพอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลี้มนังกรและ</b>	
<b>วาสนาอธิฐาน.....</b>	<b>53</b>



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แผนการดำเนินโครงการ.....	3
2.1 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร.....	4
2.2 องค์ประกอบมาตรฐานของอากาศแห้ง.....	6
2.3 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	7
2.4 ความเข้มข้นสูงสุดสำหรับการปนเปื้อนในอาคาร.....	9
2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษ ต่าง ๆ.....	11
3.1 แผนงานช่วงเวลาในการวางต้นไม้.....	23
4.1 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐานใน ห้องควบคุม.....	39
4.2 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐานใน ห้อง CE 115.....	40
4.3 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐานใน ห้องCE 425.....	41





## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	8
2.2	10
2.3	13
2.4	14
3.1	19
3.2	19
3.3	20
3.4	20
3.5	21
3.6	21
3.7	22
3.8	22
3.9	24
3.10	24
3.11	25
3.12	25
4.1	28
4.2	29
4.3	31
4.4	33
4.5	35
4.6	36
4.7	37

## สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

CO <sub>2</sub>	=	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ppm	=	part per million
M	=	Molar
ppm/m <sup>3</sup> /s	=	part per millionต่อลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
ml/min	=	มิลลิลิตรต่อนาที
µg/hr	=	ไมโครกรัมต่อชั่วโมง
g/hr	=	กรัมต่อชั่วโมง
µg	=	ไมโครกรัม
g	=	กรัม
hr	=	ชั่วโมง
m/s	=	เมตรต่อวินาที
l/min	=	ลิตรต่อนาที
ml	=	มิลลิลิตร
NaOH	=	โซเดียมไฮดรอกไซด์
°C	=	องศาเซลเซียส
atm	=	หน่วยวัดความดันบรรยากาศ (Atmosphere)



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

จากสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเมืองไทยในปัจจุบันส่งผลให้ประชาชนส่วนใหญ่เลือกที่จะประกอบอาชีพภายในสำนักงานมากขึ้น ซึ่งในแต่ละวันใช้ระยะเวลาอยู่ภายในสำนักงานไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในสำนักงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ที่ทำงานเป็นอย่างมาก ซึ่งมลพิษภายในสำนักงานมีมากมายเช่น ไซลีน เบนซิน และฟอร์มาลดีไฮด์ นอกจากนี้ยังมีสารพิษอีกชนิดหนึ่งที่เป็นปัญหาสำคัญ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางลมหายใจและหากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแทนที่ออกซิเจนในบริเวณที่จำกัดจะทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจ ถ้าสูดดมเข้าสู่ร่างกายในปริมาณสูงมาร่างกายจะตอบสนองโดยเริ่มจากการหายใจลึกมากกว่าเดิม หายใจติดขัด หายใจลำบาก จนถึงอาการขาดออกซิเจน คือปวดศีรษะ วิงเวียน ความดันสูง อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ถ้าความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 12 หรือมากกว่าจะหมดสติภายใน 1-2 นาที ซึ่งถือว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างมากและส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง ดังนั้นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงานไม่ให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้คือ การนำไม้ประดับเข้ามาช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะช่วยทำให้คุณภาพอากาศภายในสำนักงานดีขึ้นและยังสามารถช่วยเสริมสร้างบรรยากาศในการทำงานให้กับบุคลากรอีกด้วย เนื่องจากไม้ประดับมีคุณสมบัติทนกับสภาวะความแห้งของสภาพอากาศภายในห้องปรับอากาศได้เป็นอย่างดี อีกทั้งไม้ประดับยังต้องการน้ำและแสงแดดในปริมาณที่ไม่มากนัก รวมถึงมีขั้นตอนการดูแลรักษา ที่ไม่ยุ่งยาก

ไม้ประดับนอกจากจะมีความสวยงามและทนทานแล้วยังสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย 3 กระบวนการ คือ 1. การสังเคราะห์แสง 2. การหายใจของพืช และ 3. การคายน้ำของพืช ดังนั้นการนำไม้ประดับเข้ามาตกแต่งภายในสำนักงานจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญกับชนิดของไม้ประดับ เนื่องจากว่าศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ประดับแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ไม้ประดับบางชนิดสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีเมื่อตั้งอยู่นอกอาคาร ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาประดับไว้ในอาคารเพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับน้อยลง เป็นต้น จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ประดับจำนวน 4 ชนิดได้แก่ วาสนาอธิษฐาน วาสนา ประกายเงิน และลิ้นมังกร พบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเท่ากับ 1.50 ,1.47, 1.31, และ 0.49 ppm/m<sup>3</sup>/s ตามลำดับ ทั้งหมดเป็นการศึกษาในหน่วยทดลองระบบปิด (พนธวรรณ , 2552) และจากการศึกษาการทำวิจัยเรื่องวาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน (สมประสงค์และสุรีย์รัตน์ , 2554) และเรื่องลิ้นมังกรดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน (ภัทรพรและอัจฉรา , 2554) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานและลิ้นมังกรมีความแตกต่างกับหลักการในบทวิจัยของคุณพนธวรรณ วงศ์รักษ์ เนื่องจากประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรที่ได้จากการศึกษามีค่าน้อยมาก และเมื่อเพิ่มจำนวนวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรเป็น 2,3,4 และ 5 ต้น ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อต้นมีค่าลดลง ซึ่งอาจมีปัจจัยจากการแลกเปลี่ยนระหว่างอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องเนื่องจากการเป็นการศึกษาในหน่วยทดลองระบบเปิด

ดังนั้นการศึกษานี้ได้เล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในห้องสำนักงานจึงได้มีการสนใจที่จะนำวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรมาศึกษาโดยนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรเป็นไม้ประดับที่ปลูกภายในอาคารได้ดีและมีความทนทานจึงเป็นที่มาของหัวข้อที่มีชื่อว่า การประยุกต์ใช้วาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรที่อาจจะมีผลต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรเพิ่มขึ้น โดยทำการควบคุมในส่วนของ การดูแลรักษา การใส่ปุ๋ย การให้น้ำและการให้แสงกับไม้ประดับ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาปริมาณความเหมาะสมของวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรที่ใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงาน

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงาน

1.3.2 ทราบถึงปริมาณความเหมาะสมของวาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรที่ใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงาน

## 1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

1.4.1 เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้อง CE 512 ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) และห้องสำนักงานภาควิชากรรมโยธา (CE 425) คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.4.2 ใช้วาสนาอิฐฐานและลื่นมังกรเป็นไม้ประดับดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.4.3 เก็บตัวอย่างเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556

## 1.5 สมมติฐานของโครงการ

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงานแต่ละห้องมีปริมาณความเข้มข้นต่างกัน

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	ก.พ. 56	มี.ค. 56
ศึกษารายละเอียดข้อมูลเบื้องต้น						
วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น						
ศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานและลิ้นมังกรในห้องสำนักงาน						
วิเคราะห์ข้อมูล						
สรุปผลและจัดทำรายงาน						

## บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

### 2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality)

อากาศในบริเวณหนึ่งภายในอาคารหรือที่พักอาศัยโดยที่สภาพอากาศภายในต้องมีความสมดุลของคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) อุณหภูมิ ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจเข้า - ออกของคน ความเข้มข้นของสารระเหย อนุภาค สิ่งสกปรกและปริมาณจุลชีพที่ไม่ก่อให้เกิดผลร้ายต่อสุขภาพและร่างกายของคนที่พักอาศัยอยู่ในอาคาร

2.1.1 ภาวะมลพิษทางอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Pollutant) หมายถึง สภาวะการที่อากาศภายในอาคารมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณและระยะเวลาที่นานพอที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในสำนักงานและบ้านเรือนมีตัวอย่างดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร

สำนักงาน	ที่อยู่อาศัย
วัสดุในการตกแต่ง	แหล่งมลพิษเหมือนสำนักงาน
พรม, ม่าน	สัตว์เลี้ยง
เครื่องถ่ายเอกสาร	ความชื้นจากห้องน้ำเกิดเชื้อรา
คน(กลิ่น)	Miter
น้ำยาทำความสะอาด	เตาผิง (fire place)
บุหรี	Household Cleaner
ยาฆ่าแมลง	Radon
อาหาร	-
ฝุ่นละออง	-

ที่มา: มารีชา (2542)

2.1.2 อาการแพ้จากอาคาร (Sick Building Syndrome) หมายถึง อาการที่เกิดจากภาวะต่างๆ ในตึก อาคารสำนักงาน ร้านสรรพสินค้า ฯลฯ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลายๆ คนและมีอาการคล้ายๆ กันเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันมักเกิดในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศ อากาศถ่ายเทน้อย ไม่มีอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปปรับเปลี่ยน มักจะมีอาการระคายเคืองตา จมูก น้ำมูกไหล คันตามผิวหนัง สำหรับคนที่แพ้ภัยคนที่เป็นโรคภูมิแพ้อยู่แล้ว อาการแพ้จะกำเริบมากขึ้นที่พบบ่อยคือ แพ้ไรฝุ่น เชื้อรา เชื้อจากแมลงสาบ ทำให้มีอาการไอ จามหรือรุนแรงขึ้นจนถึงขั้นหอบ อาการที่ไม่รุนแรงจะมีหุดหู่ อ่อนเพลีย ง่วงนอนขาดความกระตือรือร้นในการทำงานซึ่งสาเหตุการเกิดอาการแพ้อาคารมีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การระบายอากาศไม่เพียงพอ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการนำอากาศภายนอกเข้าไปในอาคารไม่เพียงพอการกระจายและการผสมผสานอากาศภายในอาคารไม่พอเพียงอุณหภูมิและความชื้นสูง หรือไม่คงที่ระบบการกรองอากาศทำงานไม่มีประสิทธิภาพ

2.1.2.2 สารเคมีภายในอาคาร มีสาเหตุมาจากแหล่งมลพิษภายในอาคาร เช่น จากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย (VOC : Volatile Organic Compounds) อื่นๆ ที่อาจมาจากกาวและสารเคมีที่ใช้ในสำนักงานตลอดจนการสูบบุหรี่ในอาคารและการใช้ก๊าซหุงต้มอาหารและฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

2.1.2.3 สารเคมีจากภายนอกอาคาร มีสาเหตุจากมลพิษอากาศภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคารทั้งจากทางประตู หน้าต่าง ช่องระบายอากาศหรือแทรกซึมตรงบริเวณที่ปิดไม่สนิท เช่น อากาศเสียที่ระบายออกจากอาคารใกล้เคียงควันทันไฟหรือกลิ่นจากครัวปรุงอาหารและควันท่อไอเสียรถยนต์ในโรงจอดรถ เป็นต้น

2.1.2.4 ปัจจัยทางฟิสิกส์ เช่น อุณหภูมิ และความชื้นตลอดจนเสียงและแสงการป้องกันและแก้ไขแบ่งเป็น 2 กรณีคือ การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาและการแก้ไขปรับปรุงอาคารที่มีปัญหากลุ่มอาการอาคารป่วย

### 2.1.3 แหล่งกำเนิดโรคแพ้อาคารในสำนักงาน

สามารถแบ่งประเภทของสารปนเปื้อนได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

2.1.3.1 Aerosol and Tobacco Smoke อากาศมีอนุภาคแขวนลอยอยู่เป็นจำนวนมาก และมีหลากหลายชนิดได้แก่ ควันทันบุหรี่ ฝุ่น ละอองเกสรดอกไม้ เส้นใยแร่ใยหิน อนุภาคแขวนลอยดังกล่าวมีขนาดเล็กมากที่สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ ผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนและมะเร็งในปอด

2.1.3.2 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ ได้แก่ เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา รickettsia เชื้อโปรโตซัว ไรฝุ่น มักพบอยู่ในพื้นผิววัสดุที่มีความชื้นสูงหรือบริเวณที่มีแหล่งน้ำขังเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดการติดเชื้อ การติดเชื้อภายในอาคารเกิดจากการแพร่เชื้อจากคนสู่คนภายในอาคารมีการระบายอากาศไม่เพียงพอหรือมีคนอยู่หนาแน่นเกินไป ปัจจัยดังกล่าวยิ่งส่งเสริมให้เกิดการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อคนหายใจเอาเชื้อเข้าไปในร่างกายหรือสัมผัสกับเชื้อทำให้เกิดอาการแพ้คันตามร่างกาย คัดจมูก ไอและมีอาการเจ็บป่วย นอกจากนี้ก๊าซพิษของเชื้อโรคที่ปล่อยออกมายังทำลายระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาทส่วนกลางและระบบภูมิคุ้มกัน

2.1.3.3 เรดอน (Radon) เรดอนเป็นก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่นเกิดจากการสลายตัวของธาตุเรเดียมซึ่งมีอยู่ในดินและหินสามารถเข้ามาในอาคารได้โดยการซึมผ่านตามรอยต่อและรอยร้าวต่างๆ ของอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพการได้รับเรดอนเข้าไปในร่างกายในระยะยาวทำให้เกิดมะเร็งในปอด

2.1.3.4 สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds, VOC) สารระเหยอินทรีย์ หรือ VOC ส่วนใหญ่พบในวัสดุก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งภายในอาคาร เช่น ไม้อัด พรม เฟอร์นิเจอร์ สี สารเคลือบเงาไม้ น้ำยาทำความสะอาดพื้น กาวที่ใช้ในการยึดกระเบื้องและสารระเหยจากยาฆ่าแมลง ซึ่งสารเหล่านี้จะพบมากในเฟอร์นิเจอร์ใหม่ส่งผลให้ปัญหาการเจ็บป่วยจากสารประกอบประเภทนี้มักพบในอาคารที่เพิ่งเปิดใช้งานหรือทำการปรับปรุงภายในใหม่

2.1.3.5 ก๊าซอินทรีย์ (Inorganic Gaseous) ก๊าซโอโซนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องทำความสะอาดอากาศที่ใช้หลักการไฟฟ้าสถิต ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้กับสารเคมีอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>x</sub>) เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เกิดจากการหายใจของคน

## 2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

### 2.2.1 ข้อมูลทั่วไป

2.2.1.1 ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% ที่เหลือเป็น ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ จำนวนเล็กน้อย ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบมาตรฐานของอากาศแห้ง

Gas	% by Volume	% by Weight	Part per Million (by Volume)	Chemical Symbol	Molecular Weight
Nitrogen	78.08	75.47	780805	N <sub>2</sub>	28.01
Oxygen	20.95	23.20	209450	O <sub>2</sub>	32.00
Argon	0.93	1.28	9340	Ar	39.95
Carbon Dioxide	0.039	0.0606	390	CO <sub>2</sub>	44.01
Neon	0.0018	0.0012	18.21	Ne	20.18
Helium	0.0005	0.00007	5.24	He	4.00
Krypton	0.0001	0.0003	1.14	Kr	83.80
Hydrogen	0.00005	Negligible	0.50	H <sub>2</sub>	2.02
Xenon	8.7 × 10 <sup>-6</sup>	0.00004	0.087	Xe	131.30

ที่มา : Universal Industrial Gases, Inc. (2011)



### 2.2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงในตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Metric Unit			Boiling Point @ 101.325 kPa		Gas Phase Properties @ 0 °C & @ 101.325 kPa			Liquids Phase Properties @ B.P., & @ 101.325 kPa	
			Temp.	Latent Heat of Vaporization	Specific Gravity	Specific Heat (Cp)	Density	Specific Gravity	Specific Heat (Cp)
Substance	Chemical Symbol	Mol. Weight	°C	kJ/kg	Air = 1	kJ/kg °C	kg/m <sup>3</sup>	Water = 1	kJ/kg °C
Carbon Dioxide	CO <sub>2</sub>	44.00	-78.5	571.3	1.539	0.85	1.9769	1.18 <sup>c</sup>	-

ที่มา : Universal Industrial Gases, Inc. (2011)

2.2.2 วัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle) เป็นวัฏจักรชีวธรณีเคมีซึ่งคาร์บอนถูกแลกเปลี่ยนระหว่างสิ่งมีชีวิต พื้นดิน น้ำและบรรยากาศของโลก คาร์บอนเป็นธาตุสำคัญของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบประมาณ 50% ของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศแบ่งได้เป็น 2 แบบตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเวียนให้ครบรอบคือ ระยะสั้นและระยะยาว (Mackenzie, 1995)

2.2.2.1 การหมุนเวียนระยะสั้น เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ เริ่มจากพืชตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาสังเคราะห์เป็นสารอินทรีย์ คาร์บอนจากบรรยากาศจึงเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชเกิดขึ้นได้ทั้งบนบกและในน้ำ ดังสมการ



การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี บางส่วนถูกใช้ไป บางส่วนถูกเก็บสะสมในรูปคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะถ่ายเทไปตามห่วงโซ่อาหาร คาร์บอนเหล่านี้จะกลับสู่บรรยากาศโดยการหายใจและการย่อยสลายหลังจากสิ่งมีชีวิตตายลงไป การย่อยสลายนี้อาจจะได้คาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซมีเทนกลับคืนสู่บรรยากาศ (Mackenzie, 1995)

2.2.2.2 การหมุนเวียนระยะยาว เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนผ่านระบบโครงสร้างของโลกทั้งในแผ่นดิน มหาสมุทรและหินปูน องค์ประกอบสำคัญของหินปูนคือแคลเซียมคาร์บอเนต หินปูนเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญของพื้นโลก การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและการกัดเซาะจะชะแคลเซียม ซิลิกา และคาร์บอนออกจากหินปูน ดังสมการ



2.2.3.3 ระดับ CO<sub>2</sub> มากกว่า 1000 ppm บ่งชี้ถึงการระบายอากาศไม่เพียงพอและมีการร้องเรียนว่าผู้ที่อาศัยภายในอาคารมีอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้าและมีปัญหาทางระบบทางเดินหายใจ

2.2.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการหายใจภายในห้องสำนักงาน ในการหายใจปกติซึ่งความลึกและความถี่ของการหายใจจะขึ้นอยู่กับระบบประสาท เพื่อต้องการรักษาระดับออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อของร่างกายพอดี ลักษณะของกลไกนี้เกิดจากการวัดระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในกระแสเลือดโดยปกติระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงจะบอกถึงระดับออกซิเจนที่ต่ำเพราะมนุษย์หายใจเอาออกซิเจนเข้าและหายใจออกเพื่อคายคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลาเดียวกันและร่างกายใช้ออกซิเจนเพื่อการเผาผลาญโมเลกุล เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้ออกมาถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเข้มข้นมากระดับออกซิเจนในร่างกายต่ำและส่งผลให้หลอดเลือดในสมองขยายตัวเพื่อให้เลือดและออกซิเจนถูกลำเลียงมาเลี้ยงสมองอย่างเพียงพอหลอดเลือดในสมองจะหดตัวเพื่อลดระดับการขนส่งโลหิตและออกซิเจนเข้าสู่สมองจึงให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะและหน้ามืด (Kenneth and Alistair, 2006)

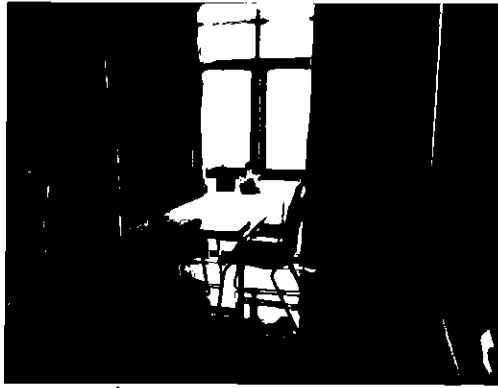
ตารางที่ 2.4 ความเข้มข้นสูงสุด สำหรับการปนเปื้อนในอาคาร

สิ่งปนเปื้อน	เวลาเฉลี่ย	ค่าที่ยอมรับได้สำหรับคุณภาพอากาศในอาคาร	หน่วย
คาร์บอนไดออกไซด์	8 ชั่วโมง	1000	ppm
คาร์บอนมอนอกไซด์	8 ชั่วโมง	9	ppm
ฟอร์มาดีไฮด์	8 ชั่วโมง	0.1	ppm
โอโซน	8 ชั่วโมง	0.05	ppm

ที่มา : ญัฐพงศ์ แทะหมั่น (2548)

### 2.3 ไม้ประดับภายในอาคาร (Plant Indoor)

ไม้ประดับภายในอาคารเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมขึ้น ซึ่งไม้ประดับมีอยู่หลายชนิดที่สามารถเจริญงอกงามอยู่ในอาคารได้เป็นอย่างดีเนื่องจากไม้ประดับบางชนิดสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละสถานที่ได้ เช่น กระบองเพชร เป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่บริเวณพื้นที่แห้งแล้งในเขตทะเลทรายแต่ก็สามารถนำมาปลูกไว้ในพื้นที่ชุ่มฝนได้เช่นกัน หรือแม้แต่ห้องต่างๆ ภายในอาคารที่มีแสงสว่างเพียงเล็กน้อยมีเพียงแสงจากหลอดไฟฟ้าไม้ประดับก็สามารถเจริญเติบโตและปรับตัวได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จำเป็นที่จะต้องพิจารณาไม้ประดับให้ถูกต้องและเหมาะสมด้วยว่ามีไม้ประดับชนิดไหนบ้างที่สามารถนำมาประดับภายในอาคารได้และเมื่อได้นำเข้ามาไว้ภายในอาคารแล้วจะต้องรู้วิธีการบำรุงดูแลรักษาไม้ประดับให้เจริญงอกงาม ทั้งนี้ควรที่จะต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่นๆ เช่น น้ำ ปุ๋ย แสงแดด เพื่อให้สมบูรณ์แข็งแรงมีทรงต้นที่สวยงาม เพื่อชดเชยจากสภาพแวดล้อมที่มีอยู่อย่างจำกัด (เศรษฐมนตรี, 2552)



รูปที่ 2.2 ไม้ประดับภายในอาคาร

2.3.1 คุณลักษณะของพันธุ์ไม้ทั่วไปของไม้ประดับไม้ประดับที่สามารถนำมาตกแต่งภายในบ้าน สำนักงาน หรือห้องต่างๆ ควรเป็นไม้ใบมากกว่าไม้ดอกเนื่องจากไม้ประดับประเภทนี้มีความทนทาน สูงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีใบที่สวยงามให้ชมตลอด เมื่อพิจารณาไม้ประดับดูดีสารพิษภายในอาคารส่วนใหญ่จะเป็นไม้ใบซึ่งจะมีความสวยงามมากหรือน้อยจำเป็นต้องพิจารณาจากคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.1.1 ลักษณะรูปร่างของใบ ใบไม้ตามธรรมชาติมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างแบน บาง กว้างใหญ่ เช่น ใบบอน เป็นต้น ใบไม้อีกประเภทหนึ่งคือ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว บางชนิดมีลักษณะเป็นใบรวมคือ มีใบเล็ก รวมกันเป็นใบใหญ่ใบหนึ่ง บางชนิดติดใบแผดเป็นคู่ บางชนิดมีปลายแหลม บางชนิดมีลักษณะเป็นใบตัด บางชนิดมีลักษณะเป็นใบมน บางชนิดมีลักษณะแปลกๆ อาทิเช่น ใบโกสน ใบบอนสีหรือไม้ประดับบางชนิดไม่สามารถแยกออกระหว่างใบและดอก เป็นต้น ไม้ประดับบางชนิดมีลักษณะเป็นหนาม เช่น พญาไร้ใบ กระบองเพชร เป็นต้น (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.1.2 ลักษณะลวดลายและสีสันทของใบ เป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งที่สามารถเพิ่มความงดงามแก่ไม้ประดับมากขึ้นเป็นสิ่งที่ธรรมชาติออกแบบมาเพื่อความสวยงาม ซึ่งโดยทั่วไปจะพบว่าใบของพรรณไม้ต่าง ๆ จะเป็นสีเขียวเนื่องจากว่าสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์นั้นเป็นสาระสำคัญของกระบวนการปรุงอาหารเพื่อความเจริญเติบโต สำหรับไม้ประดับที่มีใบสีสวยงามที่มักจะถูกนำมาปลูกนั้นมืออยู่หลายประเภทด้วยกัน เช่น โกสน บอนสี ฤาษีผสม หมากผู้หมากเมีย สับปะรดสี พูลต่าง เป็นต้น (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.1.3 การจัดระเบียบ การจัดรูปร่างตัวของใบมีความเหมือนหรือแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ประดับ ซึ่งบางชนิดการจัดเรียงของใบไม่ให้ปิดกันกัน บางชนิดเรียงติดกันไปมาเป็นลูกเล่นของธรรมชาติบางชนิดเรียงติดกันเป็นแถวๆ สองข้าง ข้างละเท่าๆ กัน แต่บางชนิดก็เรียงเป็นแถวเวียนสองข้างข้างละเท่า ๆ กันและบางชนิดก็เรียงเป็นแถวเวียนกันจากล่างไปสู่ยอด การจัดระเบียบใบบนไม้ประดับไม่คำนึงถึงความสวยงามเป็นสำคัญแต่จะคำนึงถึงจำนวนใบที่ได้รับแสงอย่างเพียงพอรวมถึงการคายน้ำมากหรือน้อย อย่างไรก็ตามการเรียงใบของไม้ประดับสามารถทำให้เกิดความสวยงามอย่างหนึ่งแก่ใบได้ (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.1.4 เนื้อของใบ ความสวยงามของใบขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเนื้อใบด้วยไม้ใบหลายชนิดมีเนื้อใบที่บางหรือหนาไม่เหมือนกัน เช่น เนื้อใบเรียบขรุขระ เป็นขนหยาบ และละเอียดเป็นกำมะหยี่ เป็นต้น บางชนิดใบเรียบจนเป็นมันสวยงาม เช่น ใบยางอินเดีย เป็นต้น อย่างไรก็ตามเนื้อ

ของใบไม้มีส่วนก่อให้เกิดความรู้สึกต่างๆ ทั้งด้านบวกและลบ เช่น ใบบางชนิดที่มีขนอ่อนอาจจะก่อให้เกิดความรู้สึกคันผื่นขึ้นได้แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างความเพลิดเพลินในขณะมองเป็นต้น (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.2 ไม้ประดับดูดสารพิษ ไม้ประดับดูดสารพิษนั้นมีความสามารถที่ช่วยควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศได้ด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการดังนี้



2.3.2.1 การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) กระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตโดยการดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์จากนั้นพืชจะสร้างอาหารประเภท แป้งและน้ำตาลของพืช โดยจะดูดเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศผ่านเข้าไปทางปากใบและดูดเอาจากดินผ่านทางบรราก ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากระดับปกติที่มีในอากาศ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.2.2 การหายใจของพืช (Respiration) กระบวนการย่อยอาหารที่พืชสร้างจากการสังเคราะห์แสงซึ่งจะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมา พืชจะนำพลังงานเหล่านี้ไปใช้ในการสังเคราะห์ สารอาหารต่างๆ ดูดซึมและแร่ธาตุอาหารเพื่อเจริญเติบโต เมื่อพืชโตขึ้นก็ต้องการพลังงานมากขึ้นการสังเคราะห์แสงก็ต้องมากขึ้นจึงมีผลต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น(เศรษฐมนตร์, 2552)











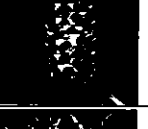

2.3.2.3 การคายน้ำของพืช การสูญเสียน้ำของพืชในรูปแบบของไอน้ำ โดยจะระเหยออกทางปากใบซึ่งถ้าปากใบเปิดกว้างน้ำก็จะระเหยออกไปมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ถ้าพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอ ปากใบจะปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรรดน้ำอย่างสม่ำเสมอให้กับพืชและจัดให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้คายน้ำออกมาได้มากขึ้นซึ่งถ้าการคายน้ำสูงก็จะช่วยเคลื่อนตัวของอากาศที่ปนเปื้อนสารพิษลงสู่รากจากนั้นจุลินทรีย์ในดินก็จะย่อยสลายก๊าซพิษนั้นไปเป็นอาหารและพลังงานต่อไป (เศรษฐมนตร์, 2552)

2.3.3 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่างๆ ไม้ประดับดูดสารพิษที่มีศักยภาพในการดูดซับสารเคมีและก๊าซพิษต่างๆ ภายในอาคารที่รู้จักดีมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่างๆ

ภาพ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	มลพิษที่ดูดซับ
	<i>Dracaena fragrans massangeana.</i>	Cornstalk Plant	วาสนา อิชฐาน	ฟอร์มัลดีไฮด์ CO <sub>2</sub>
	<i>Dracaena deremensis "Warneckii."</i>	Dracaena Werneckii	ประกายเงิน	เบนซีน CO <sub>2</sub>
	<i>Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl</i>	Complant	วาสนา	ฟอร์มัลดีไฮด์ CO <sub>2</sub>

ตารางที่ 2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่างๆ (ต่อ)

ภาพ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	มลพิษที่ดูดซับ
	<i>Sancivieria.</i>	Snake plant	ลิ้นมังกร	เบนซิน
	<i>Homalomena rubescens Kunth.</i>	Homalomena rubescens Kunth.	เสน่ห์จันทร์แดง	แอมโมเนีย
	<i>Dracaena marginata</i>	Dragon tree	เข็มริมแดง	ไซรีน ไตรคลอโรเอทีลีน
	<i>Rhapis humilis Blume.</i>	Lady Palm	จิ้ง	ฟอร์มาลดีไฮด์
	<i>Scindapsus aureus.</i>	Golden Pothos	พลูด่าง	ฟอร์มาลดีไฮด์ CO เบนซิน ไตรคลอโรเอทีลีน
	<i>Hedera helix.</i>	English Ivy	ไอวี	ฟอร์มาลดีไฮด์ เบนซิน
	<i>Aloe indica.</i>	Aloe Vera	ว่านหางจระเข้	ฟอร์มาลดีไฮด์
	<i>Aruacria Heterphylla</i>	Norfolk Island Pine	สนฉัตร	ฟอร์มาลดีไฮด์
	<i>Musa caven dishii</i>	Dwarf Banana	กล้วยแคระ	อัตราการคาย ความชื้นสูง
	<i>Chamae dorea seifrizii</i>	Bamboo Palm	ปาล์มไผ่	เบนซิน เอทาทาริน ฟอร์มาลดีไฮด์
	<i>Dendrobium 'sonia'</i>	Dendrobium orchids	กล้วยไม้หวาย	อาซีโตน คลอโรฟอร์ม ฟอร์มาลดีไฮด์
	<i>Ophiopogon jaburan (Kunth) Lodd.</i>	Lily Turf	ขุ่มกระต่าย	แอมโมเนีย

ที่มา: B.C. Wolverton (1998)

### 2.3.4 ชนิดของไม้ประดับที่ใช้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการทดลอง

#### 2.3.4.1 วาสนาอธิษฐาน (Cornstalk Plant)

วาสนาอธิษฐานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dracaena fragrans massangeana* ชื่อสามัญ Cornstalk Plant ชื่อวงศ์ Agavaceae จัดเป็นไม้ประดับขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูงได้ถึงประมาณ 4-10 เมตร ลำต้นกลม สูงตรงไม่มีกิ่งก้านลักษณะของลำต้นเป็นข้อผิวเปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลใบเดี่ยวแตกออกจากลำต้นใบส่วนยอดเรียงซ้อนกันเวียนรอบลำต้นเป็นรูปวงกลม ลักษณะใบเรียวยาว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ตัวใบโค้งงอ ขนาดใบกว้างประมาณ 3 ถึง 6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20 ถึง 40 เซนติเมตร ออกดอกเป็นช่อบริเวณส่วนยอดของ ลำต้นพื้นใบมีสีเขียว มีลายเส้นสีขาวหรือเหลืองพาดตามยาวของใบขอบแสงแดดจัด แต่สามารถทนอยู่ได้แม้ในที่ที่มีแสงแดดรำไรเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก จึงเป็นที่นิยมนำมาปลูกในกระถางเพื่อเป็นไม้ประดับภายในอาคาร อาจปลูกเป็นต้นเดี่ยวขนาดเล็กและสั้น ในกระถางขนาดเล็ก เพื่อใช้ตั้งประดับในกระถางบนโต๊ะทำงาน บนตู้และชั้นวางของต่างๆ หรือปลูกเป็นกลุ่มรวมในกระถางเดียวกันโดยให้มีความสูงต่ำต่างระดับกันเพื่อความสวยงามใช้ประดับตามมุมห้อง ข้างโต๊ะ ตู้ ตามระเบียงหรือตั้งรวมกลุ่มกับไม้ประดับอื่นๆ หรือปลูกเป็นตอขนาดใหญ่ต้นเดี่ยว ตัดแต่งรูปทรงให้สวยงามมีความสูงเด่นเฉพาะตัว การขยายพันธุ์โดยทั่วไปจะใช้วิธีการปักชำยอดหรือลำต้นหรือตัดลำต้นเป็นท่อนๆ ยาวตั้งแต่ 6 นิ้ว จนถึง 8 นิ้ว ตั้งใส่ภาควางๆ หล่อน้ำไว้จนแตกหน่อแตกใบแล้วจึงนำไปปลูกในดิน (วุฒิชัย เสียมโรสง, 2554)



รูปที่ 2.3 วาสนาอธิษฐาน

ก. การปลูกวาสนาอธิษฐานมี 2 วิธี ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการขยายพันธุ์และได้ผลดีคือ การปักชำ

1. การปลูกในแปลงปลูกเพื่อประดับบริเวณบ้านและสวน ขนาดหลุมปลูก 30x30x30 ซม. ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก : ดินร่วน อัตรา 1 : 2 ผสมดินปลูก แต่มีลักษณะพิเศษที่ใบ คือ ถ้าส่วนใบได้รับแสงแดดสม่ำเสมอ ทำให้สีสันของใบสวยงามยิ่งขึ้น

2. การปลูกในกระถางเพื่อประดับภายในและภายนอกอาคาร ควรใช้กระถางทรงสูงขนาด 10-18 นิ้ว ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก : แกลบฟุ : ดินร่วน อัตรา 1 : 1 : 1 ผสมดินปลูก ควรเปลี่ยนกระถาง 1-2 ปีต่อครั้ง หรือแล้วแต่ความเหมาะสมของทรงพุ่ม เพราะการขยายตัวของรากแน่นเกินไป และเพื่อเปลี่ยนดินปลูกใหม่ทดแทนดินเดิมที่เสื่อมสภาพไป

ข. การดูแลรักษาวาสนาอธิษฐาน ต้องการแสงแดดอ่อนรำไร จนถึงแสงแดดจัด หรือกลางแจ้ง ต้องการปริมาณน้ำปานกลางจนถึงมาก ควรให้น้ำ 5-7 วัน/ครั้ง ชอบดินร่วนซุย ดินร่วนปนทราย มีความชื้นปานกลางจนถึงสูง ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตรา 0.5-1 กิโลกรัมต่อต้น ควรใส่ปีละ 5-6 ครั้ง

ลักษณะพิเศษอีกอย่างอยู่ที่ใบ คือถ้าส่วนใบได้รับแสงแดดสม่ำเสมอ ทำให้สีสันต์ของใบสวยงามยิ่งขึ้น ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรค เพราะเป็นไม้ที่ทนทานต่อสภาพธรรมชาติพอสมควร แมลงที่มารบกวนคือ เพลี้ยแป้ง (Mealy bugs) เพลี้ยหอย ซึ่งจะทำให้เกิดอาการใบจะเป็นรอยแห้วง หรือเป็นรู ทำให้ใบอ่อนแอแคระแกร็น การป้องกันคือรักษาความสะอาดบริเวณพื้นที่ปลูก

2.3.4.2 ลิ้นมังกร (Snake Plant) ชื่อวิทยาศาสตร์ Sansevieria จัดเป็นพืชอวบน้ำและพืชล้มลุกข้ามฤดูที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีถิ่นกำเนิดในแถบภูมิประเทศเขตร้อนแห้งแล้ง เช่น แอฟริกาใต้แอฟริกา อินเดีย มาดากัสการ์ คาบสมุทราอาหารับ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ เอเชียใต้และแถบเมดิเตอร์เรเนียน ลำต้น เป็นหัวหรือเหง้าอยู่ในดิน ใบเกิดจากหัวโผล่ออกมาพื้นดินประกอบกันเป็นกอ ลักษณะใบเป็นแท่งกลมยาวหรือใบแบนกว้าง ปลายแหลม แข็ง หนาเป็นมัน ขอบใบเรียบ โค้งงอเล็กน้อย หรือเป็นเกลียว ใบมีความกว้างประมาณ 4-7 เซนติเมตร และสูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร อาจมากกว่าหรือน้อยกว่าตามแต่สายพันธุ์นั้นๆ สีสันของใบลิ้นมังกรจะมีสีเขียวซีดจนถึง สีเขียวเข้ม บางสายพันธุ์ใบมีสีเขียวเข้มขอบใบมีสีเหลืองทอง หรือใบมีสีเหลืองและมีสีขาวเป็นเส้น ตามแนวใบ สีขาวประ สีเขียวอมเหลือง เขียวอมต่าง สีฟ้า และลักษณะลวดลายบนใบที่มีความแตกต่างและสวยงามอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละสายพันธุ์ ดอกลิ้นมังกรมักจะออกดอกในช่วงเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม ดอกมีสีขาวหรือสีเขียวยอ่อนและมีกลิ่นหอม ดอกมี 5 กลีบขนาดเล็ก ประมาณ 1.5 ซม.



รูปที่ 2.4 ลิ้นมังกร

#### ก. การปลูกลิ้นมังกรมี 4 วิธี

1. วิธีการเพาะเมล็ด เกิดจากการผสมพันธุ์ของดอกลิ้นมังกร ซึ่งอาจเกิดจากการผสมในต้นเดียวกันหรือเกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ การขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ๆ เนื่องจากการผสมข้ามสายพันธุ์และการกลายพันธุ์ของต้นที่เกิดจากเมล็ดจะมีพันธุ์ใหม่ๆ เกิดขึ้น แต่ต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรเช่นเดียวกับการคัดเลือกสายพันธุ์ชนิดอื่นๆ

2. วิธีการแยกหน่อ เมื่อถึงอายุที่เหมาะสมลิ้นมังกรจะมีการแตกหน่อจากหัวใต้ดินออกมาอย่างต่อเนื่องผู้ปลูกเลี้ยงสามารถขุดหัวแล้วแยกหน่อขยายพันธุ์ การขยายพันธุ์วิธีนี้ใช้ระยะเวลาไม่นานและต้นลูกที่ได้จะมีลักษณะเหมือนกับต้นแม่ทุกประการ จึงเหมาะแก่การขยายพันธุ์ในเชิงการค้า

3. วิธีการปักชำใบ โดยการตัดใบลิ้นมังกรออกเป็นชิ้นหรือท่อน และสามารถนำไปปักลงในวัสดุเพาะปลูกได้ทันทีในบางสายพันธุ์การขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้เมื่อใบปักชำเจริญเติบโตและแตกหน่อ



ออกมา ต้นลูกที่ได้จะมีลักษณะผิดเพี้ยนไปจากต้นแม่ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาขยายพันธุ์ในเชิงการค้า อีกทั้งรากอ่อนที่เพิ่งแตกออกมาจากใบที่ปักชำมักถูกทำลายด้วยแมลงปีกแข็งที่อยู่ใต้ดินได้ง่าย

4. วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลินมังกรเป็นไม้ประดับชนิดหนึ่งที่สามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ แต่ยังคงมีอุปสรรคในเรื่องความสม่ำเสมอของการเจริญเติบโต และเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดที่ต่ำจึงไม่เหมาะแก่การขยายพันธุ์ในเชิงการค้า

ข. การดูแลรักษาลินมังกร ดินหรือเครื่องปลูกจะต้องมีความร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี ไม่จับตัวแน่นจนเกินไป เพราะจะทำให้การเจริญเติบโตของลินมังกรช้าลง สำหรับสูตรที่ใช้ในการปลูกลินมังกรที่เหมาะสมมี 2 สูตรด้วยกัน สูตรแรกคือ ดินร่วน 2 ส่วน แกลบดิน 1 ส่วน มะพร้าวสับ 1 ส่วน ขุยมะพร้าว 1 ส่วน หินพัมมีส 1 ส่วน และสูตรที่ 2 คือ ถ่านป่น 1 ส่วน กรวด 1 ส่วน ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์ 1 ส่วน การรดน้ำจะต้องรดน้ำประมาณ 2-3 วันต่อหนึ่งครั้ง ในช่วงเช้าและไม่ควรรดน้ำกลางแดดหรือตอนเย็น เนื่องจากใบและรากอาจเน่าได้ (เศรษฐมนตรี กาญจนกุล, 2552)

นอกจากนี้ ลินมังกรยังเป็นหนึ่งในไม้ประดับที่มีคุณสมบัติช่วยฟอกอากาศบริเวณรอบๆ ให้มีคุณภาพมากขึ้น ช่วยดูดซับสารพิษ ไอระเหยประเภทฟอร์มาลดีไฮด์ โทลูอิน เบนซิน คลอโรฟอร์ม ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารพิษอื่นๆ ที่มาจากสีทาบ้าน เฟอร์นิเจอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นสาเหตุของการเกิดอาการแพ้ตึก (Sick Building Syndrome) ซึ่งผู้ที่ได้รับสารพิษดังกล่าวจะมีอาการปวดศีรษะบริเวณหน้าผากเหนือกระบอกตาทั้งสองข้างหรือบริเวณต้นคอ รู้สึกเหนื่อย ไม่มีแรง เชื่องซึม มีผื่นคันตามผิวหนัง ระคายเคืองตา จมูก คอ แพ้สารเคมีง่าย รวมทั้งระบบหายใจมีปัญหา เป็นต้น

ค. สายพันธุ์ของลินมังกร ในต่างประเทศ Mr. B. Juan Chahinian ประธานสมาคมลินมังกรนานาชาติเป็นผู้ศึกษาและรวบรวมสายพันธุ์ลินมังกรเป็นเวลากว่า 20 ปีและเป็นเจ้าของผลงานหนังสือ THE SPLENDID SANSEVIERIA ซึ่งในปัจจุบันได้รวบรวมข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของลินมังกรที่มีชื่อและถิ่นกำเนิดจากทั่วโลกไว้กว่า 250 สายพันธุ์ มีดังนี้

## 2.4 เอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง

พนธวรรณ (2552) ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ โดยการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ใบ 1 ตร.ม. ในหนึ่งวินาที จากการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหนึ่งลูกบาศก์เมตรและการวัดพื้นที่ใบของพืช 4 ชนิด ได้แก่ วาสนา วาสนาอชิษฐาน ลินมังกร และประกายเงิน การวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การหายใจของพืช การวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการวิจัยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดำเนินการวิจัยโดยการสร้างหน่วยทดลองระบบปิดและทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมและใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูลผลการวิจัยเบื้องต้นได้ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ทุกๆ นาทีในหนึ่งปริมาตรที่เท่ากันตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนของพืชดูดสารพิษที่นำมาทดสอบ นำพืชที่ทดสอบมาหาพื้นที่ใบเฉลี่ย นำผลการทดสอบทั้งหมดไปใช้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งต้นในหนึ่งวินาทีของพืชดูดสารพิษแต่ละชนิดซึ่งในผลการวิจัยขั้นสุดท้ายนั้นได้อัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งต้นในหนึ่งวินาที (หน่วย ppm./ลบ.ม./วินาที) ซึ่งจะเป็นค่าที่สามารถ

นำไปใช้ประโยชน์ในการระบุจำนวนพืชที่ใช้การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชเพื่อใช้ประเมินความสามารถในการใช้ประโยชน์เพื่อคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

พาลีณี (2552) ศึกษาการปรับปรุงสมรรถนะของแผงกันแดดไม้เลื้อย โดยเพิ่มการระบายอากาศ ตามสมมติฐานว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งเป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศ และจากผลการทดลองในช่วงแรกซึ่งได้ปิดช่องต่างๆ รอบแผงไม้เลื้อยทั้งหมดพบว่าอุณหภูมิในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยบางครั้งสูงกว่าห้องธรรมดาซึ่งระบายอากาศได้ดีกว่า จึงได้ทำการปรับปรุงห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง ซึ่งมีหน้าต่างด้านเดียว เป็น 4 กรณีคือ 1. ปิดประตูด้านหลัง 2. เปิดประตูด้านหลัง 3. เปิดพัดลมระบายอากาศ 1 ตัว 4. เปิดพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว ทำการวัดและติดตามผลกรณีละ 3 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูลเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงการวัดข้อมูล ผลการทดลองพบว่า การระบายอากาศในกรณีที่ 2, 3 และ 4 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิให้กับห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อย โดยทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิสูงสุด 4-7 องศาเซลเซียสในช่วงกลางวันเมื่อเทียบกับห้องธรรมดาส่วนในช่วงกลางคืนอุณหภูมิในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยสูงกว่าห้องธรรมดาเล็กน้อย 1-1.5 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ 1, 2 และ 3 ยกเว้นในกรณีที่ 4 ซึ่งมีอุณหภูมิลดลงมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาและคายความร้อนช้ากว่าเล็กน้อย มีข้อสังเกตว่าเมื่อกระแสลมในห้องธรรมดาวัดได้มากกว่า 0.05 เมตรต่อวินาที ในกรณีที่ 2 และ 4 ไปไม่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศ แต่กลับทำให้กระแสลมแรงขึ้น ในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยและแรงที่สุดในกรณีที่ 4 ซึ่งได้ทำการทดลองซ้ำสองครั้งพบว่าผลไปในทางเดียวกัน แต่เมื่อกระแสลมในห้องธรรมดาตกลงมาต่ำกว่า 0.05 เมตรต่อวินาทีในกรณีที่ 1 และ 3 ความเร็วลมในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยจะต่ำมาก ในช่วงกลางวันพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยลดลงมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาในกรณีที่ 2 และ 3 ซึ่งมีการระบายอากาศ ส่วนในตอนกลางคืน กรณีที่ 1, 2 และ 3 ห้องแผงไม้เลื้อยมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าห้องธรรมดาแต่ในกรณีที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาเนื่องจากกระแสลมที่แรงกว่ากรณีอื่นอาจนำความชื้นจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในห้อง

พาลีณีและชนิกานต์ (2552) สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ต้นไม้ประกอบอาคารโดยมุ่งเน้นที่ไม้เลื้อยเพื่อใช้เป็นแผงกันแดดให้แก่อาคารสำนักงานหรืออาคารพักอาศัยความสูงปานกลางที่ใช้การระบายอากาศธรรมชาติ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติในการลดการถ่ายเทความร้อน ผลการทดลองพบว่า การลดการถ่ายเทความร้อนมีประสิทธิภาพสูงในช่วงกลางวันโดยเฉพาะช่วงแรกของการทดลองที่มีใบปกคลุมมาก จากความแตกต่างของอุณหภูมิมากที่สุด 11 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส แต่การที่มีใบปกคลุมยังเป็นอุปสรรคต่อการคายความร้อนในช่วงกลางคืนเล็กน้อย ทำให้อุณหภูมิต่ำสุดในบางช่วงสูงกว่าห้องธรรมดา อย่างไรก็ตามก็ตีช่องว่างที่กันสาดช่วยให้คายความร้อนได้เร็วขึ้น ในช่วงหลังของการทดลองแผงไม้เลื้อยมีใบปกคลุมน้อยลง ความแตกต่างของอุณหภูมิห้องที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยห้องธรรมดาและอากาศภายนอกลดลงเป็น 6 องศาเซลเซียส และ 3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

พาลีณี (2552) การศึกษาความสามารถในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อยทำการออกแบบวิธีการปลูกต้นไม้ประกอบอาคารในแนวตั้งในลักษณะไม้เลื้อยบนระแนงโดยคัดเลือกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่เหมาะสมกับภูมิอากาศของประเทศไทย ดูแลรักษาง่าย มีใบปกคลุมดีและเติบโตเร็ว ทำการทดสอบคุณสมบัติในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง ในครั้งแรกเป็นการทดสอบหาค่าการ

ตรังคาร์บอนไดออกไซด์จากอัตราการสังเคราะห์แสงของใบ 1 ใบเปรียบเทียบกับจากพืช 3 ชนิด ที่คัดเลือกไว้ในขั้นที่สองทำการทดสอบจากผนังไม้เลื้อยจริงขนาด 1 ม.×1 ม. เพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับจริงจากบรรยากาศ ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการลดคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกันทั้งในระดับใบและระดับต้น โดยพบว่าสร้อยอินทนิลเป็นต้นไม้ที่ตรังคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุดเป็นอันดับแรก พวงชมพูเป็นอันดับที่ 2 และตำลึงเป็นอันดับสุดท้าย ในการทดลองทั้งสองครั้งและสามารถบอกปริมาณการตรังคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ได้

**พาลีณีและคณะ (2552)** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศึกษาใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งให้กับอาคารซึ่งตั้งอยู่ภายนอกอาคาร เรียกว่า ผนังสีเขียว งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งให้กับอาคารที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติในประเทศไทย เพื่อระบุคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์อันทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงและคุณสมบัติในการตรังคาร์บอนไดออกไซด์อันทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้น ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบอาคารที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยกับอาคารที่ไม่ใช้โดยการติดตั้งเข้ากับอาคารจริงและทดลองในกล่องทดลอง ผลของการทดลองสามารถระบุคุณสมบัติเชิงปริมาณซึ่งพิสูจน์ว่า ผนังสีเขียวได้สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้แก่การอยู่อาศัยของมนุษย์ช่วยให้ประหยัดพลังงาน และลดคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศอันนำไปสู่การช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนอันเป็นวิกฤตของโลกร้อนในยุคปัจจุบัน ทดลองปลูกต้นไม้ 3 ชนิดโดยเลือกไม้ที่ทนกับภูมิอากาศในประเทศไทย ดูแลรักษาง่าย มีใบปกคลุมและเติบโตเร็วพบว่า สร้อยอินทนิลเป็นต้นไม้ที่ตรังคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุดเป็นอันดับแรก พวงชมพูเป็นอันดับสองและตำลึงเป็นอันดับสุดท้าย

**สมประสงค์และสุรียรัตน์ (2554)** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการศึกษาโดยใช้ไม้ประดับคือ ต้นวาสนาอธิษฐานเป็นตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนต้นไม้ ผลของการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานมีค่าน้อยมาก และเมื่อทำการเพิ่มจำนวนวาสนาอธิษฐานประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อต้นมีค่าลดลง อาจมีปัจจัยมาจากการศึกษาในครั้งนี้ใช้ห้องควบคุมที่ไม่ปิดสนิท และมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยเกินไป จำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมกับห้องขนาด 360 m<sup>3</sup> คือ 2-3 ต้น และห้องขนาด 192 m<sup>3</sup> คือ 3-4 ต้น โดยพิจารณาจากความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด จากผลการทดลองสามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพื่อเลือกไม้ประดับภายในอาคาร เพื่อช่วยลดมลพิษต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ทั้งยังเป็นการปรับปรุงทัศนียภาพและช่วยให้สภาพแวดล้อมในการทำงานภายในอาคารดีขึ้น การศึกษาการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานโดยใช้วาสนาอธิษฐานยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่อยู่นอกเหนือไปจากการควบคุม เช่น จำนวนของผู้มาติดต่อราชการในแต่ละห้อง สำนักงาน ลักษณะกิจกรรมที่ดำเนินการในแต่ละวัน การระบายอากาศของห้องสำนักงาน เป็นต้น

**ภัทรพรและอัจฉรา (2554)** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการศึกษาโดยใช้ไม้ประดับคือ ต้นลิ้นมังกรเป็นตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนต้นไม้ ผลของการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรมีค่าน้อยมาก และเมื่อ

ทำการเพิ่มจำนวนลิน้มังกรประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันมีค่าลดลง อาจมีปัจจัยมาจากการแลกเปลี่ยนระหว่างอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในห้องและจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยต่างๆภายในห้องที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น จำนวนอุปกรณ์ในสำนักงาน จำนวนของผู้มาติดต่อราชการในแต่ละห้องสำนักงาน ลักษณะกิจกรรมที่ดำเนินการในแต่ละวัน การระบายอากาศของห้องสำนักงาน และควรมีการดูแลรักษาต้นไม้ เช่น การใส่ปุ๋ย การพรวนดิน เป็นต้น จำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมกับห้องขนาด  $360 \text{ m}^3$  คือ 4 ต้น และห้องขนาด  $192 \text{ m}^3$  คือ 5 ต้น โดยพิจารณาจากความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด



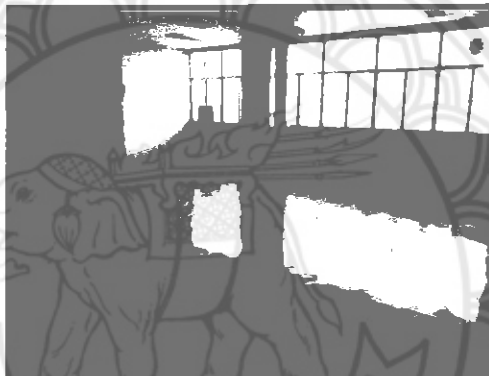
## บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

### 3.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานและลิ้นมังกรในห้องควบคุมจำนวน 1 ห้อง ขนาด  $165 \text{ m}^3$  และห้องสำนักงานจำนวน 2 ห้อง ซึ่งแบ่งเป็นห้องสำนักงานวิชาการ (CE115) ขนาด  $360 \text{ m}^3$  1 ห้อง และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด  $192 \text{ m}^3$  1 ห้อง

#### 3.1.1 ห้องควบคุมขนาด $165 \text{ m}^3$

ห้องควบคุม CE 512 ตั้งอยู่บริเวณชั้น 5 อาคารภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องมีขนาด  $165 \text{ m}^3$  ไม่มีผู้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.1 ห้องควบคุม

#### 3.1.2 ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ขนาด $360 \text{ m}^3$

ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) เป็นห้องที่ใช้ทำงานเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมเอกสารทางวิชาการและการจัดการเกี่ยวกับการจัดการอบรมเชิงวิชาการของภาควิชา เป็นต้น ห้องมีขนาด  $15 \times 8 \times 3 \text{ m}$  เป็นห้องขนาดกลาง มีพนักงาน 3 คน ทำงานวันจันทร์-ศุกร์ เวลาทำงาน 8.30 - 16.30 น. มีผู้มาติดต่อคือ นิสิต อาจารย์และเจ้าหน้าที่ เฉลี่ยประมาณ 25-35 คนต่อวัน ตั้งอยู่ในอาคารวิศวกรรมโยธา ชั้น 1 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร



รูปที่ 3.2 ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115)

### 3.1.3 ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup>

ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา(CE 425) ตั้งอยู่บริเวณชั้น 4 อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องมีขนาด 8 x 8 x 3 m ปริมาตร 192 m<sup>3</sup> มีพนักงานทำงานอยู่ภายใน จำนวน 2 คน มีผู้เข้ามาติดต่อกับงานคือ นิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ประมาณ 30-50 คนต่อวัน ทำการวันจันทร์-ศุกร์ เวลาทำงาน 8.30 - 16.30 น.



รูปที่ 3.3 ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425)

## 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

### 3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ

#### 3.2.1.1 บีมพ่นอากาศ อัตรไหล

เครื่องที่ 1 เท่ากับ 1.634 L/min

เครื่องที่ 2 เท่ากับ 1.792 L/min

เครื่องที่ 3 เท่ากับ 1.568 L/min

#### 3.2.1.2 สายยางพร้อมหัวทราย

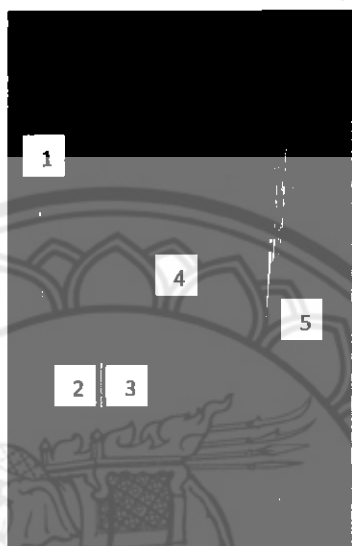
#### 3.2.1.3 โหลใส่สารขนาด 1000 ml



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

### 3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์

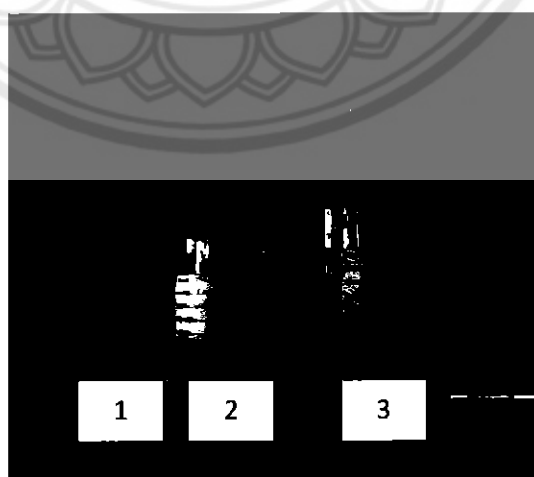
1. ปีเปตพร้อมไซริงบอล	ขนาด	20	ml	1	อัน
2. บีกเกอร์	ขนาด	250	ml	2	ใบ
3. ขวดรูปชมพู่	ขนาด	250	ml	4	ใบ
4. กระบอกตวง	ขนาด	500	ml	1	อัน
5. บิวเรตพร้อมขาตั้ง				1	ชุด



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์

### 3.2.3 สารเคมี

1. Phenolphthalein
2. สารละลาย Hydrochloric Acid (HCl) เข้มข้น 0.1 M
3. สารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) เข้มข้น 0.1 M



รูปที่ 3.6 สารเคมี

### 3.3 วิธีการดำเนินงาน

#### 3.3.1 ไม้ประดับ

**วาสนาอธิษฐาน** การเลือกขนาดไม้ประดับของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดให้มีอายุของต้นไม้ประมาณ 1 ปี ก่อนที่จะนำมาขยายพันธุ์โดยใช้การตัดลำต้นเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 30-50 cm ตั้งใส่ถาดตื้นๆ หล่อน้ำไว้จนแตกหน่อแตกใบแล้วนำไปปลูกลงในกระถาง โดยกำหนดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 50 cm มีส่วนสูงของทรงพุ่ม 60 cm ความสูงของพืชไม่เกิน 80 cm ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm จากการสอบถามทางร้านขายวาสนาอธิษฐานได้ใช้ดินน้ำหนัก 5.00 kg ประกอบด้วยดินร่วน 30% ขุยมะพร้าว 20% ใบก้ามปูเปื่อยแล้ว 10% มูลสัตว์ 10% แกลบดำ 10% อายุนับจากวันขยายพันธุ์ประมาณ 3 เดือน



รูปที่ 3.7 วาสนาอธิษฐาน

**ลิ้นมังกร** การเลือกขนาดไม้ประดับของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดให้มีอายุของต้นไม้ประมาณ 1 ปี ก่อนที่จะนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีการแยกหน่อ ลิ้นมังกรจะมีการแตกหน่อจากหัวใต้ดินออกมาอย่างต่อเนื่องให้ทำการขุดหัวแล้วแยกหน่อขยายพันธุ์ปลูกลงในกระถาง โดยกำหนดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 60 cm มีส่วนสูงของทรงพุ่ม 60 cm ความสูงของพืชไม่เกิน 80 cm ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm ใช้ดินร่วนชุน้ำหนัก 4.20 kg และดินที่ใส่ลงในกระถางมีระดับต่ำกว่าขอบกระถาง 2.5 cm (พนธวรรณ, 2552) อายุนับจากวันขยายพันธุ์ประมาณ 2 เดือน



รูปที่ 3.8 ลิ้นมังกร



### 3.3.2 คาร์บอนไดออกไซด์

ก. วัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 จุดในห้องสำนักงานที่ไม่มีवासนา-  
อซิฐานในวันทำการวันจันทร์-วันศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในช่วงเวลาทำงาน คือ 08.30 - 16.30 น.

ข. คำนวณจำนวนต้นवासนาอซิฐานและต้นไม้ขี้ผึ้ง ต่อขนาดพื้นที่ห้องและความ  
เข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยประยุกต์ใช้หลักการบทวิจยของคุณพนธวรรณ วงษ์รักษ์, 2552  
ร่วมกับปริญญานิพนธ์เรื่องवासนาอซิฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงานของ  
คุณสมประสงค์ ทองรอด และคุณสุรีย์รัตน์ เทศพรหม, 2554 และปริญญานิพนธ์เรื่องต้นไม้ขี้ผึ้งดูดซับ  
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงานของ คุณภัทรพร จิวอยู่ และคุณอัจฉรา ก๊กไธสงสง, 2554  
พบว่าห้อง CE115 หากใช้ต้นไม้ขี้ผึ้ง 1 ต้นเป็นเกณฑ์จะต้องใส่वासนาอซิฐาน 2 ต้น และถ้าเพิ่ม  
จำนวนต้นไม้ขี้ผึ้งขึ้นเรื่อยๆก็จะลดจำนวนต้นवासนาอซิฐานลงซึ่งเป็นอัตราส่วนแปรผกผัน ส่วนห้อง  
CE 425 หากใช้ต้นไม้ขี้ผึ้ง 1 ต้นเป็นเกณฑ์จะต้องใส่वासนาอซิฐาน 2 ต้น และถ้าเพิ่มจำนวนต้นไม้ขี้ผึ้ง  
ขึ้นเรื่อยๆก็จะลดจำนวนต้นवासนาอซิฐานลงซึ่งเป็นอัตราส่วนแปรผกผัน

ค. นำवासนาอซิฐานและต้นไม้ขี้ผึ้งที่ได้จากการคำนวณตั้งทิ้งไว้ในห้องสำนักงาน  
เวลา 1 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพवासนาอซิฐานและต้นไม้ขี้ผึ้งให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม แล้ววัดความเข้มข้น  
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในวันทำการวันจันทร์-วันศุกร์ เป็นเวลา 5 วัน ในช่วงเวลาทำงาน  
08.30 - 16.30 น.

ง. ทำซ้ำข้อ ค แต่เพิ่มและลดจำนวนต้นไม้ขี้ผึ้งและवासนาอซิฐานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนงานช่วงเวลาในการวางต้นไม้

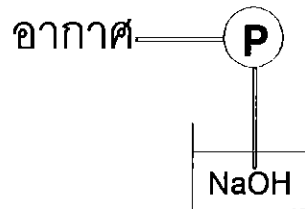
ช่วงเวลา	ห้องควบคุม		CE 425		CE115	
	ต้นไม้ขี้ผึ้ง	वासนาอซิฐาน	ต้นไม้ขี้ผึ้ง	वासนาอซิฐาน	ต้นไม้ขี้ผึ้ง	वासนาอซิฐาน
สัปดาห์ที่ 1	1	3	1	2	1	2
สัปดาห์ที่ 2	1	3	1	2	1	2
สัปดาห์ที่ 3	2	2	2	2	2	1
สัปดาห์ที่ 4	2	2	2	2	2	1
สัปดาห์ที่ 5	3	2	3	1	3	1
สัปดาห์ที่ 6	3	2	3	1	3	1
สัปดาห์ที่ 7	4	1	4	1	4	1
สัปดาห์ที่ 8	4	1	4	1	4	1
สัปดาห์ที่ 9	5	1	5	1	0	0
สัปดาห์ที่ 10	5	1	5	1	0	0

จ. พิจารณาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อวางवासนาอซิฐานและ  
ต้นไม้ขี้ผึ้งในห้องสำนักงาน และหาจำนวนवासนาอซิฐานและต้นไม้ขี้ผึ้งที่เหมาะสมกับขนาดห้อง

ฉ. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผล

### 3.3.2.2 การวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

ก. ใช้ปั๊มดูดอากาศในห้องสำนักงาน ลงไปในสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) เข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 500 ml เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ระบบดังรูป



รูปที่ 3.9 ระบบการวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

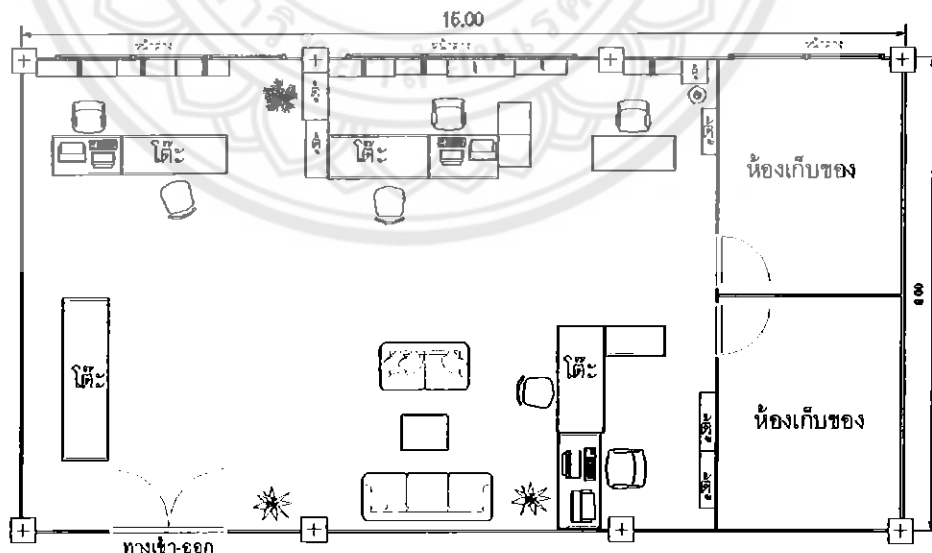
ข. นำสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) ที่ได้ไปหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสารละลาย ดังนี้

ข.1 ไตเตรทสารละลาย NaOH กับสารละลาย HCl โดยใช้ Phenolphthalein เป็น Indicator บันทึกปริมาณสารละลาย HCl ที่ใช้ เมื่อสารละลายเปลี่ยนสีของ Phenolphthalein จากสีชมพูเป็นไม่มีสี

ข.2 ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของ NaOH ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์

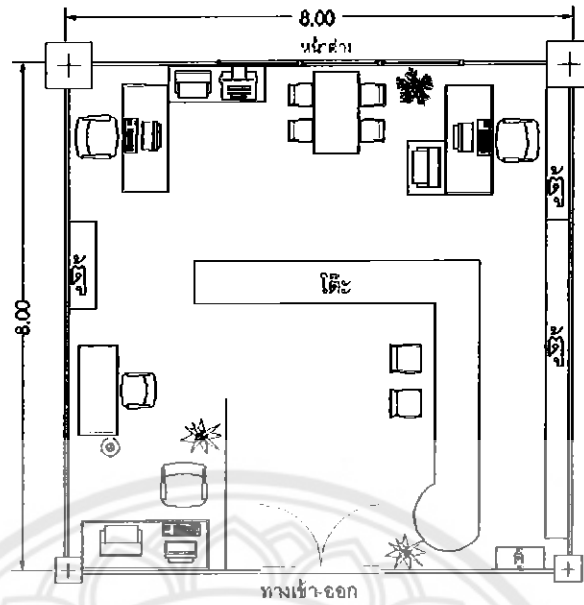
### 3.3.2.3 การจัดวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน

ก. ห้องสำนักงานวิชาการ(CE115)



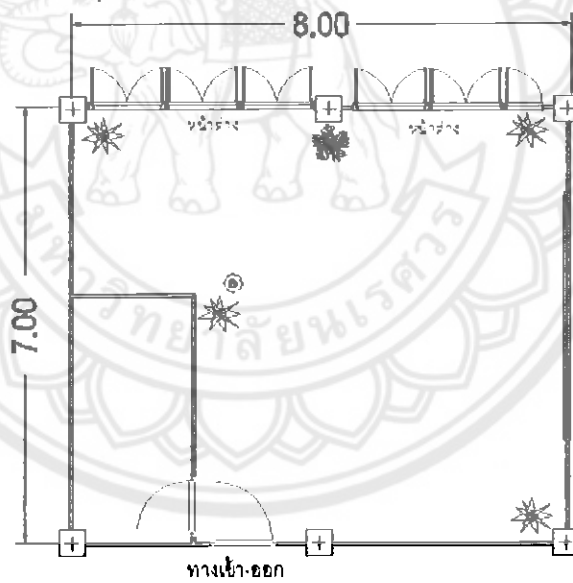
รูปที่ 3.10 ผังการวางวาสนาอิฐฐานและลีนมั่งกรในห้องสำนักงานวิชาการ (CE115)

ข. ห้องสำนักงานภาควิชากรรมโยธา (CE 425)



รูปที่ 3.11 ผังการวางวาสนาอิฐฐานและลึนมังกรห้องสำนักงานภาควิชากรรมโยธา (CE 425)

ค. ห้องควบคุม (CE 512)

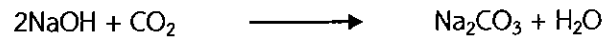


รูปที่ 3.12 ผังการวางวาสนาอิฐฐานและลึนมังกรห้องควบคุม (CE 512)

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.4.1 คาร์บอนไดออกไซด์

ปฏิกิริยาในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



จากสมการแสดงให้เห็นว่าจะต้องใช้ NaOH 2 M ต่อ CO<sub>2</sub> 1 M

ดังนั้น เมื่อทำการคำนวณปริมาณที่เหลืออยู่ของสารละลาย NaOH ได้แล้วจะทำให้สามารถทราบปริมาณ NaOH ที่ถูกใช้ไปในการทำปฏิกิริยา และนำไปคำนวณเทียบหาปริมาณ CO<sub>2</sub> ที่ใช้ไป

ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ห้องวิชาการ (CE 115) จากการไต่เตตรพบว่ามีการใช้ NaOH ในการทำปฏิกิริยาไป 0.0771 M ในห้องขนาด 360 m<sup>3</sup> มีการดูดอากาศ 1.568 m<sup>3</sup> ผ่านสารละลาย NaOH ความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.79976 kg/m<sup>3</sup>s

(ที่ 25 °C และ ความดัน 1 atm)

จากการไต่เตตรพบที่ใช้ NaOH ไป 0.0771 M แสดงว่าใช้ CO<sub>2</sub> 0.03855 M ในการทำปฏิกิริยา

จาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 M มีมวล	= 44 g
จะได้ว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.00315 M มีมวล	= 44 X 0.03855 = 1.696 g
ห้องนี้มีปริมาตรอากาศ 360 m <sup>3</sup> ดังนั้น จึงมี CO <sub>2</sub>	= (1.696 x 360)/1.568
	= 389.388 g
ดังนั้น ในห้องนี้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	= (389.388/1000)/1.79976
	= 0.2163 m <sup>3</sup>

หรือ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาตรห้อง = 0.06009 % โดยปริมาตร หรือ 600.9 ppm

3.4.2 จำนวนไม้ประดับต่อขนาดพื้นที่ห้อง ในการคำนวณอัตราการใช้ไม้ประดับต่อขนาดพื้นที่ห้องนั้น ใช้หลักการบวจัญของคุณพนธวรรณ วงษ์รัช, 2552 ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ ซึ่งมีหลักการในการคำนวณดังนี้

3.4.2.1 ห้องงานวิชาการ (CE 115) มีความกว้าง 8 m ยาว 15 m สูง 3 m มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสูงสุด 655.4 ppm ในสภาพการใช้งานเวลากลางวันหากใช้ลิ้นมังกร 2 ต้น จะต้องเพิ่มवासนาอธิฐานกักตัน เพื่อใช้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ทั้งหมดให้ใน 1 วินาที เพื่อสร้างคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

$$\text{ปริมาตรของห้องที่นำมาคิด} \quad 8 \times 8 \times 3 = \text{m}^3 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ปริมาณ CO}_2 \text{ ที่ต้องการลด} \quad 655.4 \text{ ppm} \dots\dots\dots(2)$$

สามารถนำค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ CO<sub>2</sub> (ppm/m<sup>3</sup>/s) มาคำนวณหาจำนวนปริมาณพืชแต่ละชนิดที่ใช้ลด CO<sub>2</sub> ในหนึ่งวินาที ได้ดังนี้

$$\text{ในเวลากลางวันลิ้นมังกรมีอัตราการเปลี่ยนแปลง CO}_2 \text{ 0.49 ppm/m}^3/\text{s}$$

$$\text{ลิ้นมังกร 2 ต้นจะสามารถลด CO}_2 \quad = \quad (0.49 \times 360) \times 2 = 352.8 \text{ ppm}$$

$$\text{เหลือ CO}_2 \text{ อยู่} \quad = \quad 655.4 - 352.8 = 302.6$$

$$\text{ต้องใช้वासนาอธิฐานอย่างน้อย} \quad = \quad 302.6 / (1.50 \times 360) = \underline{\underline{\sim 1 \text{ ต้น}}}$$

3.4.2.2 ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) มีความกว้าง 8 m ยาว 8 m สูง 3 m มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสูงสุด 618.7 ppm ในสภาพการใช้งานเวลากลางวันหากใช้ลิ้นมังกร 1 ต้น จะต้องเพิ่มวาสนาอิฐฐานกี่ต้น เพื่อใช้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ทั้งหมดให้ใน 1 วินาที เพื่อสร้างคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

$$\text{ปริมาตรของห้องที่นำมาคิด} \quad 8 \times 8 \times 3 = 192 \text{ m}^3 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ปริมาณ CO}_2 \text{ ที่ต้องการลด} \quad 618.7 \text{ ppm} \quad \dots\dots\dots(2)$$

สามารถนำค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ CO<sub>2</sub> (ppm/m<sup>3</sup>/s) มาคำนวณหาจำนวนปริมาณพืชแต่ละชนิดที่ใช้ลด CO<sub>2</sub> ในหนึ่งวินาที ได้ดังนี้

$$\text{ในเวลากลางวันลิ้นมังกรมีอัตราการเปลี่ยนแปลง CO}_2 \quad 0.49 \text{ ppm/m}^3/\text{s}$$

$$\text{ลิ้นมังกร 1 ต้นจะสามารถลด CO}_2 \quad = \quad (0.49 \times 192) \times 1$$

$$= \quad 94.08 \text{ ppm}$$

$$\text{เหลือ CO}_2 \text{ อยู่} \quad = \quad 618.7 - 94.08$$

$$\text{ต้องใช้ลิ้นมังกรอย่างน้อย} \quad = \quad 524.67 / (1.50 \times 192)$$

$$= \quad \underline{\underline{\sim 2 \text{ ต้น}}}$$

หมายเหตุ : 1.50 ppm/m<sup>3</sup>/s คือ ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอิฐฐาน และ 0.49 ppm/m<sup>3</sup>/s คือ ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรจากการทดลองของคุณพนธวรรณ วงษ์รักษ์, 2552

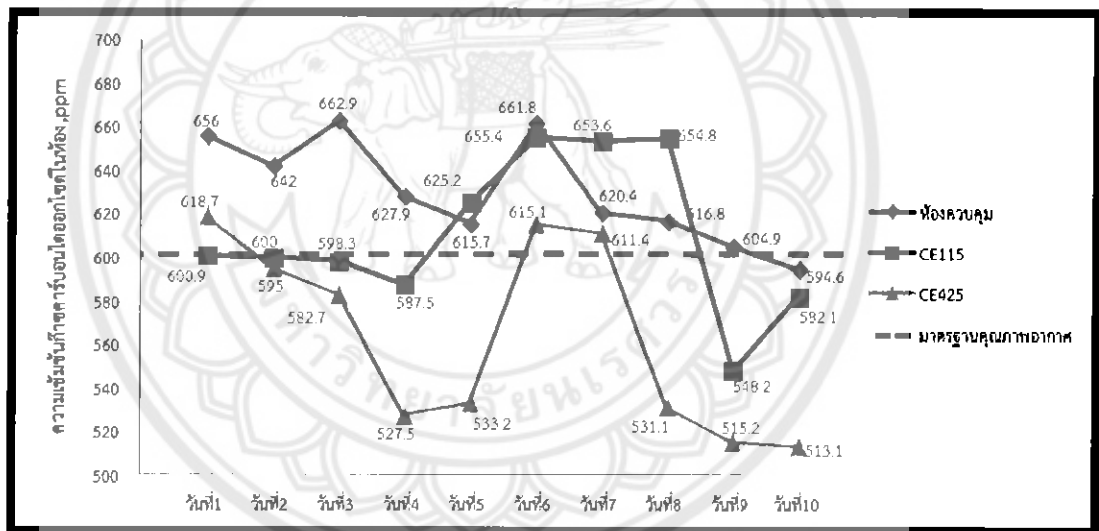
## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิเคราะห์

ผลการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐาน ภายในห้องสำนักงาน จากห้องสำนักงานจำนวน 2 ห้องในการศึกษา ซึ่งแบ่งเป็นห้องขนาด 360 m<sup>3</sup> 1 ห้อง คือ ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) และห้องขนาด 192 m<sup>3</sup> 1 ห้อง คือ ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นดังนี้

#### 4.1 ความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน

จากการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐาน ห้องควบคุม ห้องสำนักงานวิชาการ (CE115) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE425) ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30 - 16.30 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ ก่อนนำลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐาน ไปวางในห้อง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาเป็นดังนี้



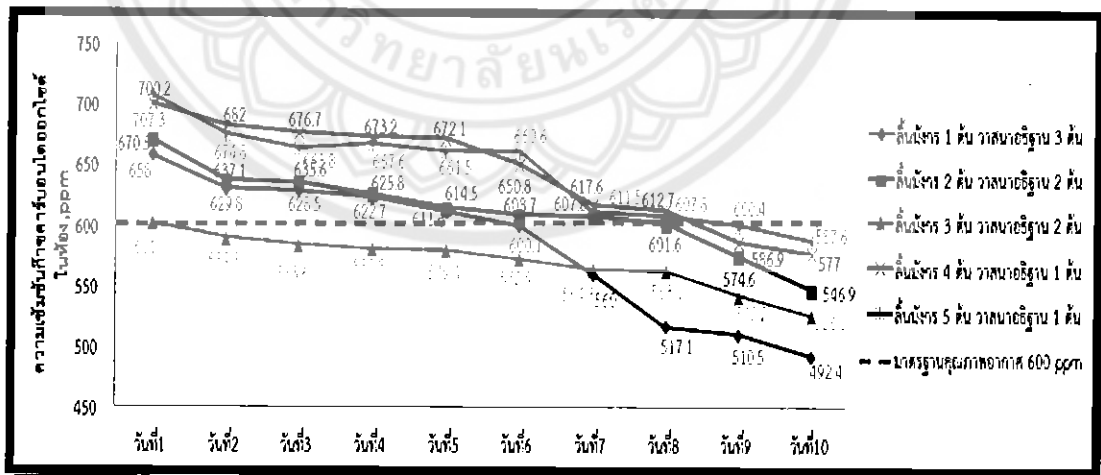
รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศ  
หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1  
วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

จากรูป 4.1 ห้องควบคุมมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวันที่ 1-9 เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศคือ 600 ppm ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากไม่มีการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายในและภายนอกห้องและในวันที่ 10 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ห้องCE115 มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวันที่ 1, 5, 6, 7 และ 8 เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ และในวันที่ 2, 3, 4, 9 และ 10 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้อง CE115 มีค่าค่อนข้างแตกต่างกันมากซึ่งอาจมีปัจจัยมาจากภายในห้องมีการทำกิจกรรมที่อาจจะส่งผลต่อการเพิ่มและลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้อง เช่น มีการ

ประกอบอาหาร มีการเปิดประตูห้องทิ้งไว้ เป็นต้น และห้องCE425 มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวันที่ 1, 6 และ 7 เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ และในวันที่ 2, 3, 4, 5, 8, 9 และ 10 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ จะเห็นได้ว่าช่วง ต้นสัปดาห์ภายในห้องมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานซึ่งอาจจะมีปัจจัยมาจากเกิดการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ที่ไม่มีการระบายอากาศภายในห้อง และค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 2-5 ของสัปดาห์ซึ่งอาจมีปัจจัยมาจากจำนวนผู้มาติดต่อที่มีจำนวนมากในแต่ละวันจึงทำให้เกิดการเปิด-ปิดประตูห้องบ่อยครั้งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายในและภายนอกห้อง ซึ่งค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศอาจส่งผลต่อสุขภาพทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ หน้ามืด ตาลาย สายตาพลา เป็นลม หายใจแรงกว่าปกติ ถ้าได้รับก๊าซนี้ปริมาณมาก และเป็นโรคหัวใจ อาจถึงตายได้

4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม

จากการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ห้องควบคุม (CE 512) ขนาด 165 m<sup>3</sup> ไม่มีผู้มาติดต่อและปฏิบัติงาน โดยมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐาน  
 ลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิฐาน 3 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 5 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น ตามลำดับ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของห้องควบคุม

หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1  
 วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

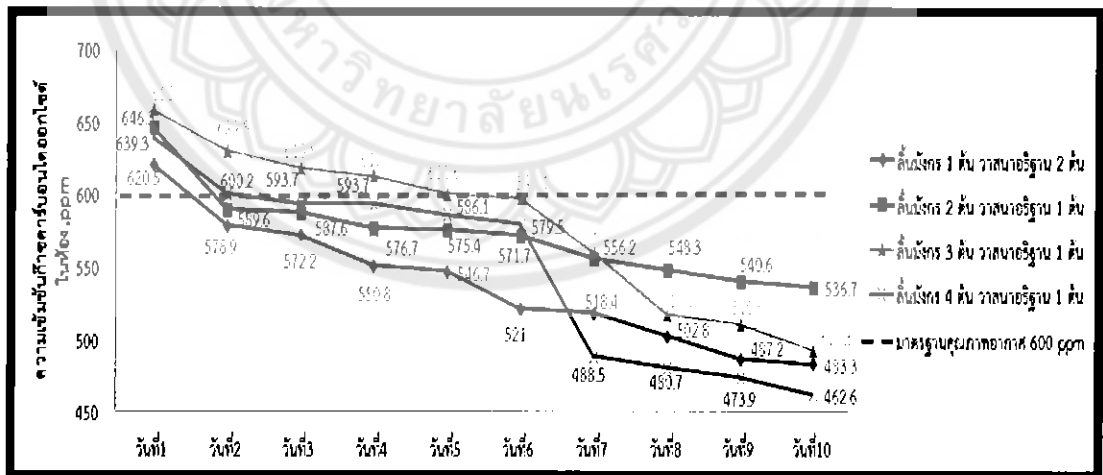




จากการศึกษารูปที่ 4.2 ห้องควบคุม ขนาด  $165 \text{ m}^3$  ไม่มีผู้มาติดต่อและปฏิบัติงาน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสูงสุด  $662.9 \text{ ppm}$  และเมื่อมีการวางลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอริชฐาน 3 ต้น, ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอริชฐาน 2 ต้น, ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอริชฐาน 2 ต้น, ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอริชฐาน 1 ต้น, ลิ้นมังกร 5 ต้น วาสนาอริชฐาน 1 ต้น ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องมีค่าลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ  $600 \text{ ppm}$  เราจึงเลือกใช้กรณีลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอริชฐาน 3 ต้นเนื่องจากมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด จะเห็นได้ว่าในกรณีใช้ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอริชฐาน 2 ต้น ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละวันมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศแต่สาเหตุที่เราไม่เลือกกรณีนี้เพราะมีประสิทธิภาพในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมทั้ง 10 วัน ได้น้อยกว่าการวางลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอริชฐาน 3 ต้น

#### 4.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115)

จากการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ขนาด  $360 \text{ m}^3$  มีผู้มาติดต่อเฉลี่ยประมาณ 25-35 คนต่อวัน ผู้ปฏิบัติงานประจำทำงานอยู่ในห้องสำนักงานจำนวน 3 คน โดยมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนลิ้นมังกรและวาสนาอริชฐาน  
 ลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอริชฐาน 2 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอริชฐาน 1 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอริชฐาน 1 ต้น,  
 ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอริชฐาน 1 ต้น ตามลำดับ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของห้อง CE 115

หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1

วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

4.3.1 กรณีใช้ลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น จากรูป 4.3 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 620.5 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 578.9, 572.2, 550.8, 546.7, 521, 518.4, 502.8, 487.2, 483.3 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 538.18 ppm

4.3.2 กรณีใช้ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.3 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 646.3 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 589.6, 587.6, 576.7, 575.4, 571.7, 556.2, 548.3, 540.6, 536.7 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 572.91 ppm

4.3.3 กรณีใช้ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.3 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 658 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 629.8, 618.5, 612.7, 600.6, 597.1, 560, 517.1, 510.5, 492.4 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 579.67 ppm

4.3.4 กรณีใช้ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.3 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายใน โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 639.3 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 600.2, 593.7, 593.7, 586.1, 579.5, 488.5, 480.7, 473.9, 462.6 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 549.82 ppm

จากการศึกษารูปที่ 4.3 ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ขนาด 360 m<sup>3</sup> มีผู้มาติดต่อคือนิสิต อาจารย์และเจ้าหน้าที่เฉลี่ยประมาณ 25-35 คนต่อวัน และผู้ปฏิบัติงานประจำทำงานอยู่ในห้องสำนักงานจำนวน 3 คน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสูงสุด 655.4 ppm และเมื่อมีการวางลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น, ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น, ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น, ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องมีค่าลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ 600 ppm เราจึงเลือกใช้กรณีลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น เนื่องจากมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด จะเห็นได้ว่าในกรณีใช้ลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้นค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใน

วันที่ 2-10 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศแต่สาเหตุที่เราไม่เลือกกรณีนี้เพราะมีประสิทธิภาพในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมทั้ง 10 วัน ได้น้อยกว่าการวางลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น

#### 4.4 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา(CE 425)

จากการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด  $192 \text{ m}^3$  มีผู้มาติดต่อเฉลี่ยประมาณ 30-50 คน/วัน ผู้ปฏิบัติงานประจำทำงานอยู่ในห้องสำนักงานจำนวน 2 คน โดยมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนลิ้นมังกรและวาสนาอิชฐฐาน

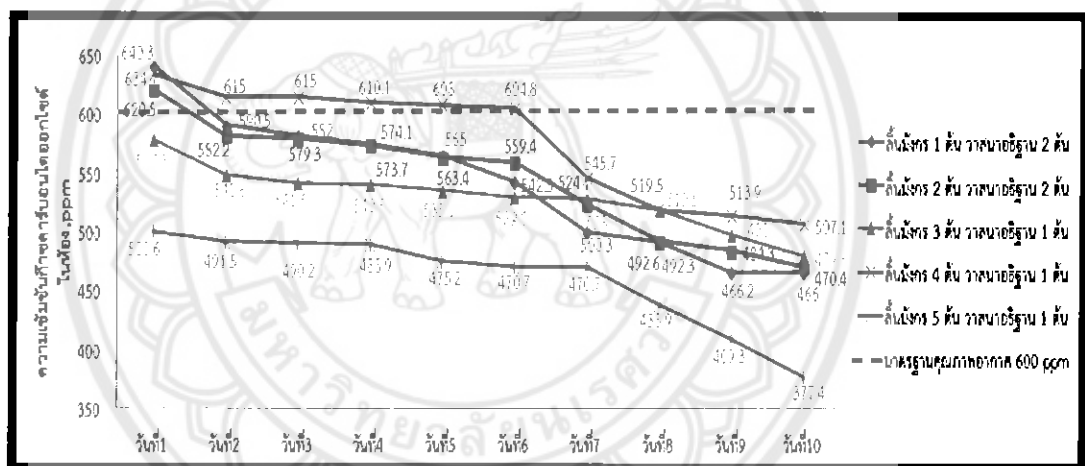
ลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น,

ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น,

ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น,

ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น,

ลิ้นมังกร 5 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น ตามลำดับ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของห้อง CE 425

หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1

วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

4.4.1 กรณีใช้ลิ้นมังกร 1 ต้นวาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น จากรูป 4.4 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอิชฐฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 640.3 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 590.5, 582, 574.1, 565, 542.3, 500.3, 492.3, 466.2, 466 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 1 ต้นวาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 541.9 ppm

4.4.2 กรณีใช้ลิ้นมังกร 2 ต้นวาสนาอธิษฐาน 2 ต้น จากรูป 4.4 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 620.5 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 582.2, 579.3, 573.7, 563.4, 559.4, 524.1, 492.6, 484.3, 470.4 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 2 ต้นวาสนาอธิษฐาน 2 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 544.99 ppm

4.4.3 กรณีใช้ลิ้นมังกร 3 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.4 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 577.8 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 548.6, 541.6, 540.5, 535.1, 529.8, 528.7, 519.5, 498, 479.8 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 3 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 529.94 ppm

4.4.4 กรณีใช้ลิ้นมังกร 4 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.4 พบว่า วันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 634.1 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 615, 615, 610.1, 608, 604.8, 545.7, 519.5, 513.9, 507.1 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 4 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 577.32 ppm

4.4.5 กรณีใช้ลิ้นมังกร 5 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น จากรูป 4.4 พบว่า วันที่ 1 และวันที่ 2 ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ลิ้นมังกรและวาสนาอธิษฐานปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในห้อง โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 500.6 ppm และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 2-10 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ, 491.5, 490.2, 488.9, 475.2, 470.7, 470.7, 438.9, 409.3, 377.4 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาลิ้นมังกร 5 ต้นวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ได้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเฉลี่ยประมาณ 461.34 ppm

จากการศึกษารูปที่ 4.4 ห้องสำนักงานภาควิชาโยธา (CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup> มีผู้มาติดต่อคือ นิสิต อาจารย์และเจ้าหน้าที่ เฉลี่ยประมาณ 20-30 คนต่อวัน และผู้ปฏิบัติงานประจำในห้องสำนักงานจำนวน 2 คน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสูงสุด 618.7 ppm และเมื่อมีการวางลิ้นมังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น, ลิ้นมังกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น, ลิ้นมังกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น, ลิ้นมังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น, ลิ้นมังกร 5 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องมีค่าลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ 600ppm เราจึงเลือกใช้กรณีลิ้นมังกร 5 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้นเนื่องจากมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด

#### 4.5 เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาเปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐาน ห้องควบคุม ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 106) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30-16.30 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

การคำนวณเปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐาน

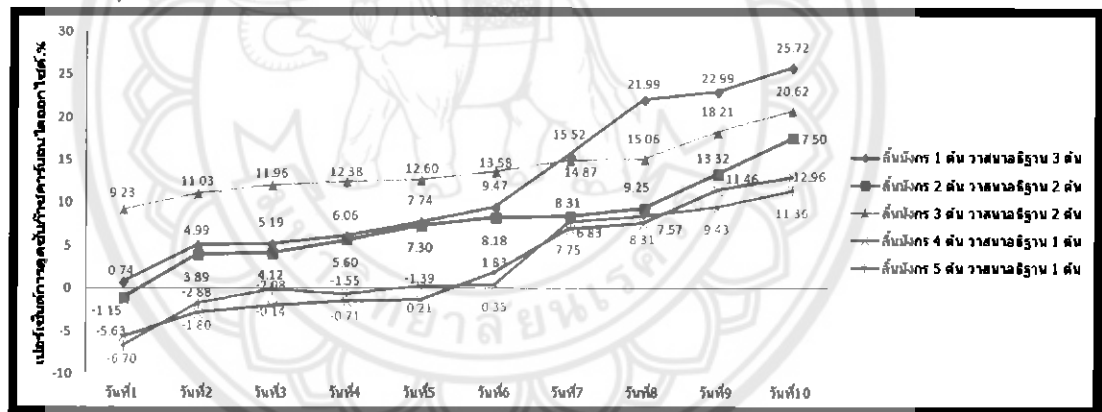
$$\text{เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} = \frac{(\text{ความเข้มข้นCO}_2\text{สูงสุด}-\text{ความเข้มข้นCO}_2\text{ในห้อง}) \times 100}{\text{ความเข้มข้น CO}_2\text{สูงสุด}}$$

ตัวอย่างการคำนวณเปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม

$$\text{เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} = \frac{(662.9 - 658) \times 100}{662.9} = 0.74 \%$$

(ข้อมูลเปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ก.2 ตารางที่ ก2.1-ก2.3)

##### 4.5.1 เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐานของห้องควบคุม



รูปที่ 4.5 เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐานของห้องควบคุม

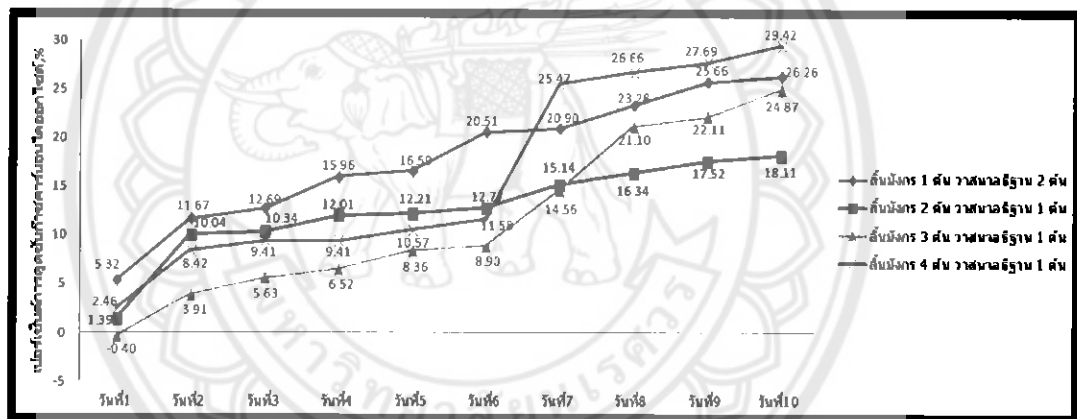
หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1  
 วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

จากรูป 4.5 เปรอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนม้งกรและวาสนาอธิษฐานของห้องควบคุม จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 10 เมื่อวางลีนม้งกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 3 ต้น มีค่าเท่ากับ 0.74, 4.99, 5.19, 6.06, 7.74, 9.47, 15.52, 21.99, 22.99, 25.72 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรง คือ (2.8178X - 3.4555) เมื่อวางลีนม้งกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น มีค่าเท่ากับ -1.15, 3.89, 4.12, 5.60, 7.30, 8.18, 8.31, 9.25, 13.32, 17.50 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรง คือ (1.0708X + 8.0646) เมื่อวางลีนม้งกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น มีค่าเท่ากับ 9.23, 11.03, 11.96, 12.38, 12.60, 13.58, 14.87, 15.06, 18.21, 20.62 ppm ตามลำดับ

และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(1.6271X - 1.3174)$  เมื่อวางล้นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ -5.68, -2.88, -2.08, -1.55, -1.39, 1.83, 6.83, 7.57, 11.46, 12.96 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(2.0869X - 8.7655)$  เมื่อวางล้นมังกร 5 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ -6.70, -1.80, -0.14, -0.74, 0.21, 0.35, 7.75, 8.31, 9.43, 11.36 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรง คือ  $1.8718X - 7.4873$  ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ล้นมังกร 1 ต้นวาสนาอิชฐฐาน 3 ต้น มีความสามารถและประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงที่สุด โดยในวันที่ 10 มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 25.72 % แต่ถ้าพิจารณาที่สมการเส้นตรงจะพบว่ากรณีใช้ล้นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น มีความสามารถในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด

(ข้อมูลสมการเส้นตรงอยู่ในภาคผนวก ข รูปที่ ข.1.1 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนาอิชฐฐานของห้องควบคุม)

#### 4.5.2 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนาอิชฐฐานของห้องCE 115



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนาอิชฐฐานของห้องCE 115

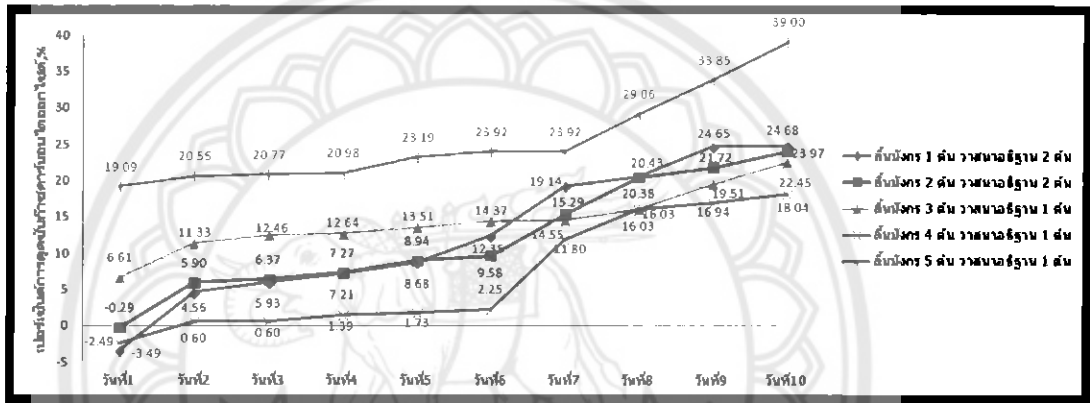
หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1  
วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

จากรูป 4.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนาอิชฐฐานของห้องCE115 จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 10 เมื่อวางล้นมังกร 1 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 2 ต้น มีค่าเท่ากับ 5.32, 11.67, 12.69, 15.96, 16.50, 20.51, 25.47, 26.66, 27.69, 29.42 ppm ตามลำดับและมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(3.1085X - 0.9877)$  เมื่อวางล้นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ 1.39, 10.04, 10.34, 12.01, 12.21, 12.72, 15.14, 16.34, 17.52, 18.11 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(2.1699X + 5.9506)$  เมื่อวางล้นมังกร 3 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ -0.40, 3.91, 5.63, 6.52, 8.36, 8.90, 14.56, 21.10, 22.11, 24.87 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(2.7687X - 3.6731)$  เมื่อวางล้นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ 2.46, 8.42, 9.41, 10.57, 11.58, 25.47, 26.66, 27.69, 29.42 ppm ตามลำดับ

และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(1.4713X + 4.4939)$  ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ลีนมังกร 4 ต้นวาสนาอธิฐาน 1 ต้น มีความสามารถและประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงที่สุด โดยในวันที่ 10 มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 29.42 % แต่ถ้าพิจารณาที่สมการเส้นตรงจะพบว่ากรณีใช้ลีนมังกร 2 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น มีความสามารถในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด

(ข้อมูลสมการเส้นตรงอยู่ในภาคผนวก ข รูปที่ ข1.2 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกรและวาสนาอธิฐานของห้องCE 115)

4.5.3 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกรและวาสนาอธิฐานของห้อง CE 425



รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกรและวาสนาอธิฐานของห้องCE 425

หมายเหตุ : วันที่ 1-5 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 1  
วันที่ 6-10 คือวันจันทร์-ศุกร์ ในสัปดาห์ที่ 2

จากรูป 4.7 เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ ลีนมังกรและวาสนาอธิฐานของห้องCE 425 จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 10 เมื่อวางลีนมังกร 1 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น มีค่าเท่ากับ -3.49, 4.56, 5.93, 7.21, 8.68, 12.35, 19.14, 20.43, 24.65, 24.68 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(1.9589X + 14.66)$  เมื่อวางลีนมังกร 2 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น มีค่าเท่ากับ -0.29, 5.90, 6.37, 7.27, 8.94, 9.58, 15.29, 20.38, 21.72, 23.97 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(3.0674X - 4.4577)$  เมื่อวางลีนมังกร 3 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ 6.61, 11.33, 12.46, 12.64, 13.51, 14.37, 14.55, 16.03, 19.51, 22.45 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(2.5689X - 2.2154)$  เมื่อวางลีนมังกร 4 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ -2.49, 0.60, 0.60, 1.39, 1.73, 2.25, 11.80, 16.03, 16.94, 18.04 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(1.3571X + 6.8714)$  เมื่อวางลีนมังกร 5 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น มีค่าเท่ากับ -3.49, 4.56, 5.93, 7.21, 8.68, 12.35, 19.14, 20.43, 24.65, 24.68 ppm ตามลำดับ และมีค่า slope ดังสมการเส้นตรงคือ  $(2.473X - 6.9134)$  ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ลีนมังกร 5 ต้น วาสนาอธิฐาน

1 ต้น มีความสามารถและประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงที่สุด โดยในวันที่ 10 มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเท่ากับ 39.00 % แต่ถ้าพิจารณาที่สมการเส้นตรงจะพบว่ากรณีใช้ลิน้มังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น มีความสามารถในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด

(ข้อมูลสมการเส้นตรงอยู่ในภาคผนวก ข รูปที่ ข1.3 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐานของห้อง CE 425)

จากการศึกษารูป 4.5-4.7 ห้องสำนักงานภาควิชาโยธา (CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup> มีผู้มาติดต่อเฉลี่ยประมาณ 30-50 คนต่อวัน ผู้ปฏิบัติงานประจำทำงานอยู่ในห้องสำนักงานจำนวน 2 คน มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐานในแต่ละวันมากกว่าห้องสำนักงานวิชาการ(CE115) ขนาด 360 m<sup>3</sup> มีผู้มาติดต่อเฉลี่ยประมาณ 25-35 คนต่อวัน ผู้ปฏิบัติงานประจำทำงานอยู่ในห้องสำนักงานจำนวน 3 คน และห้องควบคุม ขนาด 165 m<sup>3</sup> ซึ่งไม่มีผู้มาติดต่อ เนื่องจากห้อง CE 425 มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเริ่มต้นที่น้อยกว่าและมีขนาดห้องที่เล็กกว่าห้อง CE 115 ประกอบกับมีผู้มาติดต่อและผู้ปฏิบัติงานเป็นประจำทุกวันในวันทำการ ทำให้มีสภาพแวดล้อมที่ทำให้ลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐานมีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องได้ดี ประกอบกับการเปิดไฟ เปิดแอร์ เปิดม่าน และการเปิดประตูเข้า-ออกของผู้มาติดต่อ ซึ่งสามารถลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น

#### 4.6 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐาน

##### 4.6.1 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30-16.30 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อวางลิน้มังกร 1 ต้น วาสนาอธิษฐาน 3 ต้น, ลิน้มังกร 2 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น, ลิน้มังกร 3 ต้น วาสนาอธิษฐาน 2 ต้น, ลิน้มังกร 4 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น, ลิน้มังกร 5 ต้น วาสนาอธิษฐาน 1 ต้น ตามลำดับ

การคำนวณประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลิน้มังกรและวาสนาอธิษฐาน  
 ประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ =  $\frac{\text{ความเข้มข้น CO}_2\text{สูงสุด}-\text{ความเข้มข้น CO}_2\text{ในห้อง}}{\text{ขนาดห้อง (m}^3\text{)}}$   
 (ppm/m<sup>3</sup>/s)



ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและवासนา  
 อธิษฐานในห้องควบคุมขนาด 165 m<sup>3</sup> กรณีล้นมังกร 1 ต้นवासนาอธิษฐาน 3 ต้น วันที่ 1  
 ประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm/m<sup>3</sup>/s) =  $\frac{(662.9 - 658)}{165}$   
 = 0.030 ppm/m<sup>3</sup>/s

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและवासนาอธิษฐานใน  
 ห้องควบคุม

วันที่ทดลอง จำนวนต้นไม้	ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและवासนาอธิษฐาน ในห้องควบคุม (ppm/m <sup>3</sup> /s)				
	ล้นมังกร 1 ต้น वासนา 3 ต้น	ล้นมังกร 2 ต้น वासนา 2 ต้น	ล้นมังกร 3 ต้น वासนา 2 ต้น	ล้นมังกร 4 ต้น वासนา 1 ต้น	ล้นมังกร 5 ต้น वासนา 1 ต้น
วันที่1	0.030	-0.050	0.371	-0.226	-0.27
วันที่2	0.201	0.156	0.443	-0.116	-0.07
วันที่3	0.208	0.165	0.481	-0.084	-0.01
วันที่4	0.244	0.225	0.498	-0.062	-0.03
วันที่5	0.311	0.293	0.506	-0.056	0.008
วันที่6	0.381	0.328	0.545	0.073	0.014
วันที่7	0.624	0.334	0.598	0.275	0.312
วันที่8	0.884	0.372	0.605	0.304	0.334
วันที่9	0.924	0.535	0.732	0.461	0.379
วันที่10	1.033	0.703	0.828	0.521	0.456

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกร 1 ต้น  
 वासनाอธิษฐาน 3 ต้น, ล้นมังกร 2 ต้น वासनाอธิษฐาน 2 ต้น, ล้นมังกร 3 ต้น वासनाอธิษฐาน 2 ต้น,  
 ล้นมังกร 4 ต้น वासनाอธิษฐาน 1 ต้น, ล้นมังกร 5 ต้น वासनाอธิษฐาน 1 ต้นในแต่ละวันมีค่าค่อนข้าง  
 แตกต่างกัน ซึ่งในวันที่ 1 มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าวันทำการวัน  
 อื่นๆ เนื่องจากว่าในวันที่ 1 ล้นมังกรและवासนาอธิษฐานจะค่อยๆเริ่มมีการดูดซับก๊าซคาร์บอน-  
 ไดออกไซด์ภายในห้องหลังจากมีการปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสภาพแวดล้อม  
 ภายในห้อง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและवासนา  
 อธิษฐานมีค่าน้อย และประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก  
 วันที่ 1-10 ซึ่งในวันที่ 10 การวางล้นมังกร 1 ต้น वासनाอธิษฐาน 3 ต้น มีประสิทธิภาพในการดูดซับ  
 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 1.033 ppm/m<sup>3</sup>/s

#### 4.6.2 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนา อิฐฐานในห้องCE 115

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอิฐฐานในห้องควบคุม ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30-16.30 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อวางลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนาอิฐฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น ตามลำดับ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอิฐฐานในห้องCE 115

วันที่ทำการทดลอง	ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอิฐฐานในห้องสำนักงานวิชาการ (ppm/m <sup>3</sup> /s)			
	ลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนา 2 ต้น	ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนา 1 ต้น
วันที่1	0.097	0.025	-0.010	0.045
วันที่2	0.213	0.183	0.071	0.153
วันที่3	0.231	0.188	0.103	0.171
วันที่4	0.291	0.219	0.119	0.171
วันที่5	0.302	0.222	0.152	0.193
วันที่6	0.373	0.233	0.162	0.211
วันที่7	0.381	0.276	0.265	0.464
วันที่8	0.424	0.298	0.384	0.485
วันที่9	0.467	0.319	0.403	0.504
วันที่10	0.478	0.330	0.453	0.536

จากตารางที่ 4.2 พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนาอิฐฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น ในแต่ละวันมีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งในวันที่ 1 มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าวันที่ทำการวันอื่นๆ เนื่องจากว่าในวันที่ 1 ลีนมังกอร์และวาสนาอิฐฐานจะค่อยๆ เริ่มมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องหลังจากมีการปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสภาพแวดล้อมภายในห้อง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอิฐฐานมีค่าน้อย และประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากวันที่ 1-10 ซึ่งในวันที่ 10 การวางลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนาอิฐฐาน 1 ต้น มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 0.536 ppm/m<sup>3</sup>/s

#### 4.6.3 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานในห้องCE 425

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานในห้องควบคุม ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30-16.30 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อวางลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 5 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น ตามลำดับ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานในห้องCE 425

วันที่ ทดลอง	ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (ppm/m <sup>3</sup> /s)					
	จำนวนต้นไม้	ลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนา 2 ต้น	ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนา 2 ต้น	ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลีนมังกอร์ 5 ต้น วาสนา 1 ต้น
วันที่1		-0.110	-0.010	0.213	-0.080	0.615
วันที่2		0.147	0.190	0.365	0.019	0.663
วันที่3		0.191	0.205	0.402	0.019	0.669
วันที่4		0.232	0.234	0.407	0.045	0.676
วันที่5		0.280	0.288	0.435	0.056	0.747
วันที่6		0.398	0.309	0.463	0.072	0.771
วันที่7		0.617	0.493	0.469	0.380	0.771
วันที่8		0.658	0.657	0.517	0.517	0.936
วันที่9		0.794	0.700	0.629	0.546	1.091
วันที่10		0.795	0.772	0.723	0.581	1.257

จากตารางที่ 4.3 พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 2 ต้น วาสนาอธิฐาน 2 ต้น, ลีนมังกอร์ 3 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 4 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น, ลีนมังกอร์ 5 ต้น วาสนาอธิฐาน 1 ต้น ในแต่ละวันมีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งในวันที่ 1 มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าวันที่ทำการวันอื่นๆ เนื่องจากว่าในวันที่ 1 ลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานจะค่อยๆ เริ่มมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องหลังจากมีการปรับสภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสภาพแวดล้อมภายในห้อง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลีนมังกอร์และวาสนาอธิฐานมีค่าน้อย และประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากวันที่ 1-10 ซึ่งในวันที่ 10 การวางลีนมังกอร์ 1 ต้น วาสนาอธิฐาน 5 ต้น มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 1.257 ppm/m<sup>3</sup>/s

จากการศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานและลั่นมังกรในห้องควบคุม ห้อง CE 115 และ CE 425 พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลั่นมังกรและวาสนาอธิษฐานที่ได้จากการศึกษาในวันแรกมีค่าน้อยมาก และเมื่อเวลาผ่านไป ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลั่นมังกรและวาสนาอธิษฐานมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอาจมีปัจจัยจากประสิทธิภาพของต้นไม้หรืออาจจะมาจากการแลกเปลี่ยนระหว่างอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้อง รวมไปถึงกิจกรรมที่ทำภายในห้องที่ส่งผลต่อการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น การเปิดแอร์ การเปิด-ปิดประตู เป็นต้น



## บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผล

การศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ในช่วงเวลาทำงานของห้องควบคุม ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า ห้องควบคุม ขนาด 165 m<sup>3</sup> มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนเริ่มทำการทดลองมากที่สุด รองลงมาคือ ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ขนาด 360 m<sup>3</sup> และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup> ตามลำดับ มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดเท่ากับ 662.9, 655.4 และ 618.7 ppm ตามลำดับ

ห้องควบคุม ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ลิ่นมังกร 1 ต้น วาสนาอิชฐาน 3 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้ลิ่นมังกร 3 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น, ลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น, ลิ่นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น, ลิ่นมังกร 5 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น ตามลำดับ แต่ถ้าพิจารณาที่ค่า slope พบว่าลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น มีความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด ห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้ ลิ่นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้ลิ่นมังกร 1 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น, ลิ่นมังกร 3 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น, ลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น ตามลำดับ แต่ถ้าพิจารณาที่ค่า slope พบว่าลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น มีความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ถ้าพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้ลิ่นมังกร 5 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้ ลิ่นมังกร 1 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น, ลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 2 ต้น, ลิ่นมังกร 3 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น, ลิ่นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น ตามลำดับ แต่ถ้าพิจารณาที่ค่า slope พบว่าลิ่นมังกร 2 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น มีความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุด

จากผลการศึกษาดังกล่าว เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำลิ่นมังกรและวาสนาอิชฐานมาใช้เป็นไม้ประดับภายในห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) ขนาด 360 m<sup>3</sup> ควรใช้ลิ่นมังกร 4 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด 192 m<sup>3</sup> ควรใช้ลิ่นมังกร 5 ต้น วาสนาอิชฐาน 1 ต้น โดยพิจารณาจากความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด ทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ได้ศึกษาไว้ในปริญญานิพนธ์นี้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ในช่วงเวลาทำงานของห้องสำนักงานวิชาการ (CE 115) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้น สามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพื่อเลือกใช้ไม้ประดับภายในอาคาร เพื่อช่วยในการลดมลพิษต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ทั้งยังเป็นการปรับปรุงทัศนียภาพและช่วยให้สภาพแวดล้อมในการทำงานภายในอาคารดีขึ้น
2. การศึกษาการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน โดยประยุกต์ใช้ลิ้นมังกรและวาสนาอธิฐาน ยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่อยู่นอกเหนือไปจากการควบคุม เช่น จำนวนของผู้มาติดต่อราชการในแต่ละห้องสำนักงาน ลักษณะกิจกรรมที่ดำเนินในแต่ละวัน การระบายอากาศของห้องสำนักงาน เป็นต้น ซึ่งสมควรที่จะได้ศึกษาต่อไปในภายหน้าเพื่อความสมบูรณ์ของการศึกษา
3. ควรมีการศึกษาการใช้ไม้ประดับควบคู่กับแผงกันแดดไม้เลื้อย (พาลินี 2552) เพื่อความสมบูรณ์ในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบายอากาศแบบธรรมชาติลดอุณหภูมิภายในอาคาร ประหยัดพลังงานอันนำไปสู่การช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน เช่น การใช้แผงกันสร้อยอินทิลกับไม้ประดับอย่างวาสนาอธิฐานและลิ้นมังกรควบคู่กัน
4. ควรมีการศึกษาต่อในห้องที่มีขนาดใหญ่ มีผู้ใช้งานจำนวนมาก และอาจคิดปริมาณต้นไม้ที่เหมาะสมกับขนาดห้องและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากจำนวนผู้ใช้งาน
5. ควรมีการวัดความเข้มแสงก่อนทำการทดลองว่าความเข้มแสงมีผลต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่
6. จากทฤษฎีการคำนวณจำนวนต้นไม้ที่ใช้งานในห้องอาจไม่เป็นจริงเสมอไป ควรมีการทดลองเพิ่มจำนวนของต้นไม้ขึ้นอีก
7. ควรมีการเก็บผลการทดลองเป็นรายชั่วโมง และเก็บแบบ 24 ชั่วโมง เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
8. ใช้เครื่องมือตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ แทะหมั่น. (2548). อัตราชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานภายในอาคารของโรงพยาบาลที่มีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พาสินี สุนากร. (2552). การปรับปรุงสมรรถนะของแผงกันแดดไม้เลื้อยโดยการเพิ่มการระบายอากาศ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก [http://biofacade.com/Abstract07\\_THA.html](http://biofacade.com/Abstract07_THA.html)
- พาสินี สุนากร.(2552). สมรรถนะการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อย. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก [http://biofacade.com/Abstract08\\_THA.html](http://biofacade.com/Abstract08_THA.html)
- พาสินี สุนากร และชนิกานต์ ยิ้มประยูร.(2552) ผนังสีเขียว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น เมื่อ 20 ตุลาคม 2555, <http://biofacade.com/Abstract01.html>
- พาสินี สุนากร และชนิกานต์ ยิ้มประยูร.(2552). สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อย ในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก [http://biofacade.com/Tha003\\_Research.html](http://biofacade.com/Tha003_Research.html).
- พนธวรรณ วงษ์รักษ์. (2552). ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ. วิทยานิพนธ์ (สท.ม. (นวัตกรรมอาคาร)) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553.
- ภัทรพร จิวอยู่และอัจฉรา ก๊กไธสง. (2554). ลีนมั่งกรดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- มาริษา เพ็ทสุด ภูพิณโณกุล.(2542).กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ.สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, <http://web.kkb.ac.th/~ph/san/story3.html>
- วุฒิชัย เสียมไธสง. (2554). วาสนาอธิษฐาน. ไม้ประดับ.คอม. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก <http://www.maipradabonline.com/maipradabin/wasanaathithan.htm>
- วุฒิชัย เสียมไธสง. (2554). ลีนมั่งกร. ไม้ประดับ.คอม. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก <http://www.maipradabonline.com/maipradabin/Snake Plant.htm>
- เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. (2552). ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้ลดสารพิษ. กรุงเทพมหานคร:ส.พิจิตร การพิมพ์ จำกัด.

สมประสงค์ ทองรอดและสุรีย์รัตน์ เทศพรหม. (2554). วาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์  
ภายในสำนักงาน ปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

B.C. Wolverton (1998). *Eco-Friendly House Plants* London. George Weiderfeld & Nicolson  
Ltd. Retrieved October 20, 2012, from [http://www.panmai.com./  
Pollution/Pollution.shtml](http://www.panmai.com./Pollution/Pollution.shtml)

Kenneth Baillie and Alistair Simpson (2006). *Hyperventilation calculator*. Apex (Altitude  
Physiology EXpeditions). Retrieved October 20, 2012, from

Mackenzie, (1995). *Biogeochemistry In Encyclopedia of Environmental Biology*. W.A.  
Nierenberg, editor. San diago: Academic Pres, Inc. pp 261-267, 270  
<http://www.altitude.org/calculators/oxygencalculator/oxygencalculator.htm>

Universal Industrial Gases, Inc.(2011). *Air: Composition and Properties*. Retrieved October  
20, 2012, from <http://www.uigi.com/air.html>







ภาคผนวก ก

ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และ  
ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน  
มังกรและวาสนาอธิษฐาน

ก.1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วัน	วัน/เดือน/ปี	CE 115	CE425	ห้องควบคุม	หมายเหตุ
จันทร์	5/11/2012	600.9	583.7	656	ไม่มีต้นไม้
อังคาร	6/11/2012	600	565	642	
พุธ	7/11/2012	598.3	570.7	662.9	
พฤหัสบดี	8/11/2012	536.6	527.5	627.9	
ศุกร์	9/11/2012	600.3	533.2	615.7	
จันทร์	12/11/2012	655.4	615.1	661.8	
อังคาร	13/11/2012	653.6	611.4	620.4	
พุธ	14/11/2012	654.8	531.1	616.8	
พฤหัสบดี	15/11/2012	548.2	515.2	604.9	
ศุกร์	16/11/2012	582.1	513.1	594.6	
จันทร์	10/12/2012	620.5	640.3	658	
อังคาร	11/12/2012	578.9	590.5	629.8	
พุธ	12/12/2012	572.2	582	628.5	
พฤหัสบดี	13/12/2012	550.8	574.1	622.7	
ศุกร์	14/12/2012	546.7	565	611.6	
จันทร์	17/12/2012	521	542.3	600.1	
อังคาร	18/12/2012	518.4	500.3	560	
พุธ	19/12/2012	502.8	492.3	517.1	
พฤหัสบดี	20/12/2012	487.2	466.2	510.5	
ศุกร์	21/12/2012	483.3	466	492.4	

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

วัน	วัน/เดือน/ปี	CE 115	CE425	ห้องควบคุม	หมายเหตุ	
จันทร์	24/12/2012	646.3	620.5	670.5	ห้องควบคุม ลีนมังกกร 2 ตัน วาสนาอธิษฐาน 2 ตัน ห้องCE115 ลีนมังกกร 2 ตัน วาสนาอธิษฐาน 1 ตัน ห้องCE425 ลีนมังกกร 2 ตัน วาสนาอธิษฐาน 2 ตัน	
อังคาร	25/12/2012	589.6	582.2	637.1		
พุธ	26/12/2012	587.6	579.3	635.6		
พฤหัสบดี	27/12/2012	576.7	573.7	625.8		
ศุกร์	28/12/2012	575.4	563.4	614.5		
จันทร์	7/1/2013	571.7	559.4	608.7		
อังคาร	8/1/2013	556.2	524.1	607.8		
พุธ	9/1/2013	548.3	492.6	601.6		
พฤหัสบดี	10/1/2013	540.6	484.3	574.6		
ศุกร์	11/1/2013	536.7	470.4	546.9		
จันทร์	14/1/2013	658	577.8	601.7		ห้องควบคุม ลีนมังกกร 3 ตัน วาสนาอธิษฐาน 2 ตัน ห้องCE115 ลีนมังกกร 3 ตัน วาสนาอธิษฐาน 1 ตัน ห้องCE425 ลีนมังกกร 3 ตัน วาสนาอธิษฐาน 1 ตัน
อังคาร	15/1/2013	629.8	548.6	589.8		
พุธ	16/1/2013	618.5	541.6	583.6		
พฤหัสบดี	17/1/2013	612.7	540.5	580.8		
ศุกร์	18/1/2013	600.6	535.1	579.4		
จันทร์	21/1/2013	597.1	529.8	572.9		
อังคาร	22/1/2013	560	528.7	564.3		
พุธ	23/1/2013	517.1	519.5	563.1		
พฤหัสบดี	24/1/2013	510.5	498	542.2		
ศุกร์	25/1/2013	492.4	479.8	526.2		

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

วัน	วัน/เดือน/ปี	CE 115	CE425	ห้องควบคุม	หมายเหตุ	
จันทร์	28/1/2013	639.3	634.1	700.2	ห้องควบคุม ลีนมังกร 4 ตัน วัสดุนาอิชฐาน 1 ตัน ห้องCE115 ลีนมังกร 4 ตัน วัสดุนาอิชฐาน 1 ตัน ห้องCE425 ลีนมังกร 4 ตัน วัสดุนาอิชฐาน 1 ตัน	
อังคาร	29/1/2013	600.2	615	682		
พุธ	30/1/2013	593.7	615	676.7		
พฤหัสบดี	31/1/2013	593.7	610.1	673.2		
ศุกร์	1/2/2013	586.1	608	672.1		
จันทร์	4/2/2013	579.5	604.8	650.8		
อังคาร	5/2/2013	488.5	545.7	617.6		
พุธ	6/2/2013	480.7	519.5	612.7		
พฤหัสบดี	7/2/2013	473.9	513.9	586.9		
ศุกร์	8/2/2013	462.6	507.1	577		
จันทร์	11/2/2013	-	500.6	707.3		ห้องควบคุม ลีนมังกร 5 ตัน วัสดุนาอิชฐาน 1 ตัน ห้องCE425 ลีนมังกร 5 ตัน วัสดุนาอิชฐาน 1 ตัน
อังคาร	12/2/2013	-	491.5	674.8		
พุธ	13/2/2013	-	490.2	663.8		
พฤหัสบดี	14/2/2013	-	488.9	667.6		
ศุกร์	15/2/2013	-	475.2	661.5		
จันทร์	18/2/2013	-	470.7	660.6		
อังคาร	19/2/2013	-	470.7	611.5		
พุธ	20/2/2013	-	438.9	607.8		
พฤหัสบดี	21/2/2013	-	409.3	600.4		
ศุกร์	22/2/2013	-	377.4	587.6		

ก.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนาอธิฐาน  
 ตารางที่ ก.2.1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนา  
 อธิฐานของห้องควบคุม

วันที่ จำนวนต้นไม้	ล้นมังกร 1 ต้น วาสนา 3 ต้น	ล้นมังกร 2 ต้น วาสนา 2 ต้น	ล้นมังกร 3 ต้น วาสนา 2 ต้น	ล้นมังกร 4 ต้น วาสนา 1 ต้น	ล้นมังกร 5 ต้น วาสนา 1 ต้น
วันที่ 1	0.74	-1.15	9.23	-5.63	-6.70
วันที่ 2	4.99	3.89	11.03	-2.88	-1.80
วันที่ 3	5.19	4.12	11.96	-2.08	-0.14
วันที่ 4	6.06	5.60	12.38	-1.55	-0.71
วันที่ 5	7.74	7.30	12.60	-1.39	0.21
วันที่ 6	9.47	8.18	13.58	1.83	0.35
วันที่ 7	15.52	8.31	14.87	6.83	7.75
วันที่ 8	21.99	9.25	15.06	7.57	8.31
วันที่ 9	22.99	13.32	18.21	11.46	9.43
วันที่ 10	25.72	17.50	20.62	12.96	11.36

ตารางที่ ก.2.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของล้นมังกรและวาสนา  
 อธิฐานของห้อง CE 115

วันที่ จำนวนต้นไม้	ล้นมังกร 1 ต้น วาสนา 2 ต้น	ล้นมังกร 2 ต้น วาสนา 1 ต้น	ล้นมังกร 3 ต้น วาสนา 1 ต้น	ล้นมังกร 4 ต้น วาสนา 1 ต้น
วันที่ 1	5.33	1.39	-0.40	2.46
วันที่ 2	11.67	10.04	3.91	8.42
วันที่ 3	12.69	10.34	5.63	9.41
วันที่ 4	15.96	12.01	6.52	9.41
วันที่ 5	16.59	12.21	8.36	10.57
วันที่ 6	20.51	12.77	8.90	11.58
วันที่ 7	20.90	15.14	14.56	25.47
วันที่ 8	23.28	16.34	21.10	26.66
วันที่ 9	25.66	17.52	22.11	27.69
วันที่ 10	26.26	18.11	24.87	29.42

ตารางที่ ก2.3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของลี้้นมังกรและวาสนา  
อธิษฐานของห้อง CE 425

วันที่ จำนวนต้นไม้	ลี้้นมังกร 1 ต้น วาสนา 2 ต้น	ลี้้นมังกร 2 ต้น วาสนา 2 ต้น	ลี้้นมังกร 3 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลี้้นมังกร 4 ต้น วาสนา 1 ต้น	ลี้้นมังกร 5 ต้น วาสนา 1 ต้น
วันที่ 1	-3.49	-0.29	6.61	-2.49	19.09
วันที่ 2	4.56	5.90	11.33	0.60	20.56
วันที่ 3	5.93	6.37	12.46	0.60	20.77
วันที่ 4	7.21	7.27	12.64	1.39	20.98
วันที่ 5	8.68	8.94	13.51	1.73	23.19
วันที่ 6	12.35	9.59	14.37	2.25	23.92
วันที่ 7	19.14	15.29	14.55	11.80	23.92
วันที่ 8	20.43	20.38	16.03	16.03	29.06
วันที่ 9	24.65	21.72	19.51	16.94	33.85
วันที่ 10	24.68	23.97	22.45	18.04	39.00

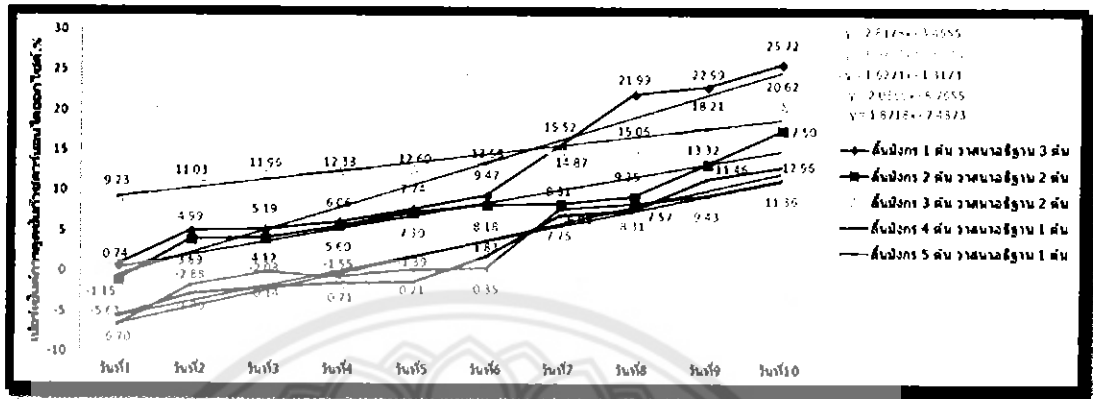


ภาคผนวก ข

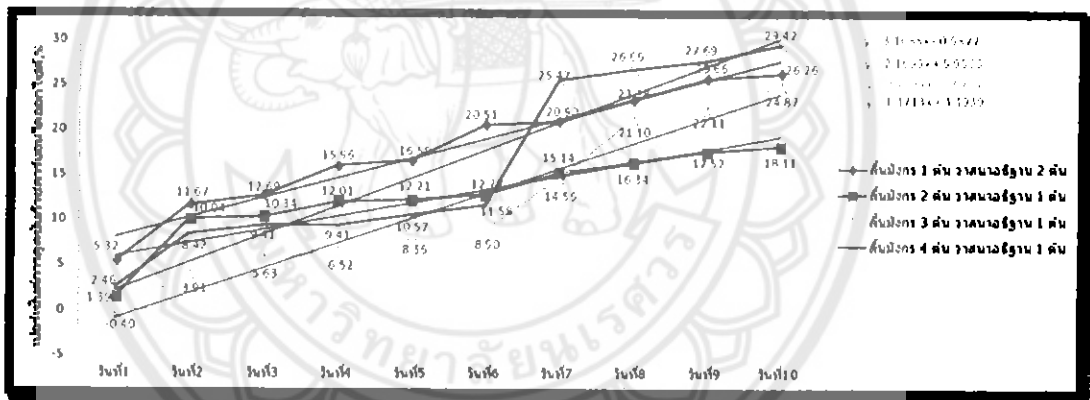
กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซ  
คาร์บอนไดออกไซด์ของลึนมังกรและวาสนาอธิษฐาน

ข.1 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมังกรและวาสนา  
อิชฐาน

รูปที่ ข1.1 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมังกรและ  
วาสนาอิชฐานของห้องควบคุม



รูปที่ ข1.2 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมังกรและ  
วาสนาอิชฐานของห้อง CE 115



รูปที่ ข1.3 กราฟสมการเส้นตรงเปอร์เซ็นต์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมังกรและ  
วาสนาอิชฐานของห้อง CE 425

