

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	ระเบียบวิธีวิจัย.....	5
2.1	การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน (conduction).....	7
2.2	ความสัมพันธ์ของการนำความร้อนกับความหนาแน่นของวัสดุ.....	7
2.3	การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน (convection).....	8
2.4	ลักษณะการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ผ่านท้องฟ้าลงมาสู่พื้นผิวโลกและ การสะท้อนกลับสู่ชั้นบรรยากาศ ตามหลักทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน ในรูปแบบต่าง ๆ ในช่วงเวลากลางวัน (ภาพถ่าย) และกลางคืน (ภาพขวา).....	8
2.5	พฤติกรรมรังสีความร้อนที่กระทบวัสดุ.....	9
2.6	กระบวนการคายระเหยน้ำ ช่วยลดความร้อนในอากาศ และลดการถ่ายเท ความร้อนที่เข้าสู่อาคาร.....	11
2.7	องค์ประกอบแต่ละชั้นของโครงสร้างหลังคาเขียวสำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร.....	13
2.8	แถบสาด.....	15
2.9	ซี่ฝ้าแถบ.....	16
2.10	ชুমะพร้าว.....	17
2.11	หินภูเขาไฟ.....	18
3.1	ภาชนะพลาสติก สำหรับปลูกหญ้าบนวัสดุปลูก.....	23
3.2	ตุ๋บแห้ง.....	24
3.3	เครื่องชั่งน้ำหนัก.....	25
3.4	พื้นหลังคาคอนกรีต.....	25
3.5	กล่องทดลอง.....	26
3.6	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	27
3.7	การวัดปริมาณการคายระเหยน้ำของพืชด้วยวิธี Lysimeter และตำแหน่ง การวัดอุณหภูมิผิวหญ้า (T_{lawn}) อุณหภูมิเหนือผิวหญ้า (T_{above}) และ อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{amb}).....	32
3.8	ขั้นตอนการหาปริมาณน้ำที่อยู่ในวัสดุปลูก.....	33

ภาพที่	หน้า
3.9 การวัดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและตำแหน่งการวัดอุณหภูมิผิวหญ้า (T_{lawn}) อุณหภูมิที่ผิวคอนกรีตด้านล่าง ($T_{concrete}$) อุณหภูมิอากาศภายใน กล้องทดลอง (T_{in}) และอุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{amb}).....	34
4.1 การทดสอบเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชของหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกทดแทนดิน ที่ลานจอดรถหอพักอินเตอร์ปาร์ค ข้างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.....	38
4.2 น้ำหนักและความลึกของวัสดุปลูก ในกรณีที่น้ำหนักและความลึกของวัสดุปลูกเท่ากัน.....	39
4.3 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการลดความร้อนในอากาศเหนือหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุปลูกทดแทนดิน บนคาบฟ้าอาคารวิจัย SIIT มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.....	40
4.4 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารของหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุปลูกทดแทนดิน บริเวณพื้นที่โล่งด้านหลังตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.....	46
4.5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกที่มีหินภูเขาไฟเป็นส่วนประกอบ กับหลังคาคอนกรีตเปล้า กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูกเท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	63
4.6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกที่มีหินภูเขาไฟเป็นส่วนประกอบ กับหลังคาคอนกรีตเปล้า กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูกเท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	64
5.1 หลังคาเขียวของอาคาร ACROS Fukuoka ที่ประเทศญี่ปุ่น.....	83
5.2 โพรโตคอล ผลิตภัณฑ์ใหม่ในการทำหลังคาเขียว โดยเป็นระบบแปลงปลูกพืชสำเร็จรูป.....	84
ค.1 ผลการวัดอุณหภูมิผิวหญ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก และรังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่ น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	97

ภาพที่	หน้า	
ค.2	ผลการวัดอุณหภูมิผิวคอนกรีตด้านล่าง อุณหภูมิอากาศภายนอก และ รังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	99
ค.3	ผลการวัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง อุณหภูมิอากาศภายนอก และ รังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	101
ค.4	ผลการวัดอุณหภูมิผิวหญ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก และรังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่มีความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	103
ค.5	ผลการวัดอุณหภูมิผิวคอนกรีตด้านล่าง อุณหภูมิอากาศภายนอก และ รังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	105
ค.6	ผลการวัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง อุณหภูมิอากาศภายนอก และรังสีดวงอาทิตย์ กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	107
ค.7	ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาคอนกรีตเปล้า เพื่อเปรียบเทียบกับ หลังคาเขียว กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	109
ค.8	ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ดิน เป็นวัสดุปลูก เพื่อ เปรียบเทียบกับหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกทดแทนดิน กรณีที่น้ำหนัก ของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	111
ค.9	ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ไข่ไก่+ถั่ว+ทราย เป็นวัสดุปลูก กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	113
ค.10	ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ขุยมะพร้าว+ทราย เป็นวัสดุปลูก กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m^2 ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	115

ภาพที่	หน้า
ค.11 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ซีเมนต์+ทราย+หินภูเขาไฟ เป็นวัสดุปลูก กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m ² ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	117
ค.12 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ขุยมะพร้าว+ทราย+หินภูเขาไฟ เป็นวัสดุปลูก กรณีที่น้ำหนักของวัสดุปลูก เท่ากับ 200 kg/m ² ในวันที่ 3-4 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	119
ค.13 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาคอนกรีตเปลือย เพื่อเปรียบเทียบกับหลังคาเขียว กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	121
ค.14 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ดิน เป็นวัสดุปลูก เพื่อเปรียบเทียบกับหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกทดแทนดิน กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	123
ค.15 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ซีเมนต์+ทราย เป็นวัสดุปลูก กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	125
ค.16 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ขุยมะพร้าว+ทราย เป็นวัสดุปลูก กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	127
ค.17 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ซีเมนต์+ทราย+หินภูเขาไฟ เป็นวัสดุปลูก กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	129
ค.18 ผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ของหลังคาเขียวที่ใช้ ขุยมะพร้าว+ทราย+หินภูเขาไฟ เป็นวัสดุปลูก กรณีที่ความลึกของวัสดุปลูก เท่ากับ 0.125 เมตร ในวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ. 2552.....	131