



การกักเก็บคาร์บอนของหญ้าในหลังคาเขียว

Carbon Sequestration of Lawn Grass in Green Roofs

รุ่งทิพย์ แสงกลาง (Rungtip Sangklang)* ดร.ศิริลักษณ์ เจริญรากร (Dr.Siriluk Chiarakorn)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของหญ้าในหลังคาเขียว 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าญี่ปุ่น (*Zoysia japonica* Steud.) หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus*) และหญ้านวลน้อย (*Zoysia matrella* Merr.) มีแปลงทดลองขนาด 2*2*0.6 เมตร จำนวน 3 แปลง โดยปลูกหญ้า 1 ชนิดต่อ 1 แปลงทดลอง เป็นระยะเวลา 180 วันและมีการรดน้ำปริมาณ 20 ลิตรต่อแปลงต่อวันและใส่ปุ๋ย จำนวน 20 กรัมต่อแปลงต่อสัปดาห์ จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าชนิดละ 100 กรัมเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนของหญ้าแต่ละชนิดด้วยเครื่อง CHN analyzer และทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำและใส่ปุ๋ยของหญ้าแต่ละชนิด ด้วยวิธีการตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า หญ้าญี่ปุ่น หญ้านวลน้อย และหญ้ามมาเลเซีย สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ 10.26, 10.12 และ 8.78 kgCO₂/m²/year ตามลำดับ การรดน้ำและใส่ปุ๋ยสามารถปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.04 และ 0.48 kgCO₂e/m²/year ตามลำดับและถ้ามีการปลูกหญ้าญี่ปุ่นบนดาดฟ้าตึก คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 6.3 tCO₂e/year

ABSTRACT

This research studied the carbon sequestration of lawn grass species as Japanese grass (*Zoysia japonica* Steud.), Malaysia grass (*Axonopus compressus*) and Manila grass (*Zoysia matrella* Merr.) in green roofs. There are 3 experimental plots with a dimension of 2m.* 2m.* 0.6m. in each were planted for 180 days. The plots were watered once a day (20 L per plot) and applied fertilizer (20 g per plot) once a week. The samples of 100 g in each plot were withdrawn randomly to determine the carbon content with a CHN analyzer. Greenhouse gas emission from water and fertilizer applications was evaluated according to the Thailand Greenhouse gas Management Organization guideline. The results showed that the carbon stored in Japanese grass, Manila grass and Malaysia grass were 10.26, 10.12 and 8.78 kgCO₂/m²/year, respectively. Applications of water and fertilizer can be emitted greenhouse gases only 0.04 and 0.48 kg CO₂e/m²/year. If Japanese grass is planted cover all area of the rooftop of School of Energy Environment and Material Building, the offset of greenhouse gas can be reduced up to 6.3 tCO₂e/year.

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน หลังคาเขียว หญ้าญี่ปุ่น

Key Words: Carbon sequestration, Green roof, Japanese grass

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



บทนำ

ภาวะโลกร้อนกระฉก มีสาเหตุมาจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลก ในปริมาณที่เกินภาวะสมดุล ทำให้เกิดความร้อนสะสมและทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมและสภาพดินฟ้าอากาศของโลก

ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล เป็นต้น และยังมีรณรงค์ให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมนุษย์ และเพิ่มการปลูกต้นไม้ เพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ จากการรายงานของ USDA (United States Department of Agriculture) พบว่า ต้นเมเปิลอายุ 20 ปี จำนวน 1 ต้น สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 66 ปอนด์ต่อปี ดังนั้นถ้าปลูกต้นไม้ 200 ต้น จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าการขับรถยนต์ 1 คัน (พรชัย, 2553) เป็นผลให้ในหลายประเทศมีการรณรงค์ให้มีการปลูกต้นไม้มากขึ้น แต่ในเขตเมืองที่มีปัญหาพื้นที่จำกัด การนำพืชไปปลูกบนหลังคาจึงเป็นการใช้พื้นที่ว่างให้เกิดประโยชน์อีกทางหนึ่ง วิธีการดังกล่าวเรียกว่า“หลังคาเขียว” (Green Roof) ประเทศไทยมีการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในหญ้าแฝกของ Teranet et al. (2011) โดยได้ทำการศึกษาน้ำหนักของ Teranet et al. (2011) โดยได้ทำการศึกษาน้ำหนักจำนวน 4 ชนิด พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พันธุ์สุราษฎร์ธานี และพันธุ์ร้อยเอ็ด ทำแปลงเก็บตัวอย่างขนาด 1*1 เมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน ในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของ Walkley and Black method (1934) ผลการศึกษาพบว่าหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุดเท่ากับ 117.2 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่หญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พันธุ์

ร้อยเอ็ด และพันธุ์ศรีลังกา เท่ากับ 95.2 90.6 และ 78.8 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ Jo และ McPherson (1995) ได้ทำการศึกษากักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สีเขียวเขตเมือง ทางตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้ทำแปลงเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นที่สีเขียว ทำการเก็บตัวอย่างหญ้าที่อยู่ในแปลงทั้งหมด แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่หญ้ากักเก็บได้ในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บได้ของแปลงที่ 1 เท่ากับ 0.09 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี นอกจากนี้ Ismail et al. (2012) ศึกษาปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของหลังคาเขียวที่ปลูกด้วยผักบุ้งทะเลในประเทศมาเลเซียโดยทำการศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงของผักบุ้งทะเลที่ปลูกบนหลังคา ขนาด 3.04 * 2.74 เมตร โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง LI-6400 โดยวัดตั้งแต่วันที่ 5.30 น. ถึง 20.30 น. เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผลการศึกษาพบว่า ผักบุ้งทะเลสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 48.19 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษากักเก็บคาร์บอนของหลังคาเขียวที่ปลูกด้วยหญ้า 3 ชนิดที่นิยมปลูกในสนามหญ้าของประเทศไทยได้แก่ หญ้าญี่ปุ่น หญ้าวลน้อย และหญ้ามมาเลเซีย และเป็นข้อมูลในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามแนวทางของนโยบายเมืองคาร์บอนต่ำอีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษากักเก็บคาร์บอนของหญ้าญี่ปุ่น หญ้ามมาเลเซีย และหญ้ามวลน้อย ในหลังคาเขียว และปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ



วิธีการวิจัย

การสร้างแบบจำลอง

สร้างแบบจำลองหลังคาเขียว ขนาด 28*2*0.6 เมตรจำนวน 3 แปลงบนคาบฟ้าตึกคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยที่หลังคาของแบบจำลองหลังคาเขียวเป็นกระเบื้องใยหินลอนเล็ก และผนังเป็นอิฐมวลเบา บุด้านนอกด้วยแผ่นโพลีเมทา 1.5 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 1 วัสดุปลูกที่ใช้มีดังนี้ แผ่นกรีนรูฟกริด (green roof grid) อยู่ชั้นล่างสุดถัดมาเป็นแผ่นใยสังเคราะห์ (geotextile) และดินปลูกต้นไม้ตามลำดับ จากนั้นทำการปลูกหญ้าญี่ปุ่น, หญ้ามาเลเซีย และหญ้านวลน้อยไว้ด้านบนหลังคา 1 ชนิดต่อ 1 แปลง เป็นระยะเวลา 180 วัน โดยเริ่มทำการปลูกตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2557 ถึง วันที่ 30 กรกฎาคม 2557 ทำการรดน้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง โดยปริมาตรน้ำที่ใช้เท่ากับ 20 ลิตร/แปลง และให้ปุ๋ย สูตร 15-15-15 สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 20 กรัม/แปลง



รูปที่ 1 แปลงทดลองปลูกหญ้าญี่ปุ่น หญ้านวลน้อย และหญ้ามมาเลเซีย

การหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่หญ้าญี่ปุ่น หญ้ามมาเลเซียและหญ้านวลน้อยกักเก็บได้ (Carbon sequestration)

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าชนิดละ 100 กรัม ไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน โดยใช้วิธีการเผาไหม้แบบแห้ง ด้วยเครื่อง CHN analyzer ตามวิธีการของ Alison (1965) ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นนำค่าปริมาณคาร์บอนที่ได้จากห้องปฏิบัติการ (Carbon content) มาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้ จากสมการ (1)

$$\text{Carbon sequestration}(\text{kgCO}_2/\text{m}^2) = C_{\text{content}}(\text{kg}/\text{m}^2) \times (44/12) \quad (1)$$

การหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำ และการใส่ปุ๋ย

การรดน้ำและการใส่ปุ๋ยในการปลูกหญ้าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำและการใช้ปุ๋ย ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2552) พบว่า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของน้ำประปา เท่ากับ 0.0264 kg CO₂e/m³ และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยสูตร 15-15-15 เท่ากับ 2.0500 kg CO₂ e/kg

ศึกษาผลของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำและการใส่ปุ๋ย โดยการคำนวณตามคู่มือ GTO ดังสมการที่ (2), (3) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) จาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(2552)

$$\text{CO}_2\text{emission}_{\text{water}}(\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2) = \frac{\text{water}(\text{m}^3) \times 0.0264(\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^3)}{\text{area}(\text{m}^2)} \quad (2)$$

$$\text{CO}_2\text{emission}_{\text{fertilizer}}(\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2) = \frac{\text{fertilizer}(\text{m}^3) \times 2.05(\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^3)}{\text{area}(\text{m}^2)} \quad (3)$$



การหาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ (Net GHG) จากการปลูกหญ้าในหลังคาเขียว

ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการปลูกหญ้าญี่ปุ่น หญ้ามาเลเซีย และหญ้านวลน้อย ในระยะเวลา 180 วัน โดยคำนวณจากผลต่างของ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ในหน่วยของ kgCO_2/m^2 กับ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการรดน้ำและใส่ปุ๋ย ในหน่วยของ kgCO_2/m^2 จากสมการที่ (4)

Net GHG (kgCO_2/m^2)

$$= \text{Carbon sequestration} - (\text{CO}_2\text{emission}_{\text{water}} + \text{CO}_2\text{emission}_{\text{fertilizer}}) \quad (4)$$

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่หญ้าญี่ปุ่น หญ้ามาเลเซีย และหญ้านวลน้อย กักเก็บได้ พบว่า หญ้าญี่ปุ่นสามารถกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ $10.26 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ หญ้านวลน้อยสามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ $10.12 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ และหญ้ามมาเลเซียสามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ $8.78 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ จากผลการศึกษาพบว่า หญ้าญี่ปุ่นและหญ้านวลน้อยสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากหญ้าญี่ปุ่นและหญ้านวลน้อยมีลักษณะลำต้นที่คล้ายคลึงกัน และมีปริมาณมวลชีวภาพใกล้เคียงกัน (ลิน, 2535) ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้ใกล้เคียงกันอีกด้วย แต่หญ้ามมาเลเซียมีมวลชีวภาพน้อยกว่าหญ้าทั้งสองชนิด จึงมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าหญ้าญี่ปุ่นและหญ้านวลน้อย

ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำและใส่ปุ๋ย

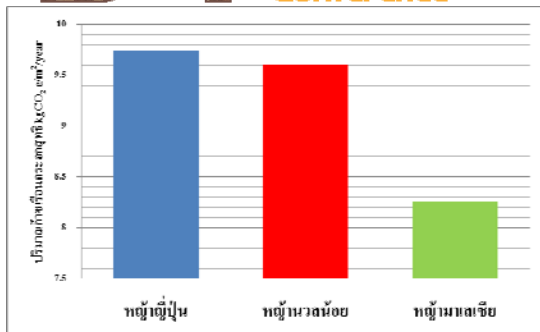
ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการรดน้ำ เท่ากับ $0.04 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ และ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกิจกรรมการใส่ปุ๋ยเท่ากับ $0.48 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$

ผลการศึกษาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ(Net GHG) จากการปลูกหญ้า 3 ชนิด

จากการศึกษาปริมาณการลดการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการปลูกหญ้าแต่ละชนิด พบว่าหญ้าญี่ปุ่นสามารถกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุด เท่ากับ $9.74 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ รองลงมาคือหญ้านวลน้อย เท่ากับ $9.60 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ และหญ้ามมาเลเซีย เท่ากับ และ $8.26 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{year}$ ดังแสดงในรูปที่ 2 เนื่องจากหญ้าสามารถดูดซับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากกว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำและใส่ปุ๋ย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการปลูกหญ้าญี่ปุ่นบนคาบฟ้าศึกษาคณะพลังงานสิ่งแวดล้อม และวัสดุซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 650 ตารางเมตร ก็จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้เท่ากับ $6,331 \text{ kgCO}_2/\text{year}$ ซึ่งจากการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งมีค่าเท่ากับ $538,680 \text{ kgCO}_2/\text{year}$ (กนกพร, 2555) การปลูกหญ้าจะช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ของคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ประมาณร้อยละ 0.82

34th The National Graduate Research Conference



รูปที่ 2 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ
สรุปผลการวิจัย

การปลูกหญ้าญี่ปุ่นสามารถกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรดน้ำและการใส่ปุ๋ย โดยมีปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ เท่ากับ 9.74 kgCO₂e/m²/year รองลงมาคือ หญ้าขนาดเล็กและหญ้ามาเลเซีย เท่ากับ 9.60 kgCO₂e/m²/year และ 8.26 kgCO₂e/m²/year ตามลำดับ ดังนั้นการปลูกหญ้าบนหลังคานอกจากเป็นการใช้พื้นที่ว่างบนหลังคาให้เกิดประโยชน์ แล้วยังช่วยกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางของนโยบายเมืองคาร์บอนต่ำของประเทศด้วย

เอกสารอ้างอิง

กนกพร สิทธิจินดาโชค. 2555. คาร์บอนฟุตพริ้นองค์กร : คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และ วัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม]. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.พรชัย เหลืองอากาศ.2553.โลกทั้งใบ ใครว่าร้อน.กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.กรุงเทพฯ.

สิน พันธุ์พินิจ. 2535. การจัดการสนามหญ้า. รวมสาส์น. กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).2552.แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นผลิตภัณฑ์.บริษัทอมรินทร์ พรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด มหาชน.กรุงเทพฯ.

Allison LE. 1965. C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis: Part2 Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Madison USA : 1346-1366.

Ismail A,Samad MH, Rahman M, Yeok FS. 2012. Cooling Potentials and CO₂ Uptake of IpomoeaPes-prae Installed on the Flat Roof of a Single Story Residential Building in Malaysia. Procedia Social and Behavioral Sciences. 35 :361-368.

Jo H, McPherson, EG. 1995. Carbon storage and Flux in Urban Residential Greenspace, Jurnal of Environmental Management.45 : 109-133.

Teranet P, Wattanaprapat K, Meesing I, Nopmalai P. 2011. Carbon Sequestration and Carbon Dioxide Emission in Vetiver Grass Cultivation Areas in Thailand. Fifth International Conference Vetiver and Climate Change. 28-31 October, Lucknow, India.

Walkley A, Black IA. 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 37:29-37.