

Thesis Title Effect of Biomass Burning on Atmospheric Acid Deposition in
Chiang Mai–Lamphun Intermontane Basin

Author Miss Sopittaporn Sillapapiromsuk

Degree Doctor of Philosophy (Environmental Science)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Somporn Chantara Advisor

Dr. Tippawan Prapamontol Co-advisor

Dr. Urai Tengjaroenkul Co-advisor

Asst. Prof. Dr. Sukon Prasitwattanaseree Co-advisor

ABSTRACT

Biomass burning is believed to be the main source of air pollution that occurs during the dry season in Chiang Mai, as well as in other provinces in the upper northern region of Thailand. It is important to know how the emissions of biomass burning affects the atmospheric conditions, particularly in countries situated in tropical zones, such as Thailand, where open burning is a common practice during the dry season. Forest areas and agricultural fields of rice and maize plantations were the areas where open burning most often took place as reflected by hotspot data. Therefore, three types of biomass, including agricultural waste (rice straw and maize residue) and forest leaf litter were selected for the burning experiment in a self-designed stainless steel chamber. PM10 samples were collected using a mini volume

air sampler. Concentrations of gases (CO, NO, NO₂ and SO₂) emitted from the burning were continuously measured using a gas analyzer. For the collection of water-soluble samples, smoke from burning in the storage chamber was continuously pumped into a collector containing 10 L of deionized water. The samples were analyzed for anions (CH₃COO⁻, HCOO⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ and SO₄²⁻) and cations (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺) by ion chromatograph. The ion compositions emitted from biomass burning in the chamber and the ambient air, were compared based on the results gained from the principal component analysis (PCA). It was found that PM10 emitted from biomass burning in the chamber showed high loadings of K⁺ and Cl⁻, while the ambient PM10 samples collected during dry season at the roof top of the nine-storey building in Chiang Mai University also showed a high loading of K⁺. Therefore, it can be deduced that in the dry season, biomass burning is a major source of air pollutants in this area.

The EFs of the PM10 resulting from biomass burning in the chamber in descending order were leaf litter (1.52 g/kg) > maize residue (0.90 g/kg) > rice straw (0.69 g/kg). A profile of PM10-bound ion emissions from the burning of rice straw and maize residue burnings revealed that K⁺ (47-86 mg/kg) and Cl⁻ (46-79 mg/kg) were the major ions. It can be concluded that K⁺ and Cl⁻ were highly emitted from agricultural waste burning due to the use of fertilizers and herbicides in the field, respectively. The major water-soluble ion emitted from the burning of all biomass types was CH₃COO⁻ (204-302 mg/kg), which may be from biomass burning and the primary emissions from vegetation and the soil. The order of gases emitted from biomass burning were CO >> NO₂ > NO > SO₂.

Emission rates (ERs) of PM₁₀, PM₁₀-bound ions and water-soluble ions from biomass burning in Chiang Mai were estimated based on the EFs and the burning area in 2010 and 2011. The highest ERs of PM₁₀ (2,794 tons), total PM₁₀-bound ions (151 tons) and total water-soluble ions (1,532 tons) in 2010 were from forest burning. The same trend was found in 2011, but with 1-5 times lower values than the previous year. This was due to the unusually high amount of precipitation in the dry season of 2011. Therefore, forest burning was identified as the major source of air pollutant emission in this area.

The effects of biomass burning on atmospheric acid deposition were assessed. The monitoring of dry and wet deposition has been conducted at Mae Hia Research Center, Chiang Mai Province. The results of a component analysis highlighted the influence of various sources, such as combustion fuel, agricultural activity, biomass burning and soil re-suspension. Remarkably, a high loading of K⁺ was found in the dry season samples indicating that this was the result of biomass burning. This has led to the conclusion that biomass burning clearly and definitively affects the air quality, as well as the acid deposition pattern in this area.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของการเผาชีวมวลต่อการตกสะสมของกรดในบรรยากาศในแอ่งระหว่างภูเขาเชียงใหม่-ลำพูน

ผู้เขียน นางสาวโศภิษฐพร ศิลปกริมย์สุข

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร จันทระ	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร. ทิพวรรณ ประภามณฑล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. อุไร เตังเจริญกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุคนธ์ ประสิทธิ์ วัฒนเสรี	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การเผาชีวมวลเป็นแหล่งที่มาหลักของมลพิษทางอากาศในช่วงฤดูแล้งในจังหวัดเชียงใหม่ และในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จึงจำเป็นต้องทราบถึงผลกระทบของการปล่อยมลพิษจากการเผาชีวมวลสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย มักจะมีการเผาในที่โล่งในช่วงฤดูแล้ง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลจุดความร้อน พบว่าพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมทั้งนาข้าวและไร่ข้าวโพด เป็นพื้นที่ที่พบการเผาในที่โล่งบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงเลือกชีวมวล 3 ชนิด ได้แก่ เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ฟางข้าวและเศษต้นข้าวโพด) และเศษใบไม้จากป่า เป็นวัตถุดิบสำหรับการทดลองการเผาในถังสแตนเลสซึ่งออกแบบเพื่อจำลองการเผา ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพีเอ็ม₁₀ โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบปริมาตรต่ำ ทำการวัดปริมาณก๊าซ (คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนตริกออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์) ที่ถูกปล่อยออกมาจากการเผาอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องตรวจวัดก๊าซ ส่วนการเก็บตัวอย่างแบบละลายน้ำ ทำโดยเก็บควันจากการเผาอย่างต่อเนื่องลงในภาชนะซึ่งบรรจุน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 10

ทำการประเมินผลของการเผาชีวมวลต่อการตกสะสมของกรดในบรรยากาศ โดยการติดตามตรวจสอบการตกสะสมแบบแห้งและแบบเปียกที่ศูนย์วิจัยแม่เหิยะ จังหวัดเชียงใหม่ จากผลการวิเคราะห์สัดส่วนองค์ประกอบหลักพบว่าการตกสะสมของกรดได้รับอิทธิพลจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง กิจกรรมทางการเกษตร การเผาชีวมวล และฝุ่นดิน โดยที่โพแทสเซียมมีค่าสัดส่วนสูงในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้ชีวมวล จึงสามารถสรุปได้ว่าการเผาชีวมวลมีผลต่อคุณภาพอากาศ ตลอดจนรูปแบบการตกสะสมของกรดในพื้นที่นี้