

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์หลักของการนำเสนองานนี้ก็คือการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านจากหญ้าเนเปียร์สำหรับใช้กำจัดโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำดิบ เพื่อนำไปใช้กับการผลิตน้ำประปาหมู่บ้านโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงพื้นผิว การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวเคมี และเนื้อของถ่านตัวอย่างที่ใช้ศึกษาหลังจากปรับปรุงด้วยการใช้สารออกซิไดส์ ซึ่งเป็นแก๊สโอโซนจากเครื่องกำเนิดโอโซนขนาด 15 กรัมโอโซนต่อชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของถ่านตัวอย่างที่ถูกปรับปรุง ก็จะถูกตรวจสอบในเทอมของ BET เพื่อคำนวณหาพื้นที่ผิวเฉพาะและเทอม FTIR ของหมู่ฟังก์ชันกรดและหมู่ฟังก์ชันออกไซด์ รวมถึงการนำเทคนิคของ Boehm's Titration มาสนับสนุนการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของกรดในเชิงปริมาณด้วย ในการศึกษานี้ได้รวมเอาการทดลองการดูดซับเพื่อกำจัดโลหะหนัก (Fe) ของถ่านหญ้าเนเปียร์ ทั้งที่ยังไม่ได้ปรับปรุงและปรับปรุงโดยวิธีการออกซิไดส์ โดยการใช้เวลาที่แตกต่างกัน

#### 4.1 สมบัติของถ่านตัวอย่าง

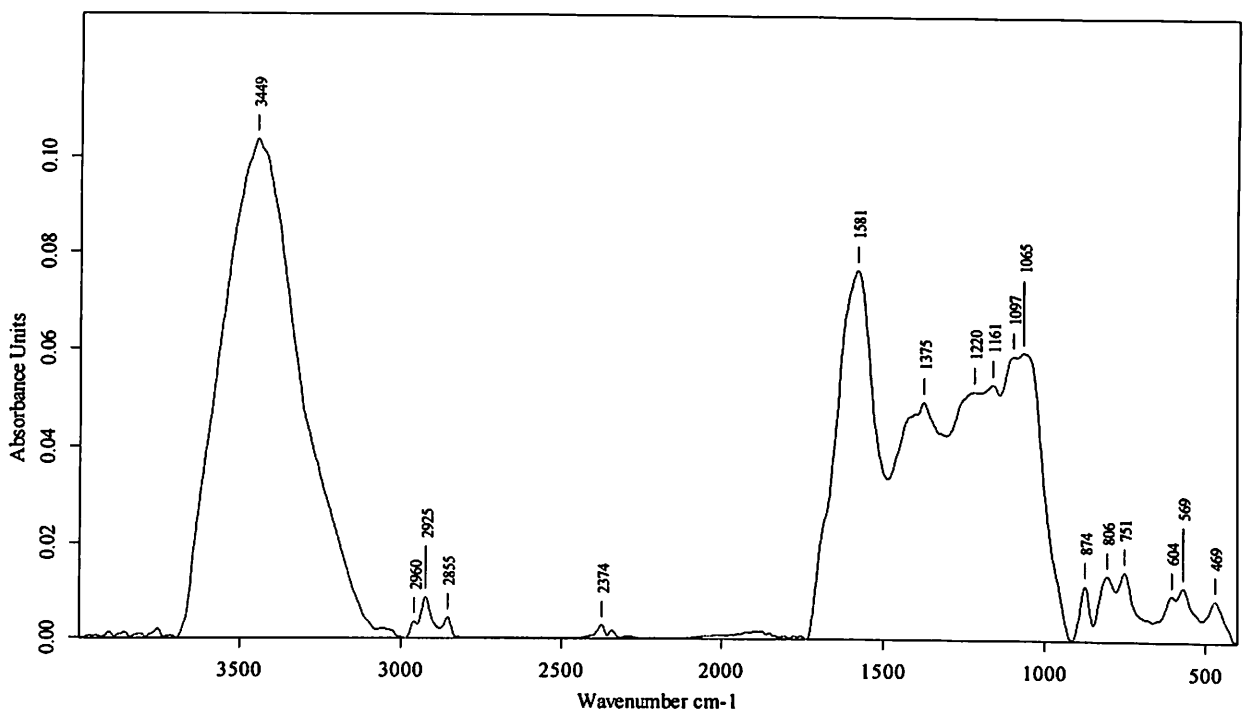
ถ่านตัวอย่างจากการเผาโดยเทคโนโลยีชาวบ้าน ที่ใช้ในการศึกษาเป็นถ่านบดชนิดผงเตรียมได้จากวัตถุดิบที่เป็นหญ้าเนเปียร์พันธุ์เขียวสยามและมีสมบัติเฉพาะดังแสดงในตารางที่ 4.1 และแสดงในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.1 สมบัติเฉพาะตัวของถ่านตัวอย่างจากการเผาโดยชาวบ้านที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงพื้นผิว

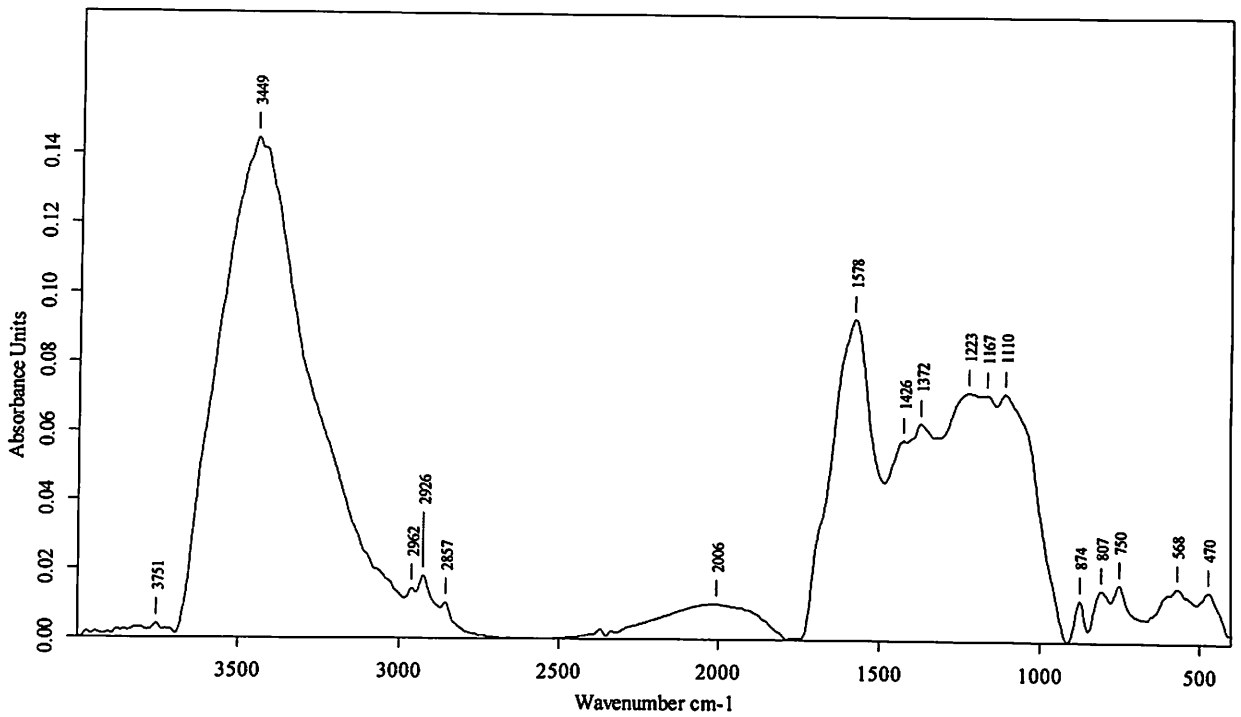
Micropore volume: 0.119 cm <sup>3</sup> /g	Particle density: 1.000 kg/m <sup>3</sup>
Micropore area: 302.4094 m <sup>2</sup> /g	Langmuir Surface Area: 337.1899 m <sup>2</sup> /g
Average pore size: 2.18 nm	BET surface area: 218.0418 m <sup>2</sup> /g

## 4.2 ผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือวิเคราะห์ FT-IR Spectroscopy

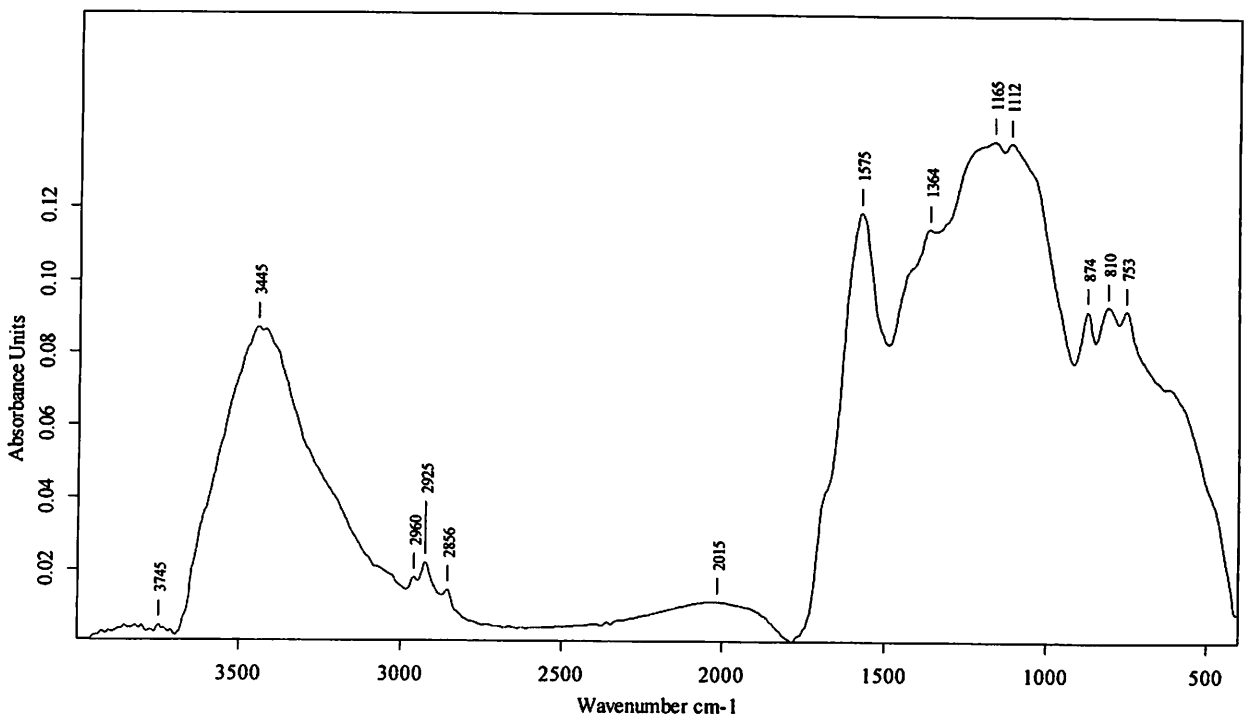
เครื่องมือวิเคราะห์ FT-IR spectroscopy สามารถให้ข้อมูลของโครงสร้างทางเคมีของสารที่อยู่บนพื้นผิวถ่านตัวอย่างได้ ซึ่งสเปกตรัมของหมู่ฟังก์ชันทั้งหมดเทียบหาได้จากคู่มือของสเปกตรัมมาตรฐาน (Smith, 1999) และค่า Wavenumber ที่ใช้สำหรับสเปกตรัมของถ่านตัวอย่างทุกประเภทได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.2 สำหรับสเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.1 4.2 4.3 4.4 และรูปที่ 4.5 มีการเปลี่ยนแปลงของหมู่ฟังก์ชันในถ่านตัวอย่างและถ่านตัวอย่างหลังผ่านการดูดซับโอโซนที่เวลาต่าง ๆ หมู่ฟังก์ชันเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของถ่านหญ้าเนเปียร์ซึ่งจริง ๆ แล้วมีปริมาณมาก โดยถ่านตัวอย่างหลังจากการดูดซับโอโซนที่เวลา 30 60 90 และ 120 นาที พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของหมู่ฟังก์ชัน โดยการสังเกตจากรูปร่างของสเปกตรัมของ FT-IR



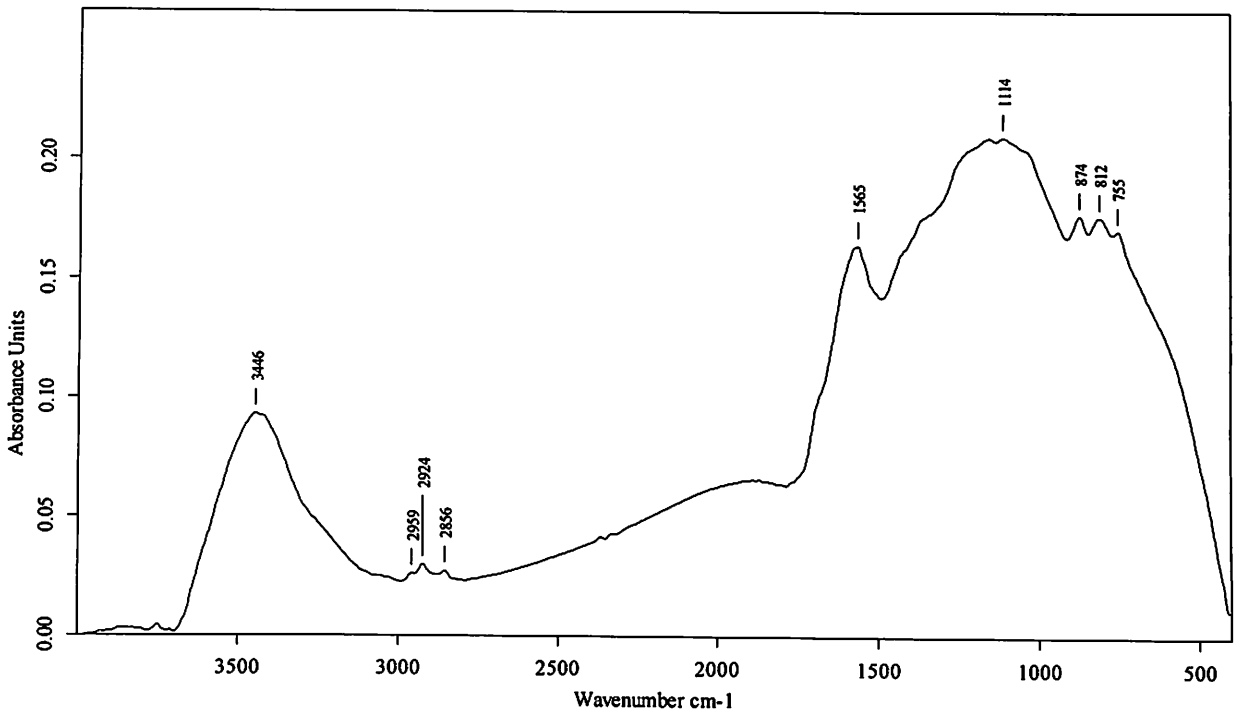
รูปที่ 4.1 สเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างที่ไม่ผ่านการออกซิไดส์ด้วย  $O_3$



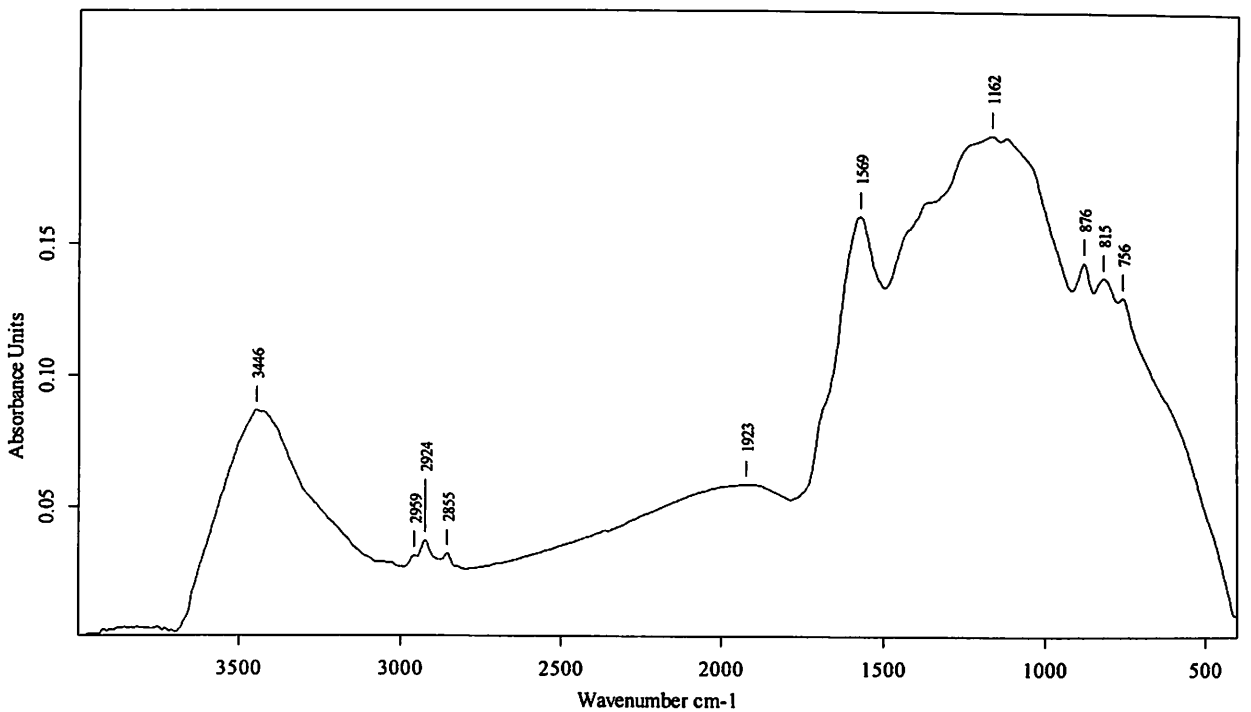
รูปที่ 4.2 สเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างจากการออกซิไดส์ด้วย  $O_3$  เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 4.3 สเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างจากการออกซิไดส์ด้วย  $O_3$  เป็นเวลา 60 นาที



รูปที่ 4.4 สเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างจากการออกซิไดส์ด้วย  $\text{O}_3$  เป็นเวลา 90 นาที



รูปที่ 4.5 สเปกตรัม FT-IR ของถ่านตัวอย่างจากการออกซิไดส์ด้วย  $\text{O}_3$  เป็นเวลา 120 นาที

ตารางที่ 4.2 ความเป็นไปได้ของ FT-IR Peak ที่ได้จากถ่านตัวอย่าง โดย FT-IR Spectroscopy

Wavenumber, $\text{cm}^{-1}$	Vibration mode	Atomic groupings
3200 – 3500	O-H (stretching)	Hydrogen bonding, Alcohol and Phenol
2853 – 2962	C-H (stretching)	Alkane, Aromatic- $\text{CH}_3$
2400 – 3400	O-H (C-O stretching)	Carboxylic Acid
1500 – 1600	$\text{NO}_2$ (stretching)	Nitro Compound
1365 – 1395	C-H (bending)	Alkane
1000 – 1400	C-O (stretching)	Alcohol and Phenol
1000 – 1300	C-O (stretching)	Ether, Ester
650 – 1000	C=C (stretching)	Alkene
675 – 900	=C-H (stretching)	Aromatic Hydrocarbon

#### 4.3 การวิเคราะห์ด้วยวิธี Boehm's Titration

ออกซิเจนเชิงซ้อนที่ได้ทำการพิสูจน์เอกลักษณ์โดย FT-IR spectroscopy จากถ่านตัวอย่างที่ไม่ผ่านการออกซิไดส์ด้วย  $\text{O}_3$  และถ่านที่ถูกออกซิไดส์ด้วย  $\text{O}_3$  ด้วยเวลาที่แตกต่างกัน อาจเป็นข้อมูลที่ไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ดังนั้นจึงนำเอาเทคนิคการไทเทรตมาประยุกต์ใช้ซึ่งเรียกว่าเทคนิค Boehm's Titration เพื่อใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณของ กรดคาร์บอกซิลิก กรดแลคโตนิก และ กรดฟีนอลิก ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของ Boehm's Titration

Sample	Concentration of acidic groups (mmol / g-sample)			
	Carboxylic	Phenolic	Lactonic	Total Acidity
Original	0.0934	0.0127	0.0135	0.1196
O <sub>3</sub> oxidation 30 min	0.0937	0.0144	0.0215	0.1296
O <sub>3</sub> oxidation 60 min	0.0938	0.0228	0.0199	0.1365
O <sub>3</sub> oxidation 90 min	0.0942	0.0170	0.0168	0.1280
O <sub>3</sub> oxidation 120 min	0.0941	0.0174	0.0282	0.1397

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธีของ Boehm's Titration ในตารางที่ 4.3 พบว่ามีความเข้มข้นของหมู่ฟังก์ชันที่เกิดกับถ่านจากหญ้าเนเปียร์ที่เผาโดยเทคโนโลยีชาวบ้าน (Original) ที่ยังไม่ผ่านการออกซิไดส์ด้วยแก๊สโอโซน เนื่องจากถ่านที่เป็นใช้เป็นวัตถุดิบนั้นยังไม่มีกระบวนการกระตุ้น (Activation) จึงยังคงมีหมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ ติดมาด้วย หลังจากนั้นนำถ่านมาผ่านการออกซิไดส์ด้วยแก๊สโอโซนด้วยเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าแนวโน้มในการเกิดหมู่ฟังก์ชันก็เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการออกซิไดส์ใช้มากขึ้น โดยหมู่ฟังก์ชันที่เกิดขึ้นในปริมาณมากที่สุดคือกรดคาร์บอกซิลิกมีความเข้มข้นสูงสุด 0.0942 mmol / g-sample กรดแลกโทนิคมีความเข้มข้นสูงสุด 0.0282 mmol / g-sample และกรดฟีนอลิกมีความเข้มข้นสูงสุด 0.0228 mmol / g-sample ส่วนปริมาณหมู่ฟังก์ชันรวมสูงสุดเท่ากับ 0.1397 mmol / g-sample เมื่อใช้เวลาในการออกซิไดส์ด้วยแก๊สโอโซนเป็นเวลา 120 นาที

#### 4.4 การวิเคราะห์ด้วย Atomic Absorption Spectrometry (AAs)

การวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะเหล็กที่เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนไอออนในกระบวนการเติมโลหะเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของถ่านตัวอย่าง โดยการใช้ Atomic Absorption Spectrometry ดังตารางที่ 4.4 แสดงถึงผลของถ่านตัวอย่างทั้งที่ไม่ผ่านการออกซิไดส์และผ่านการออกซิไดส์ด้วย  $O_3$  โดยการใช้เวลาในการแลกเปลี่ยนไอออนของเหล็กกับถ่านตัวอย่าง เป็นเวลา 30 นาที ทุกตัวอย่าง

พบว่าปริมาณโลหะเหล็กที่พบมากที่สุด 4.83 mg-Fe/g-sample ได้แก่ ถ่านตัวอย่างที่ได้จากการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการออกซิไดส์กับ  $O_3$  เป็นเวลา 120 นาที ส่วนในกรณีของถ่านตัวอย่างที่ไม่ถูกออกซิไดส์ด้วย  $O_3$  พบปริมาณเหล็กน้อยที่สุด 1.81 mg-Fe/g-sample มีแนวโน้มว่าเมื่อเวลาการออกซิไดส์ที่ใช้เพิ่มขึ้นทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับปริมาณเหล็กในถ่านตัวอย่างเพิ่มขึ้นด้วย

ตาราง 4.4 ปริมาณโลหะเหล็กที่ถูกดูดซับเข้าไปในถ่านหญ้าเนเปียร์ตัวอย่าง

Sample description	Sample wt.(g)	Iron conc. (ppm)	mg- Fe/g- sample
Original	0.9933	1.8	1.81
$O_3$ oxidation 30 min	0.9797	2.7	2.76
$O_3$ oxidation 60 min	0.9426	3.2	3.39
$O_3$ oxidation 90 min	0.9737	3.7	3.80
$O_3$ oxidation 120 min	0.9726	4.7	4.83