

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 เถ้าหนัก

เถ้าหนัก (bottom ash) เป็นวัสดุพลอยได้ที่มีมากและสำคัญชนิดหนึ่งจากการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง พบว่าหลังจากที่ถ่านหินลิกไนต์ในเตาเผาถูกไหม้เองแล้วความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านไปให้น้ำจนน้ำเดือดกลายเป็นไอและมีความดันสูง ซึ่งจะไปหมุนกังหันไอน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ส่วนกากที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์ในเตาจะเรียกว่า “เถ้าจากถ่านหิน” (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544)

เถ้าถ่านหิน (coal ash) เป็นสิ่งเหลือทิ้งที่ได้จากการเผาไหม้และการบดถ่านหิน ซึ่งเถ้าถ่านหินจะมีอยู่ 2 กลุ่มหลัก คือ (1) เถ้าลอย (fly ash) เป็นเถ้าที่ปนไปกับก๊าซร้อน ปริมาณเถ้าเถ้าที่เกิดขึ้นมีปริมาณร้อยละ 80-95 ของเถ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมด เป็นเถ้าที่มีน้ำหนักเบา ไม่แน่นทึบจึงต้องมีการติดตั้งเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitator) เพื่อแยกฝุ่นออกจากก๊าซร้อนก่อนจะปล่อยก๊าซออกทางปล่องควัน (2) เถ้าหนัก (bottom ash) เป็นเถ้าที่มีความหนาแน่นมากกว่าและจับกันเป็นก้อนซึ่งจะต้องกำจัดออกจากเตาเผา (Wester and Trlica, 1977) เมื่อเกิดการปะทุของอนุภาคถ่านหินในบริเวณที่เกิดการสันดาปอุณหภูมิที่สูงในบริเวณนั้นจะหลอมอนุภาคของเถ้าถ่านหินที่เหลือจากการเผาไหม้ให้ปะทะกันเป็นเม็ดหรือเป็นก้อนที่โตขึ้นและตกลงสู่ก้นเตา นอกจากนั้นยังมีบางส่วนของเถ้าซึ่งปะทะกับผนังเตาและหลอมติดกันเป็นก้อนขนาดใหญ่เรียกว่าตะกรัน เมื่อมีน้ำหนักรวมกันมากขึ้นก็จะหล่นลงสู่ก้นเตาเช่นกัน เถ้าที่หล่นลงมาประเภทนี้เรียกได้หลายอย่าง เช่น เถ้าตะกรัน หรือ เถ้าหนัก หรือ เถ้าก้นเตา (bottom ash) ซึ่งจะมีปริมาณร้อยละ 15-25 โดยน้ำหนักของเถ้าถ่านหินทั้งหมด (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544)

เนื่องจากการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการใช้ถ่านหินเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของถ่านหินที่ผ่านการเผาไหม้แล้วจึงมีมากและเป็นสิ่งที่เหลืออยู่มากมายซึ่งเป็นการเพิ่มการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้มีการให้ความสำคัญถึงผลของการชะล้างของปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนัก (Wang et al., 1999)

2.1.1 สมบัติทางกายภาพ

เถ้าหนักโดยทั่วไปมีลักษณะอนุภาคคล้ายกรวดและทราย สีเทาดำ เนื้อหยาบ โครงสร้างมีรูพรุน ขนาดตั้งแต่ 0.1 ถึง 10 มม. ดังนั้นทางกายภาพจึงมีคุณสมบัติที่ดีในการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศและสามารถใช้แทนทรายได้ดี ในการทำวัสดุผสมสำหรับการปลูกพืชในกระถาง อีกทั้งวัสดุดังกล่าวมีราคาถูก ในปัจจุบันจึงได้มีการใช้เถ้าหนักเป็นสารปรับปรุงดินเพื่อใช้ในการเกษตรกันอย่างกว้างขวาง(Korcak,1993)

2.1.2 สมบัติทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าหนัก (bottom ash) ผันแปรได้มากขึ้นอยู่กับแหล่งและชนิดของลิกไนต์ รวมทั้งวิธีการเผาไหม้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ถึงแม้ว่าเถ้าหนักสามารถใช้เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารหลักและจุลธาตุ (macro and micronutrients) หลายชนิด เช่น แคลเซียม (Ca), เหล็ก (Fe), แมกนีเซียม (Mg), โพแทสเซียม (K), โบรอน (B), อะลูมิเนียม (Al), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn), โมลิบดีนัม (Mo) และสังกะสี (Zn) ยกเว้นธาตุอาหารที่จำเป็น (essential element) เช่น ไนโตรเจน (N) (Wester and Trlica, 1977) ซึ่งอาจไม่พบหรือพบได้น้อยเนื่องจากสูญเสียไประหว่างกระบวนการเผาไหม้ โดยพบว่าจากองค์ประกอบทั้งหมดนี้ มีธาตุที่จำเป็นต่อพืชคือ แคลเซียม (Ca), เหล็ก (Fe), แมกนีเซียม (Mg), โพแทสเซียม (K) และซิลิกอน (Si) (Korcak,1995) ทั้งนี้จะพบธาตุที่ระเหยได้ในปริมาณที่ต่ำ เช่น พวกรอท (Hg) และซีลีเนียม (Se) อีกด้วย (Meij, 1995; Hower et al., 1993, 1994, 1996; Swaine, 1990, 1995; Querol et al., 1999) แต่ปริมาณของจุลธาตุบางธาตุรวมทั้งโลหะหนักบางชนิด เช่น สารหนู (As), แคดเมียม (Cd), นิกเกิล (Ni), โครเมียม (Cr) และ ตะกั่ว (Pb) อาจมีมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช (Korcak,1993)

2.2 การนำเถ้าหนักมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

การศึกษาเกี่ยวกับการนำเถ้าหนักมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร พบว่าเริ่มมีแพร่หลาย สืบเนื่องมาจากคุณสมบัติของเถ้าหนักทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยพบว่าเถ้าหนักสามารถเป็นองค์ประกอบรวมในการเกษตรได้อย่างดี เช่น ใช้ในการปรับปรุงดิน เพิ่มธาตุอาหารหลักและจุลธาตุ เป็นวัตถุตั้งต้นของปุ๋ยหมัก เป็นต้น ซึ่งในการนำมาใช้จะต้องคำนึงถึงเวลาวัตถุประสงค์และปริมาณที่นำมาใช้เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย (Dzeletovic and Filipovic,1995)

2.2.1 ผลของเถ้าหมักเมื่อนำมาใช้ร่วมกับดิน

เถ้าหมักทำหน้าที่เป็นสารปรับปรุงดิน (soil amendment) ที่ดีได้ Wester and Trlica (1977) นำเถ้าหมักมาทดลองปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ blue grama, western wheatgrass และ fourwing saltbush โดยได้นำเถ้าหมักมาผสมกับดินในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไปเพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืช 3 ชนิด พบว่าเถ้าหมักทำให้ความสูงของพืชทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกและการอยู่รอดของ western wheatgrass และ fourwing saltbush คิดเป็นร้อยละ 77 ทั้งยังพบว่ามีประสิทธิภาพในการเพิ่มความเป็นกรด-ด่าง ธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจน โพแทสเซียมและจุลธาตุต่างๆอีกด้วย

Wearing et al. (2002) พบว่าการใส่เถ้าหมักในอัตราประมาณ 8 ตัน/ไร่ ทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในสภาพไร่นาเพิ่มขึ้น 65% จากแปลงที่ไม่ได้ใส่เถ้าหมัก โดยไม่ทำให้เกิดมลภาวะใดๆของโลหะหนัก สาเหตุของการเพิ่มขึ้นของผลผลิตส่วนหนึ่งเนื่องมาจากอิทธิพลของเถ้าหมักต่อการปรับปรุงเนื้อดินและการอุ้มความชื้นที่ดีขึ้นของดิน

Huang-Mu (2005) พบว่าการนำเถ้าหมักจากเตาเผาซึ่งมีความเป็นด่างมาใช้ผสมลงดินทำให้จุลินทรีย์ดินพวก anaerobic เจริญเติบโตได้ดี

ในการศึกษาอิทธิพลของเถ้าหยาบและเถ้าลอยในดินกรดชุดปากช่องต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า (*Brassica cleracea* L.) Im-Erb et al. (2004) แสดงให้เห็นว่านอกจากผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้นแล้ว การใส่วัสดุดังกล่าวยังช่วยเพิ่ม CEC, %base saturation, ความเป็นประโยชน์ของ Ca, Mg และ S ในดินโดยที่ปริมาณของโลหะหนัก Cd, As, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb และ Zn ในดินอยู่ในระดับที่ยังไม่เป็นอันตราย แต่ Cd, Cr และ Ni ในพืชอยู่ในระดับที่วิกฤต

Dzeletovic and Filipovic (1995) ศึกษาเมล็ดของพืชที่ปลูกบนเถ้าหมักบนพื้นที่ที่แตกต่างกัน พบว่าคุณภาพของเมล็ดจะดีเมื่อมีการใช้ปุ๋ยและเทคนิคทางการเกษตร โดยคุณภาพการงอกของพืชตระกูลหญ้า (autumn rye และ barley) อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ทั้งยังพบว่าหลังจากการตกตะกอนของเถ้าหมักทำให้สามารถใช้ทำการเกษตรได้โดยปราศจากชั้นของฮิวมัส

2.2.2 ผลของเถ้าหนักเมื่อนำมาใช้ร่วมกับปุ๋ย

Black และ Zimmerman (2002) ได้ศึกษาการใช้เถ้าหนักร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืชในกระถาง พบว่าการใช้วัสดุดังกล่าวในอัตรา 1:1 โดยไม่ต้องใช้ดิน ทำให้ผลผลิตของบลูเบอร์รี่ (*Vaccinium corymbosum* L.) เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้ดินเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของธาตุต่างๆรวมทั้งโลหะหนักในใบและผลอยู่ในช่วงปกติ โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ของ USEPA (United State Environment Protection Agency)

Mukhtar et al. (2003) ศึกษาทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากเถ้าหนักซึ่งเน้นถึงคุณภาพของน้ำและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้เถ้าหนักและปุ๋ยคอกเพื่อเป็นวัสดุในการปรับปรุงดินหรือโรยหน้าดิน โดยทดลองให้เห็นสัดส่วนของการใช้เถ้าหนักร่วมกับปุ๋ยคอก (composted dairy manure) ภายใต้สภาวะต่างๆ คือ สภาวะน้ำท่วมขัง สภาวะน้ำไหลผ่านและสภาวะการอึดตัวด้วยน้ำ พบว่าอัตราการใช้ร่วมกันนั้นควรจะใช้ในปริมาณที่ต่ำกว่า 30% เพื่อลดความเข้มข้นของธาตุต่างๆที่มีอยู่ไม่ให้มีในปริมาณที่มากเกินไป

Chen (1991) ได้ทำการประเมินการใช้เถ้าหนักร่วมกับปุ๋ยหมักในการทำวัสดุปลูกพืชสวนประดับ คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของเถ้าหนักจะถูกกำหนดลักษณะและเปรียบเทียบกับเถ้าภูเขาไฟ(tuff) พบว่าเถ้าหนักและเถ้าภูเขาไฟจะมีลักษณะเก็บกักน้ำและธาตุอาหารที่ละลายน้ำได้น้อย ทั้งยังพบว่ามีรูพรุนอยู่มาก การเติมปุ๋ยหมักที่ทำมาจากกากองุ่นผสมกับมูลวัวในอัตรา 1: 1 จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุปลูกด้วย

ในปัจจุบันในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศรวมทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป ได้มีการนำเถ้าหนักมาใช้ในการเกษตรกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งถึงแม้จะเป็นที่แน่ชัดว่า เถ้าหนักมีศักยภาพที่ดีในการเพิ่มผลผลิตพืช แต่การนำมาใช้และเผยแพร่ให้กับเกษตรกร จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ที่สำคัญเช่น ปริมาณการสะสมในดินและปริมาณการชะล้าง (leaching) ของธาตุอาหารต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งข้อมูลและการศึกษาดังกล่าวในประเทศไทยยังมีน้อยมาก

2.3 ข้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Oryza sativa* L.

ชื่อสามัญ คือ rice

จัดอยู่ใน Family : Gramineae
Genus : Oryza
Species : sativa

ข้าวที่ใช้ในการทดสอบเป็นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 60 ได้มาจากการผสมกันระหว่างพันธุ์ดอกมะลิ 70 กับสายพันธุ์ Chinese 345 และปลูกคัดเลือกชั่วที่ 1 ปลูกคัดเลือกในชั่วต่อ ๆ มาจนได้เป็นพันธุ์ SPT' 58 - 37 - 400 มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 159 ซม. เป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้เฉพาะนาปี ลำต้นและใบสีเขียว มีขนบนใบ รวงแน่น มีกลิ่นหอมคล้ายข้าวดอกมะลิ 105 แต่หุงสุกแล้วไม่แฉะง่าย คุณภาพเมล็ดดียาวเรียวยาว เลื่อมมัน ใส แกร่ง เป็นท้องไข่น้อย ด้านทานโรคใบเน่าดีมาก แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่ต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ เช่น โรคใบไหม้และหาคาใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากต้นจะล้มง่าย(<http://www.doa.go.th/data-agri/RICE/3var/PT60.html>)

2.4 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Zea mays* L.

ชื่อสามัญ คือ maize Indian หรือ corn

จัดอยู่ใน Family : Gramineae
Genus : Zea
Species : mays

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เป็นที่นิยมของเกษตรกร ได้แก่ ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว CPD 888 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,000 กก./ไร่ ไร่ ให้ฝัก 2 ฝัก/ต้น ทนแล้ง ด้านทานโรคและแมลงได้ดี มีสีสวยจึงเป็นที่ต้องการของตลาดและโรงงานอาหารสัตว์

(http://www.cpcrop.com/virtual_office/company/thai_ver/research.html)