การวิจัยธาตุอาหารที่เหมาะสมกับบัวหลวง

นายจุลศักดิ์ บุญรัตน์[๑/] นายสุรไกร สังฆสุรรณ์[๒/] นางนลินี จาริกภากร[๒/]

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าบัว ดำเนินการระหว่างปีงบประมาณ ๒๕๕๔ ถึง ๒๕๕๖ มี ๕ กิจกรรมหลักประกอบด้วย ๑) ศึกษาศักยภาพการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพันธุ์บัวหลวง ๒) การพัฒนาแป้งบัว ๓) การสำรวจศัตรูพืชที่สำคัญของพันธุ์บัวหลวง ๔) การผลิตสมุนไพรบัวหลวงเพื่อโภชนเภสัชในเชิงพาณิชย์ ๕) การวิจัยธาตุอาหารที่เหมาะสมกับบัวหลวง ผลการวิจัยได้วิจัยคัดเลือกสายพันธุ์บัวหลวงเพื่อใช้ประโยชน์จาก ฝัก เมล็ด ดอก เกสร เส้นใย ราก พันธุ์ที่คัดเลือกได้จำนวน ๑๐ สายพันธุ์และขยายสู่พื้นที่สาธารณะ ได้ขั้นตอนการผลิตเส้นใยเบื้องต้นและผลิตภัณฑ์จากเส้นใยบัวหลวงอย่างน้อย ๑ ผลิตภัณฑ์ ได้ข้อมูลเบื้องต้นการสกัดแป้งบัวหลวงและผลิตภัณฑ์จากแป้งบัวหลวงอย่างน้อย ๑ ผลิตภัณฑ์ ได้ข้อมูลเบื้องต้นศัตรูพืชที่สำคัญของบัวหลวงและได้วิธีการกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย ได้ข้อมูลเบื้องต้นของสารสำคัญจากส่วนต่างๆ ของบัว และได้ผลิตภัณฑ์การผลิตสมุนไพรบัวหลวงอย่างน้อย ๑ ผลิตภัณฑ์ ได้ข้อมูลเบื้องต้นจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆของบัวหลวง

[๑/]สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผล
[๒/]สำนักผู้เชี่ยวชาญ

๖.คำนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ ๑๓.๙ ล้านไร่กระจายอยู่ทั่วประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดพรรณไม้น้ำและความหลากหลายทางระบบนิเวศที่สำคัญ บัวเป็นหนึ่งในพืชน้ำที่มีความสำคัญและมีการนำใช้ประโยชน์มาตั้งแต่ยุคบรรพกาลโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศในแถบทวีปเอเชียยอมรับในสรรพคุณทางเภสัชวัตถุที่นำใช้ปรุงเป็นยารักษาโรค แบ่งตามรสตัวยาเป็นยารสเย็นมันและจัดเข้าตัวยาพิกัดบัวพิเศษ ๖ อย่าง ดังนั้นบัวจึงเป็นพรรณไม้น้ำที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตมนุษย์จนเป็นตำนานเล่าขานตั้งแต่สมัยพุทธกาลจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยโดยกลุ่มประชาชนผู้รักบัวและหน่วยงานภาครัฐเริ่มตระหนักถึงความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำหรือน้ำท่วมซ้ำซากในบริเวณที่เป็นพื้นที่ว่างเปล่าและพื้นที่สาธารณะสามารถพัฒนาจัดการผลิตพืชให้เกิดประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจได้
กรมวิชาการเกษตรได้จัดทำแผนงานวิจัยบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก เริ่มตั้งแต่ปี ๒๕๕๒ คือ โครงการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงและโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าบัว และในปี ๒๕๕๔ เริ่มทำงานวิจัยเร่งด่วน วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัยเพื่อรวบรวมและศึกษาพันธุ์บัวหลวงในประเทศไทย (ทั้งพันธุ์พื้นเมืองและนำเข้า) อนุรักษ์และศึกษาการใช้ประโยชน์จากพันธุ์บัวหลวงในประเทศไทย จัดทำฐานพันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงให้มีศักยภาพเชิงเศรษฐกิจโดยศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของบัวหลวง ตามรูปแบบที่ใช้ในการบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ของ กรมวิชาการเกษตร (หลักเกณฑ์การตรวจสอบลักษณะพันธุ์บัว ปทุมชาติ; Test Guidelines Nelumbo) โดยบันทึกลักษณะใบดอก และฝัก โดยจะแบ่งเป็นระยะใบอ่อน (young leaf) ระยะใบแก่เจริญเต็มที่ (mature leaf) ระยะดอกตูม (flowering bud)ศึกษาวิจัยบัวให้เป็นพืชช่วยบำบัดสภาพแวดล้อมในภาวะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยเร่งด่วน ผลงานวิจัยพืชทางเลือก “บัว” ในครั้งนี้จะเน้นให้อนุชนรุ่นหลังได้ตระหนักว่า “เพชรในตม” หมายความถึงอะไรในสุภาษิตไทย

๗. วิธีการดำเนินการ

วิธีการทดลอง

๑. สำรวจและเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆของบัว เช่น ใบ ดอก กลีบดอก เกสร ฝัก เมล็ด ดีบัว จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย
๒. นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ธาตุต่างตามวิธีการวิเคราะห์พืช
๓. การตรวจสอบเปรียบเทียบสรุปและรายงานผลการทดลอง

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม ๒๕๕๔ สิ้นสุด กันยายน ๒๕๕๖
สถานที่ดำเนินการ สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ ๘

๘. ผลการทดลองและวิจารณ์

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ ๘ และ สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สำรวจและเก็บตัวอย่างส่วนต่างของบัวหลวงเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารได้ทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆของบัวหลวง ผลการดำเนินงานการวิจัยธาตุอาหารที่เหมาะสมกับบัวหลวงตามภาคผนวกที่ ๑

๑๐. **การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์**

ผลจากการทดลองการวิจัยธาตุอาหารที่เหมาะสมกับบัวหลวงได้ข้อมูลเบื้องต้นจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆของบัวหลวง สามารถนำมาถ่ายทอดแก่เกษตรกรเพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตบัวที่ปลอดภัยและเหมาะสมตามสภาพพื้นที่และสร้างรายได้ให้คุ้มค่าเชิงเศรษฐกิจ

๑๑. เอกสารอ้างอิง

ฤดี ธีระวนิช พิมพรรณ สุจารินพงศ์ พรพรหม พรหมเพศ และจำเนียร บุญมา.๒๕๕๐. ศักยภาพการผลิต ต้นทุน และตลาดของผลิตภัณฑ์บัวหลวง. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ ๔๕.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ

เสริมลาภ วสุวัต ๒๕๒๕ , การปลูกอุบลชาติเป็นไม้ดอกและประดับ , อัมรินทร์การพิมพ์ กรุงเทพฯ , ๒๐๘ หน้า.

เสริมลาภ วสุวัต. ๒๕๒๕. อุบลชาติ สารานุกรมไม้ประดับในประเทศไทย เล่ม ๓, อัมรินทร์การพิมพ กรุงเทพฯ , หน้า ๒๗๕-๓๑๘

เสริมลาภ วสุวัต ๒๕๓๗ , บัว-ไม้ดอก ประดับ – อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับริชชิ่ง จำกัด กรุงเทพฯ, ๒๒๙ หน้า.

เสริมลาภ วสุวัต ๒๕๓๘ , การปลูกบัวกระดังเป็นไม้ดอกและ ประดับ , นิวธรรมดาการพิมพ์ กรุงเทพฯ , ๑๐๔ หน้า.

อุทัย สินธุสาร ๒๕๒๕ , ปทุมชาติ สารานุกรมไม้ประดับในประเทศไทย เล่ม ๓, อัมรินทร์การพิมพ์ กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ๒๕๔๗. สมุนไพร ไทย จีน. มูลนิธิกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรุงเทพ.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. ๒๕๔๗. บทความ: ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรไทย...ยังไปได้ไกลทั้งตลาดในและนอกประเทศ.[Online]. Available : http://www.ryt๙.com/s/ryt๙m/๑๔๖๒๖๐/.

ดารุณี ไพยราช และนิรมล ปัญญ์บุศยกุล. ๒๕๕๒. คุณค่าทางโภชนาการและความเป็นไปได้ของการใช้เป็นส่วนประกอบอาหารของเมล็ดบัวไทย. [Online]. Available :kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC๔๗๐๖๐๘๒.pdf.

ประพัฒน์ พันปี และมนัส หอมฉวี. ๒๕๔๕. การสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในนาบัว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น ศรีสุดา โท้ทอง และ ศิริณี พูนไชยศรี. ๒๕๔๑. การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเพิ่มปริมาณของเพลี้ยไฟ. วารสารกีฏและสัตววิทยา ๒๐(๔) : ๒๔๗-๒๕๓.

ผู้จัดการออนไลน์. ๒๕๔๖. พืชเศรษฐกิจใหม่ “บัว” . [Online]. Available : http://www.manager.co.th/gol/ViewNews.aspx? NewsID = ๔๖๘๒๕๓๕๕๓๐๙๒๓.

วิโรจน์ แก้วเรือง.๒๕๔๖. มีอะไรใหม่ในชาหม่อน. กสิกร ๗๖(๒):๔๕-๔๙.

ยุทธพงษ์ สังขทิพย์. ๒๕๔๖. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูบัวโดยวิธีกลและวิธีเขตกรรม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิริณี พูนไชยศรี และ เพชรี เช่งชิ้ม. ๒๕๓๖. เพลี้ยไฟกับบัวหลวง. วารสารกีฏและสัตววิทยา ๑๕(๓): ๑๖๓-๑๖๔.

สถาบันส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม.๒๕๕๒. สถาบันอาหารชี้ช่องผู้ประกอบการไทยรุกตลาดเกษตรอินทรีย์.[Online].Available :http://www.sme.go.th/cjournal_articles/view_content?article_id

สุวรินทร์ บำรุงสุข. ๒๕๔๗. การประเมินผลความเหมาะสมในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรนาบัว และการป้องกันความเสียหายของผลผลิตบัว จากแมลงโดยวิธีกลและวิธีเขตกรรม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวรินทร์ บำรุงสุข. ๒๕๕๒. รูปแบบการแพร่กระจายและความแปรปรวนประชากรเพลี้ยไฟดอกไม้ศัตรูบัวหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวรินทร์ บำรุงสุข และ ธรรมทิพย์ ทิพยางค์. ๒๕๔๖. แมลงศัตรูที่สำคัญของบัว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ๓๔ (๑-๓) พิเศษ: ๑๑๒-๑๑๔.

เสริมลาภ วสุวัต. ๒๕๔๖. ฐานสนับสนุนการสร้างงานพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ. สัมมนาพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ วันที่ ๒๑ กรกฎาคม ๒๕๔๖ สำนักพิพิธภัณฑ์และวัฒน-ธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัญชลี สวาสดิ์ธรรม ชัชวาล ขาวดำ และธนิต แซ่อึ้ง. ๒๕๔๗. ความหลากหลายของแมลงศัตรูและแมลงผสมเกสรบัวในจังหวัดปทุมธานี. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ ๔. วันที่ ๔-๗ พฤษภาคม ๒๕๔๗ ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่ จ.สงขลา.

AOAC International. ๒๐๐๖. Official Method of Aanalysis. Madison, USA.

Arznei, Z. and Gewurzpflanzen ๑๙๙๘. Guidelines for Good Agricultural Practice (GAP) of Medicinal and Aromatic Plants. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart. ๓: ๑๖๖-๑๗๔.

de Kogel W. J. and E. H. Koschier. ๒๐๐๐. Thrips responses to plant odours. Thrips and Tospovirus: Proceedings of the ๗th International symposium on Thysanoptera.Feng-Zhang, Z. ๒๐๐๘. Vegetable, Fruits, Tea :reduce cancer. Health(May):๒๓-๔๑.

Huber, U. ๒๐๐๙. Analysis of Quercetin and Kaempferol in Gingko Extract and Tablets (Gingko Bilboba) by HPLC. [Online]Available:http://www.chem.agilant.com/Library/applications/๕๙๖๘๒๙๗๓.pdf

Kuepper, G. ๒๐๐๙. Thrips Management Alternatives in the Field. [Online] Available: http://attra.ncat.org/attra-pub/thrips.html#conmet.

Miean K.S. and S Mohamed .๒๐๐๑. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry ๔๙(๖)๓๑๐๖-๑๒.

Newswit. ๒๐๐๗. คต.รณรงค์ใช้สินค้าไทยเพื่อลดการนำเข้าสินค้าฟุ่มเฟือย. [Online]Available:http://newswit.com/news/๒๐๐๗-๐๗-๑๓/๐๖๔๕-aea๗๗b๘ccc๙๖๔๑๗๖๕f๙๙f๕๔...

S. Klangsinsirikul and S. Bumroongsook. ๒๐๐๗. The efficacy of insecticide application for control in lotus field. The Annual Meeting of Entomological Society of America, Town and Country Resort, San Diego.

Terry, L.I. ๑๙๙๗. Host selection, communication and reproductive behaviour. *In*: Lewis, T. *ed*. Thrips as Crop Pests. CAB International, Wallingford, UK.

Tokuşoğlu, Ö., M. K. Ünal, and Z. Yıldırım. ๒๐๐๓. HPLC–UV AND GC–MS Characterization of the flavonol aglycons quercetin, kaemperol, and myricetin in tomato pastes and other tomato-based products. Acta Chromatographica ๑๓:๑๙๖-๒๐๗.

๑๑. ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ ๑

ตารางสรุปผลการทดลอง การเปรียบเทียบธาตุอาหารของกลีบดอกและเกสรบัวหลวงชนิดดอกสีขาวและดอกสีแดงในแต่ละพื้นที่

เกสร

สถานที่/สีของกลีบดอก	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppm Fe	PPm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm B
บ้านเกาะหมี จ. สงขลา/ สีขาว	๐.๕๑^{a}	๐.๙๒^{a}	๐.๐๕^{a}	๐.๑๙^{a}	๐.๒๑^{a}	๕๙^{b}	๔๔^{a}	๔๘^{a}	๑๓^{ab}	๒๕^{a}
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง / สีขาว	๐.๔๙^{a}	๐.๘๘^{a}	๐.๐๕^{a}	๐.๒๙^{d}	๐.๒๖^{a}	๔๗^{ab}	๘๔^{bc}	๖๘^{d}	๘^{ab}	๑๘^{a}
อ่างเก็บน้ำแปลงไผ่ จ. ฉะเชิงเทรา/สีขาว	๐.๕๙^{b}	๑.๒๕^{c}	๐.๐๗^{a}	๐.๒๔^{b}	๐.๒๓^{a}	๔๙^{ab}	๙๗^{c}	๕๒^{ab}	๒๒^{d}	๑๙^{a}
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๖๒^{b}	๑.๑๔^{bc}	๐.๐๗^{a}	๐.๒๖^{c}	๐.๒๓^{a}	๔๔^{a}	๑๕๔^{d}	๕๗^{bc}	๗^{a}	๒๗^{a}
บ้านในเขื่อน จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๖๑^{b}	๑.๐๐^{a}	๐.๐๗^{a}	๐.๒๕^{bc}	๐.๒๒^{a}	๕๓^{ab}	๖๕^{ab}	๖๐^{c}	๑๕^{bc}	๒๖^{a}
บึงสีไฟ จ. พิจิตร /สีแดง	๐.๕๘^{b}	๑.๓๓^{c}	๐.๐๗^{a}	๐.๒๕^{c}	๐.๒๗^{a}	๕๕^{ab}	๖๒^{ab}	๕๕^{bc}	๑๖^{cd}	๑๘^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕% โดยวิธี DMRT

กลีบดอก

สถานที่/สีของกลีบดอก	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppm Fe	PPm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm B
บ้านเกาะหมี จ. สงขลา/ สีขาว	๐.๓๒^{a}	๒.๕๙^{b}	๐.๘๘^{bc}	๐.๒๑^{a}	๐.๑๖^{a}	๔๕^{cd}	๒๕๐^{a}	๓๑^{ab}	๑๑^{c}	๒๑^{ab}
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง / สีขาว	๐.๒๙^{a}	๒.๐๐^{a}	๐.๗๔^{a}	๐.๗๖^{d}	๐.๒๒^{b}	๒๘^{a}	๗๔๑^{d}	๕๑^{c}	๕^{a}	๒๗^{b}
อ่างเก็บน้ำแปลงไผ่ จ. ฉะเชิงเทรา/สีขาว	๐.๓๒^{a}	๒.๑๔^{ab}	๐.๘๑^{ab}	๐.๓๒^{b}	๐.๑๔^{a}	๓๙^{bc}	๕๐๖^{c}	๒๗^{a}	๑๕^{d}	๑๘^{a}
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๒๘^{a}	๒.๐๐^{a}	๐.๙๓^{c}	๐.๖๙^{d}	๐.๑๗^{a}	๓๒^{ab}	๑๑๓๒^{e}	๔๖^{c}	๕.๓^{ab}	๒๖^{b}
บ้านในเขื่อน จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๓๒^{a}	๑.๙๖^{a}	๑.๔๓^{e}	๐.๕^{c}	๐.๑๖^{a}	๕๓^{d}	๗๔๗^{d}	๖๐^{d}	๗^{ab}	๒๒^{ab}
บึงสีไฟ จ. พิจิตร /สีแดง	๐.๓๐^{a}	๒.๔๕^{ab}	๑.๐๘^{d}	๐.๔๙^{c}	๐.๑๗^{a}	๔๐^{bc}	๔๓๑^{b}	๓๔^{b}	๙^{bc}	๒๓^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕% โดยวิธี DMRT

การเปรียบเทียบธาตุอาหารของ กลีบดอก เกสร ระหว่างบัวหลวงชนิดดอกสีขาว และบัวหลวงชนิดดอกสีแดง

เกสร

เกสรสถานที่/สีของกลีบดอก	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppm Fe	PPm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm B
บ้านเกาะหมี จ. สงขลา/ สีขาว	๐.๕๑	๐.๙๒	๐.๐๕	๐.๑๙	๐.๒๑	๕๙	๔๔	๔๘	๑๓	๒๕
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง / สีขาว	๐.๔๙	๐.๘๘	๐.๐๕	๐.๒๙	๐.๒๖	๔๗	๘๔	๖๘	๘	๑๘
อ่างเก็บน้ำแปลงไผ่ จ. ฉะเชิงเทรา/สีขาว	๐.๕๙	๑.๒๕	๐.๐๗	๐.๒๔	๐.๒๓	๔๙	๙๗	๕๒	๒๒	๑๙
Mean	๐.๕๓	๑.๐๒	๐.๐๖	๐.๒๔	๐.๒๓	๕๑.๖๗	๗๕.๐๐	๕๖.๐๐	๑๔.๓๓	๒๐.๖๗
SD	๐.๐๕	๐.๒๐	๐.๐๑	๐.๐๕	๐.๐๓	๖.๔๓	๒๗.๖๒	๑๐.๕๘	๗.๐๙	๓.๗๙
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๖๒	๑.๑๔	๐.๐๗	๐.๒๖	๐.๒๓	๔๔	๑๕๔	๕๗	๗	๒๗
บ้านในเขื่อน จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๖๑	๑	๐.๐๗	๐.๒๕	๐.๒๒	๕๓	๖๕	๖๐	๑๕	๒๖
บึงสีไฟ จ. พิจิตร /สีแดง	๐.๕๘	๑.๓๓	๐.๐๗	๐.๒๕	๐.๒๗	๕๕	๖๒	๕๕	๑๖	๑๘
Mean	๐.๖๐	๑.๑๖	๐.๐๗	๐.๒๕	๐.๒๔	๕๐.๖๗	๙๓.๖๗	๕๗.๓๓	๑๒.๖๗	๒๓.๖๗
SD	๐.๐๒	๐.๑๗	๐.๐๐	๐.๐๑	๐.๐๓	๕.๘๖	๕๒.๒๗	๒.๕๒	๔.๙๓	๔.๙๓
ค่า t cal	-๑.๑๘๘	-๐.๕๕๘	-๐.๘๕๔๗	-๐.๑๗๒๓	-๐.๒๕๘๓	๐.๑๒๒๖	-๐.๔๒๕๒	-๑๐๘๑	๐.๑๙๑๕	-๐.๓๔๖๑

เกณฑ์ยอมรับ t – test t critical = ๒.๗๘

สรุปผลการทดสอบ พบว่า เกสรบัวหลวงชนิดดอกสีขาว มีธาตุอาหารไม่แตกต่างกับเกสรบัวหลวงชนิดดอกสีแดง

กลีบดอก

สถานที่/สีของกลีบดอก	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppm Fe	PPm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm B
บ้านเกาะหมี จ. สงขลา/ สีขาว	๐.๓๒	๒.๕๙	๐.๘๘	๐.๒๑	๐.๑๖	๔๕	๒๕๐	๓๑	๑๑	๒๑
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง / สีขาว	๐.๒๙	๒	๐.๗๔	๐.๗๖	๐.๒๒	๒๘	๗๔๑	๕๑	๕	๒๗
อ่างเก็บน้ำแปลงไผ่ จ. ฉะเชิงเทรา/สีขาว	๐.๓๒	๒.๑๔	๐.๘๑	๐.๓๒	๐.๑๔	๓๙	๕๐๖	๒๗	๑๕	๑๘
Mean	๐.๓๑	๒.๒๔	๐.๘๑	๐.๔๓	๐.๑๗	๓๗.๓๓	๔๙๙.๐๐	๓๖.๓๓	๑๐.๓๓	๒๒.๐๐
SD	๐.๐๒	๐.๓๑	๐.๐๗	๐.๒๙	๐.๐๔	๘.๖๒	๒๔๕.๕๗	๑๒.๘๖	๕.๐๓	๔.๕๘
อุทยานแห่งชาติทะเลน้อย จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๒๘	๒	๐.๙๓	๐.๖๙	๐.๑๗	๓๒	๑๑๓๒	๔๖	๕.๓	๒๖
บ้านในเขื่อน จ. พัทลุง /สีแดง	๐.๓๒	๑.๙๖	๑.๔๓	๐.๕	๐.๑๖	๕๓	๗๔๗	๖๐	๗	๒๒
บึงสีไฟ จ. พิจิตร /สีแดง	๐.๓	๒.๔๕	๑.๐๘	๐.๔๙	๐.๑๗	๔๐	๔๓๑	๓๔	๙	๒๓
Mean	๐.๓๐	๒.๑๔	๑.๑๕	๐.๕๖	๐.๑๗	๔๑.๖๗	๗๗๐.๐๐	๔๖.๖๗	๗.๑๐	๒๓.๖๗
SD	๐.๐๒	๐.๒๗	๐.๒๖	๐.๑๑	๐.๐๑	๑๐.๖๐	๓๕๑.๐๗	๑๓.๐๑	๑.๘๕	๒.๐๘
ค่า t cal	๐.๓๘๗๖	๐.๒๕๖๑	-๑.๙๙๔๓	-๐.๓๘๑๕	๐.๐๐๐	-๐.๓๗๑๔	-๐.๗๗๗๕	-๐.๖๒๑๔	๐.๕๔๖๙	-๐.๓๐๘๑

เกณฑ์ยอมรับ t –test critical = ๒.๗๘

สรุปผลการทดสอบ พบว่า กลีบดอกบัวหลวงชนิดดอกสีขาว มีธาตุอาหารไม่แตกต่างกับกลีบดอกบัวหลวงชนิดดอกสีแดง

ภาคผนวกที่ ๒ วิธีการวิเคราะห์พืช

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี	ขั้นตอนการดำเนินงาน	หน้า
	หมายเลขเอกสาร	แก้ไขครั้งที่ ฉบับที่
เรื่อง คู่มือการวิเคราะห์พืช	ผู้จัดทำ กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืช วัตถุเคมีการเกษตรและนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	วันที่ออกเอกสาร
		ผู้ทบทวน

๑. วัตถุประสงค์

การวิเคราะห์พืชมีจุดมุ่งหมายพื้นฐาน ๒ ประการ คือ

๑.๑ Diagnostic testing or troubleshooting การวิเคราะห์เพื่อวินิจฉัยสาเหตุความผิดปกติของพืชซึ่งเกี่ยวกับธาตุอาหาร หรือเพื่อยืนยันลักษณะอาการของพืช

๑.๒ Mornitoring การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบระดับธาตุอาหารประกอบการพิจารณารูปแบบหรือการกำหนดการให้ปุ๋ยเพื่อให้พอเพียงต่อความต้องการของพืช สามารถทำเพื่อเปรียบเทียบสภาวะของธาตุอาหารของพืชที่ปลูกซึ่งให้ผลผลิตสูงตามที่ต้องการในปีใดปีหนึ่ง และทำการใส่ปุ๋ยเพื่อที่จะปรับระดับธาตุอาหารพืชให้อยู่ในระดับเดียวกัน นอกจากนี้การวิเคราะห์พืชยังใช้ประโยชน์ในการศึกษาการขาดธาตุอาหารในรูป Hidden hunger คือเป็นการขาดธาตุอาหารโดยที่พืชไม่แสดงอาการ แต่ผลผลิตที่ได้จะต่ำ

๒. เอกสารอ้างอิง

ไพลิน เหล็กคง. ๒๕๓๐. เอกสารเสริมวิชาการเรื่อง ธาตุอาหารพืช รวมหลักการเก็บตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์พืชบาง ชนิด กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. ๓๐ หน้า.

ไพลิน เหล็กคง. ๒๕๔๕. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุ K, Ca, Mg, Fe. Mn, Zn และ Cu ในตัวอย่างพืช เอกสารประกอบการ สัมมนาวิชาการเรื่อง “วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของ ประเทศไทย”. วันที่ ๒๓-๒๔ พฤษภาคม ๒๕๔๕ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ. หน้า ๑๗-๒๒.

เอกสารวิชาการ. ๒๕๔๖. คู่มือการวิเคราะห์พืช. กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยสรีรวิทยาพืช กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัย พัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร : ๔๒ หน้า.

Official Method Of Analysis. ๑๙๗๐. Association of Official Analytical Chemist (AOAC) Eleventh Edition, Benjamin Franklin Station Washington, D.C. ๑๐๑๕ p.

๓. ขั้นตอนการดำเนินงาน
รายละเอียดตามเอกสารแนบ

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

วิธีวิเคราะห์ : วิธี Vanadomolybdate method (Yoshida *et al*. ๑๙๗๒)

หลักการ

Ammonium molybdate ทำปฏิกิริยากับ Phosphate ในสารละลายที่มีสภาพเป็นกรด ได้ colloid สีเหลืองของ Ammonium phosphomolybdate ความเข้มข้นของสีเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณฟอสฟอรัสที่มีค่อนข้างมากในสารละลายตัวอย่าง (> ๑๐ mg P/l)

สารเคมี

๑. Ammonium molybdate, $(NH_4)_6MO_7 .4H_2O$
๒. Ammonium metavanadate, NH_4VO_3
๓. กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3 conc.)
๔. KH_2PO_4 (AR grade)

วิธีการ

๑. การเตรียม Barton' solution ใช้ในการ develop สี
ชั่ง Ammonium molybdate ๒๕ กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่อุ่น ประมาณ ๔๐๐ มิลลิลิตร พักไว้ ชั่ง Ammonium metavanadate ๑.๒๕ กรัม ละลายในน้ำกลั่น ๓๐๐ มิลลิลิตร แล้วรินใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๑๐๐๐ มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น ๒๕๐ มิลลิลิตร ผสมกันทิ้งไว้ให้เย็น แล้วค่อยๆ เติม Ammonium molydate ที่ละลายไว้แล้วผสมกันใน flask เขย่าให้ผสมกัน ทิ้งไว้ให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บใส่ขวดสีน้ำตาล

๒. การเตรียม standard P (๕๐μ P/ml)
ชั่ง KH_2PO_4 หลังจากอบที่ ๑๐๕ $^\circ$ C นาน ๒ ชั่วโมง ๐.๒๑๙๗ กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด ๑๐๐๐ มิลลิลิตร ปรับปริมาตร สารละลายนี้จะมีฟอสฟอรัสเข้มข้น ๕๐ ppm P หรือ ๕๐μ P/ml ใส่ขวดเก็บในตู้เย็น

๓. การ develop สี
ดูดสารละลายตัวอย่างพืช (aliquot) ที่ผ่านการย่อยโดยวิธี wet digestion (ที่ใช้กรดผสมของไนตริกและเปอร์
คลอริก) ดังกล่าวมาแล้วปริมาตร ๕-๑๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๕๐ มิลลิลิตร เติม Barton's solution ๕ มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร ๕๐ มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้สีคงที่อย่างน้อย ๓๐ นาที

๔. Working standard phosphorus
ดูดสารละลายมาตรฐาน จากข้อ ๒ มาปริมาตร ๐, ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๕๐ มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย เติม Barton's solution ๕ มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร ๕๐ มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่างพืช blank และ control sample

๕. การอ่านค่าความเข้มข้น

นำ working standard P สารละลายตัวอย่างพืช blank และ control sample ที่ได้ develop สี และทิ้งไว้ให้ครบตามเวลาแล้ว ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น ๔๒๐ นาโนมิเตอร์ (nm) โดยปรับค่าความเข้มข้น ๐ เท่ากับ ๐ Abs. เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างกับกราฟสารละลายมาตรฐาน

๖. การคำนวณ

$$\%\ P = \frac{\text{ppm equi. x dilution factor x original solution x ๑๐๐}}{๑๐^{๖} \text{ x wt. Sample}}$$

$$= \frac{\text{ppm equi. x ๕๐ x ๑๐๐ x ๑๐๐}}{๑๐^{๖} \text{ x solution taken x wt. Sample}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์

วิธีวิเคราะห์ : วิธี Turbidimetry (A.O.A.C ๑๙๗๐, ไพลิน ๒๕๓๐)

หลักการ

ซัลเฟตไอออนในสารละลายทำปฏิกิริยากับ $BaCl_2$ ในสภาพที่เป็นกรด (pH ประมาณ ๕.๐) ได้ตะกอน $BaSO_4$ ในการตรวจวัดจำเป็นต้องใช้สารช่วยพยุงให้ตะกอน $BaSO_4$ แขวนลอยอยู่ได้

สารเคมี

สารเคมี

๑. Ammonium acetate ๒ N

ละลาย Ammonium acetate (CH_3COONH_4) ๑๕๔ กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น ๑๐๐๐ มิลลิลิตร

๒. Gum acacia ๐.๒๕%

ละลาย Gum acacia ๐.๒๕ กรัมในน้ำกลั่น ๑๐๐ มิลลิลิตร

๓. Barium chloride crystal ($BaCl_2$)

ถ้าไม่ละเอียดควรบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด ๓๕-๖๐ เมช

๔. Standard sulfur (๑๐๐๐ ppm S)

ละลาย K_2SO_4 อบที่ ๑๐๕ $^{\circ}C$ เป็นเวลานาน ๔ ชั่วโมงปริมาณ ๕.๔๓๖ กรัมในน้ำปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น ๑๐๐๐ มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร จะได้สารละลาย std. S ความเข้มข้น ๑๐๐๐ppm เก็บไว้ในตู้เย็น

วิธีการ

๑. ดูดสารละลายตัวอย่างพืชซึ่งผ่านการย่อยด้วยวิธี wet digestion (ใช้กรดผสมของกรดไนตริกและเปอร์คลอริก) ดังกล่าวมาแล้วปริมาตร ๕-๑๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๕๐ มิลลิลิตร เติมสารละลาย CH_3COONH_4 ๕ มิลลิลิตร เติม $BaCl_2$ ๑ กรัม เขย่า ๑ นาที หรือจน $BaCl_2$ ละลายหมด เติมสารละลาย gum acacia ๒ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน

๒. Working standard sulfur

ดูดสารละลายมาตรฐาน S ๑๐๐ ppm มา ๐, ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ มิลลิลิตรใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๕๐ มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเท่ากับ ๐, ๒, ๔, ๖, ๘ และ ๑๐ ppm S เติมสารเช่นเดียวกับตัวอย่าง

๓. การอ่านค่าความเข้มข้น

สำหรับการวัดปริมาณซัลเฟอร์โดยวิธีนี้ควรจะวัดปริมาณความเข้มข้นภายใน ๓๐ นาที หลังจากเกิดตะกอน $BaSO_4$ โดยอ่านค่าความเข้มข้นหรือความขุ่นของตะกอนด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น ๔๑๐ นาโนมิเตอร์ (nm) โดยปรับค่าความเข้มข้น ๐ เท่ากับ ๐ Abs. เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน

การคำนวณ

$$\%S = \frac{\text{ppm equi. x dilution factor x original solution x ๑๐๐}}{๑๐^{๖} \text{ x wt. sample (g)}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณโบรอน

วิธีวิเคราะห์ : วิธี Quinalization method (AOAC, ๑๙๗๐)

อุปกรณ์

๑. Porcelain crucible
๒. เตาเผาไฟฟ้า (muffle furnace)

สารเคมี

๑. กรดซัลฟุริก (H_2SO_4) เข้มข้น ๐.๓๖ N
๒. สารละลายแคลเซียม
๓. Quinalizarin
๔. Boron standard ๐.๕ mg B/ml

วิธีการ

๑. การเตรียมสารละลาย Quinalizarin
ละลาย Quinalizarin ๓๕ มิลลิกรัมในกรดซัลฟุริกเข้มข้น ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตร

๒. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อิ่มตัว
ละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ๑๐ กรัมในน้ำกลั่นที่ต้มเดือด ๑ ลิตร กวนให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าใช้เวลา ๒ ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองผ่านกระดาษกรอง No.๔๒

๓. กรดซัลฟุริก ๐.๓๖ N
ไปเปตกรดซัลฟุริกเข้มข้น ๑๐ มิลลิลิตรใส่ในน้ำกลั่น กวนให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตร

๔. Boron standard ๐.๕ mg B/ml
ละลาย H_3BO_3 ๒.๘๖๐ กรัมในน้ำปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตร

๕. วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

๕.๑การเผา (dry ashing) ตัวอย่างพืช ชั่งตัวอย่างพืชที่บดละเอียดแล้วน้ำหนัก ๐.๒-๑ กรัม ลงใน porcelain crucible เติมสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัว ๕ มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน นำไปอบค้างคืนที่อุณหภูมิ ๑๐๕° C หลังจากนั้นนำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้า ที่ ๕๕๐° C เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง ปิดไฟ ทิ้งไว้ให้เย็น

๕.๒การสกัด (extraction) นำตัวอย่างออกจากเตาเผาไฟฟ้า เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น ๐.๓๖ N ๑๐ มิลลิลิตร ใช้แท่งพลาสติกกวนและตีตะกอนให้แตก กรองใส่ขวดพลาสติกผ่านกระดาษกรอง Whatman No. ๔๒

๕.๓การทำให้เกิดสี ดูดสารละลายที่กรองได้ ๒ มิลลิลิตรและสารละลายมาตรฐาน ๒ มิลลิลิตรและสารละลายมาตรฐาน ๒, ๔, ๖, ๘ และ ๑๐ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร อย่างละ ๒ มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วชนิด soft glass เติมสารละลาย quinalizarin ค่อยๆ เขย่า เพราะสารละลายที่เติมจะทำให้เกิดความร้อนสูง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น วัดด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น ๖๑๐ นาโนมิเตอร์ (nm) เปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารมาตรฐาน

การคำนวณ

$$\text{ppm B} = \frac{\text{ppm equi. X ๑๐ x ๑๐}^{๖}}{๑๐^{๖} \text{ x wt. sample}}$$

$$= \frac{\text{ppm equi. X ปริมาตรที่ละลายตะกอน}}{}$$

น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่เป็นโลหะ
K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu,

วิธีวิเคราะห์ : วิธี Spectrometric method (AAS)

หลักการ

การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นโลหะในพืช สามารถวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดโดยใช้สารละลายตัวอย่างพืชที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดผสมของกรดไนตริกและเปอร์คลอริก หรือจาก dry ashing ก็ตาม นำมาวัดปริมาณเปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานของแต่ละธาตุด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer หรือ ICP ที่บางห้องปฏิบัติการสามารถจัดหาไว้ใช้ได้

อุปกรณ์

๑. Atomic absorption spectrophotometer
๒. เครื่องแก้วและอุปกรณ์จำเป็น

สารเคมี

๑. สารละลายมาตรฐาน (standard solution)
- K, Ca, Mg
- Fe, Mn, Zn, Cu

๒. Strontium (Sr) solution ๑๐๐๐-๒๐๐๐ มิลลิกรัม/ลิตร สารละลายนี้ใช้เติมเพื่อกำจัดสิ่งรบกวนในการวิเคราะห์ Ca และ Mg (ละลาย $SrCl_2$.๖H_2O ๑๒๑.๗ กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากไอออนปรับปริมาตรเป็น ๒๐๐๐ มิลลิลิตร) หรือ Lanthanum (La) solution ๕% ก็ได้เช่นเดียวกัน แต่ราคาของ La_2O_3 จะสูงกว่า $SrCl_2$

วิธีการ

๑. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเข้มข้น ๑๐๐๐ ppm ของแต่ละธาตุ

กรณีไม่มีหรือไม่ใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น ๑๐๐๐ ppm สำเร็จรูปแบบบรรจุขวดหรือเป็น ampule ที่ใช้กับเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer สามารถจะเตรียมได้จากสารเคมีที่มีธาตุแต่ละตัว

K : ละลาย KCl ๑.๙๐๖๗ กรัม (ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๑๐๕ °C เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง) ในน้ำกลั่น เติมกรดไนตริกเข้มข้น ๑๒ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน

Ca : ละลาย $CaCO_3$ ๒.๔๙๗๓ กรัม (ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๑๐๕ °C เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง) ในน้ำกลั่น เติมกรดไนตริกเข้มข้น ๑๕ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน

Mg : ละลาย $MgSO_4$ ๗H_2O ๑๐.๑๓๘๖ กรัม (ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๘๐ °C เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง) ในน้ำกลั่น เติมกรดไนตริก เข้มข้น ๑๒ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน หรือชั่ง Mg ribbon ๑.๐๐๐๐ กรัม ละลายในน้ำ ๑๐๐ มิลลิลิตร ๑M HCl ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

Fe : ละลายโลหะเหล็กบริสุทธิ์ ๑.๐๐๐๐ กรัม หรือ Fe_2O_3 ๑.๔๒๙๗ กรัมใน ๑๐๐ มิลลิลิตร ๔M HCl หรือกรดไนตริก ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

Mn : ละลาย $MnSO_4$ H_2O ๒.๘๑๙๗ กรัม หรือโลหะ Mn ๑.๐๐๐ กรัมหรือ MnO_2 ๑.๕๐๐๓ กรัม เติมกรดไนตริก
เข้มข้น ๑๒ มิลลิลิตร หรือ ๔M HNO_3 ๑๐๐ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

Zn : ละลาย $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ หนัก ๔.๓๙๘๗ กรัมในน้ำกลั่น เติมกรดไนตริกเข้มข้น ๑๒ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน หรือละลาย Zn ๑.๐๐๐๐ กรัมใน ๔ M HCl หรือ กรดไนตริก ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

Cu : ละลายโลหะทองแดงบริสุทธิ์ ๑.๐๐๐ กรัมใน ๑๐๐ มิลลิลิตร ๔M HNO_3 ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรหรือ ละลาย $CuSO_4$ $5H_2O$ ๓.๙๒๙๕ กรัม เติมกรดไนตริกเข้มข้น ๑๒ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น ๑ ลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

๒. Intermediate standard solution (๑๐๐ ppm)

ดูดสารละลาย stock standard จำนวน ๑๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๑๐๐ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

๓. Working standard solution

K	๐, ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐	มิลลิกรัม/ลิตร
Ca	๐, ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐	มิลลิกรัม/ลิตร
Mg	๐, ๐.๕, ๑.๐, ๑.๕, ๒.๐	มิลลิกรัม/ลิตร
Fe	๐, ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐	มิลลิกรัม/ลิตร
Mn	๐, ๑, ๒, ๓, ๔, ๕	มิลลิกรัม/ลิตร
Zn	๐, ๐.๕, ๑.๐, ๑.๕, ๒.๐, ๒.๕	มิลลิกรัม/ลิตร
Cu	๐, ๑, ๒, ๓, ๔, ๕	มิลลิกรัม/ลิตร

ดูดสารละลาย Intermediate standards ตามความเข้มข้นที่ต้องการใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๑๐๐ มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนความเข้มข้นของชุด working standards อาจเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่างพืช สามารถจะปรับลดหรือเพิ่มช่วงความเข้มข้นได้ เช่น

Fe	อยู่ในช่วง	๑-๕	มิลลิกรัม/ลิตร
Mn	อยู่ในช่วง	๐.๕-๒.๕	มิลลิกรัม/ลิตร
Cu	อยู่ในช่วง	๐.๒-๑.๐	มิลลิกรัม/ลิตร

๔. การวัดปริมาณธาตุด้วย AAS

๔.๑ วัดปริมาณ K, Ca, Mg ทั้งสามธาตุนี้ปริมณที่มีในพืชค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องทำให้เจือจาง (dilute) สารละลายตัวอย่างพืชที่ผ่านขั้นตอนการย่อยสลายด้วยกรดไนตริกและเปอร์คลอริก โดยดูดสารละลายตัวอย่าง ๕-๑๐ มิลลิลิตรใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด ๕๐ มิลลิลิตร เติมสารละลาย $SrCl_2$ (๒๐๐๐ ppm) ๕ มิลลิลิตร เพื่อช่วยในการแตกตัวของอะตอม Ca และป้องกันการรบกวน (interfere) ของ P ในการวัดปริมาณ Ca

สำหรับ working standard ของธาตุ K, Ca, Mg จำเป็นต้องเติมสารละลาย $SrCl_2$ (๒๐๐๐ ppm) ในอัตราส่วน ๑:๑๐ เช่นเดียวกัน

๔.๒ การวัดปริมาณ Fe, Mn, Zn และ Cu ธาตุเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีในพืชไม่มากนัก จึงสามารถนำสารละลายดังกล่าวมาวัดได้โดยตรง นอกจากบางกรณีอาจจะต้องมีการทำให้เจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออน

การวัดปริมาณธาตุด้วยเครื่อง AAS เปิดเครื่องตามคู่มือการใช้งาน ปรับความยาวคลื่นแสง (wave length) และ condition ต่าง ๆ ตามคู่มือ

การคำนวณ

$$\%\ K,\ Ca,\ Mg = \frac{\text{ppm equi.} \times \text{dilution factor} \times \text{originalsolution} \times ๑๐๐}{๑๐^{๖} \times \text{wt. sample (g)}}$$

$$\text{Ppm Fe, Mn, Zn, Cu} = \frac{\text{ppm equi.} \times \text{dilution factor (ถ้ามี)} \times \text{originalsolution} \times ๑๐^{๖}}{๑๐^{๖} \times \text{wt. sample (g)}}$$

$$= \frac{\text{ppm equi.} \times \text{dilution factor} \times \text{originalsolution}}{\text{wt. sample (g)}}$$

ppm equi = ค่าความเข้มข้นที่อ่านได้จากการวัดตัวอย่างเทียบกับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน

dilution factor = อัตราส่วนการดูดสารละลายตัวอย่างมาทำให้เจือจาง

original solution = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยหลังปรับปริมาตรแล้ว

wt. sample = น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ (กรัม)