



บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข (2529) มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 และประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529
- กรรมจักร์ สิริสิงห (2522) เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร.
- กองวัตถุมีพิษการเกษตร (2545) คู่มือการใช้งานด้านการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย และสารพิษตกค้าง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 75 หน้า.
- กองวิเคราะห์ดิน (2540) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร 59 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษ (2543) โครงการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานระบบการจัดการน้ำเสียของเทศบาลและสุขาภิบาล กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ (2545) น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ (2546) โครงการจัดทำคู่มือการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน รายงานหลักเล่มที่ 1 กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545) ดำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพมหานคร 440 หน้า.
- เชมชิด ธนากิจชาญเจริญ และคณะ (2551) ประโยชน์และความเป็นพิษของโลหะหนักแคดเมียม โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- คลังปัญญาไทย (No date) สารหนู [online] Available: <http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php/สารหนู> [29 พฤษภาคม 2552].
- จรงค์ จันทน์เจริญสุข (2541) การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 213 หน้า.
- ณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา และคณะ (No date)ปรอท สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 22 [online] Available: [http://guru.sanook.com/encyclopedia/ปรอท_\(Mercury\)](http://guru.sanook.com/encyclopedia/ปรอท_(Mercury)) [29 พฤษภาคม 2552].

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลลักษณ์ วิสุมศักดิ์ (2540) วิเคราะห์น้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร หน้า 340-341.

ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: หลักการและแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากจุลินทรีย์ พ.ศ. 2550 ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 78ง.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2537) ตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16.

ประพันธ์ เชิดชูงาม (No date) พืชของสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในการเกษตร [online] Available: <http://www.ppmnorth.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=372965&Ntype=3> [27 พฤษภาคม 2552].

ปรมาภรณ์ โอจงเพียร (2546) การนำน้ำทิ้งจากบ้านเรือนกลับมาใช้ใหม่เพื่อการปลูกไม้ประดับ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ และรินทวัฒน์ สมบัติศิริ (No date) ตะกั่วและพิษของตะกั่ว กลุ่มวิเทศสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน [online] Available: http://www.diw.go.th/diw_web/html/versionthai/news/ตะกั่วและพิษของตะกั่ว.pdf [29 พฤษภาคม 2552].

ปรีดา พากเพียร และ Gambrell R.P. (2535) วิธีวิเคราะห์ปรอทในดิน-ตะกอน น้ำ และพืช วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 หน้า 210-215.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต (2536) แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ พิมพ์ครั้งที่ 6 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

พาลาภ สิงหเสนี (2537) พืชของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

พิพัฒน์ ถักมณีจรัสกุล (2550) การประเมินความเสี่ยงทางจุลินทรีย์และการจัดการ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์เจริญดีการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร.

พรลดา ศรีประพัตติ (No date) มลพิษน้ำและผลกระทบ ศูนย์วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงานภาคตะวันออก สำนักวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม [online] Available: http://www.diw.go.th/km/km_new/other_51/BQ2/แผ่นพับมลพิษน้ำและผลกระทบ.doc [19 พฤษภาคม 2552].

ไพริน เหล็กคง (2545) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุ K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ Cu ในตัวอย่างพืช เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ เรื่อง มาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย หน้า 17-22.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 123 ตอนพิเศษ 7 ง วันที่ 19 มกราคม 2549.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2550) หลักการและแนวทางในการประเมินความเสี่ยง จากจุลินทรีย์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์พิษวิทยา โรงพยาบาลรามาธิบดี (No date) โครเมียม [online] Available:

<http://www.ra2.mahidol.ac.th/poisoncenter/bulletin/bul%20%2001/v9n4/Chromium.html> [29 พฤษภาคม 2552].

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาค ตอน. ตอนล่าง อ.เมือง จ.นครราชสีมา (2552) ปริมาณน้ำฝนราย เดือน-มิลลิเมตร สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน [online] Available: <http://hydro-4.com/3rainfalldata/rainmonth/ตารางน้ำฝนรายเดือน-ศูนย์อุทกฯ.xls> [21 กันยายน 2552]

สถาบันอาหาร (No date) การประเมินความเสี่ยง [online] Available:

http://foodsafety.nfi.or.th/content.asp?menu_id=34 [2 พฤษภาคม 2552].

สุภาพร โค้วณมิตร (2551) การประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่เป็นพิษต่อสุขภาพ โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

สุรัชย์ ใหญ่สว่าง (2530) การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียด้วยระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์แเอริเตดเตดลาทูน วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุริย์ บุญญาพวงศ์ (2544) แนวทางการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทย สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสนีย์ กาญจนวงศ์ (2547) คู่มือการใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในการเกษตรกรรม โครงการการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมาใช้ในการเกษตรกรรม: ระยะที่ 2 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 30 หน้า.

เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ (2518) การจัดการน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร 317 หน้า.

- สมบูรณ์ ลูวีระ (2530) เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์ (2537) การวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538) โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2552) ระบบบ่อเกรอะ [online] Available: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s3 [22 กันยายน 2552]
- หมู่บ้านละมหม้อ (No date) หมู่บ้านในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล บ้านละมหม้อ [online] Available: <http://www.kokkruad.com/moo4.php> [14 พฤษภาคม 2552].
- องค์การบริหารส่วนตำบลโคกกรวด (No date) ข้อมูลทั่วไป [online] Available: <http://www.kokkruad.com/index.php> [14 พฤษภาคม 2552].
- Al Salem S.S. and Abouzaid H. (2006) Wastewater reuse for agriculture: regional health perspective. Eastern Mediterranean Health Journal, Vol. 12, Nos 3/4.
- Alloway B.J. (1995) Heavy metals in soils. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK.
- APHA, AWWA, WPCF (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington DC, USA.
- Australian Health Ministers' Conference (2006) National Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council, Australian Health Ministers' Conference.
- Bates T.E. (1993) Soil handling and preparation. In: Soil sampling and methods of analysis, Carter M.R. ed. Lewis Publishers. Boca Raton, USA. P.19-24.
- Bertagial M. et al. (2005) Economic and environmental analysis of domestic water systems: a comparison of centralized and on-site options for the Walloon region, Belgium (<http://216.239.59.104/search?q=cache:WXAeDga4KFgJ:www.mariecurie.org/swap>).
- Birks R. and Hills S. (2007) Characterisation of Indicator Organisms and Pathogens in Domestic Greywater for Recycling. Environ Monit Assess, 129, 61-69.
- Brandes M. (1978) Characteristics of effluents from grey and black water septic tanks. Journal of the Water Pollution Control Federation, 50(11):2547-2559.

- Bray R.H. and L.T. Kurtz (1945) Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Bremner J.M. (1996) Nitrogen-total In: *Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods-SSSA book series no.5. Chapter 37: 1085-1121 p.*
- Brown A.J. (1999) Soil sampling and sample handling for chemical analysis. In: *Soil analysis: An Interpretation manual*, Peverill, et al., eds. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia. P. 25-53.
- Bundesamt für Umwelt (1998) *Gewässerschutzverordnung (GSchV)*. Authorities of the Swiss Confederation, pp. 58.
- CEA (1990) *National Environmental (Protection and Quality) Regulations*, Sri Lanka Environmental Pollution Control Division.
- Central Pollution Control Board (1993) *General Standards for Discharge of Environmental Pollutants* Ministry of Environment & Forests, Govt of India.
- Codex (1995) *Codex general standard for contaminants and toxins in foods. CODEX STAN 193-1995.*
- Crites R. and Tchobanoglous G. (1998) *Small and decentralized wastewater management systems*. Boston, MA, McGraw-Hill.
- Department of Health (2002) *Draft guidelines for the reuse of greywater in Western Australia*. Prepared by the Department of health, Government of Western Australia, in consultation with the Water Corporation and the Department of Environment, Water and Catchment Protection (<http://www.health.wa.gov.au/publications/documents/HP8122%20Greywater%20Reuse%20Draft%20Guidelines.pdf>).
- EcoSanRes (2005b) *China-Sweden Erdos Eco-town Project, Dong Sheng, Inner Mongolia, China* (<http://www.ecosanres.org/asia.htm>).
- FAO/WHO (2001) *Food additives and contaminants. Joint Codex Alimentarius Commission, FAO/WHO Food standards Programme, ALINORM 01/12A. 2001.*
- Geocities (No date) *Copper* [online] Available:
<http://www.geocities.com/vitandmin/COPPER.htm> [29 May 2552].
- Geocities (No date) *Zinc* [online] Available: <http://www.geocities.com/vitandmin/ZINC.htm> [29 May 2552].
- George and Burton Franklin L. (1991) *Wastewater engineering : Treatment, Disposal and Reuse*. Third Edition. McGraw-Hill, Inc. Singapore.

- Government of Jordan (2003) Technical Regulation for Reclaimed Domestic Wastewater. Jordan Institution for Standards and Meteorology.
- Gross A. et al. (2007) Recycled Vertical Flow Constructed Wetland (RVFCW) – a novel method of recycling greywater for landscape irrigation in small communities and households. *Chemosphere* Volume 66, Issue 5, pages 916-923. [online] Available: <http://www.gtz.de/ecosan/download/greywater-rvfcw-040428.pdf> [17 June 2009].
- Jenssen (2001) Design and performance of ecological sanitation systems. In: Proceeding of the 1st international conference on ecological sanitation, Nanning, China, 5-8 November 2001, pp. 120-124 (<http://ias.unu.edu/proceedings/icibs/ecosan/jenssen.html>).
- Jenssen P.D. and Vrale (2004) Ecological Sanitation and Reuse of Wastewater (Ecosan)- a Thinkpiece on Ecological Sanitation. Report to the Norwegian Ministry of Environment. pp. 18.
- Jenssen P.D. et al. (2005) An urban ecological sanitation pilot study in humid tropical climate. In: Proceeding of the 3rd international ecological sanitation conference, Durban, South Africa, 23-27 May 2005. *EcoSanRes*, pp. 257-265. (http://conference2005.ecosan.org/papers_presented.html).
- Jensson D.P. and Heistad A. (2000) Naturbaserte renseløsninger, forelæsningsnotat, NLH ITF/SEVU.
- Jones J.B. et al. (1990) Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. Soil testing and plant analysis. 3rd ed. SSSA Book series, no.3. Madison, Wisconsin, USA. Chapter 15: 389-420 p.
- Khan and Samiullah (2006) Cadmium toxicity and tolerance in plants. Narosa Publishing House, New Delhi, India.
- Kjeldahl J. (1883) Neue methods zur bestimmung des stickstoffs in organischen Körpern. *Z. Anal Chem.* 22: 366-382.
- Kristiansen R. and Skaarer N. (1979) [Amount and composition of greywater] *Vann*, 2:151-156 (Official Journal of the Norwegian Water and Wastewater Association) (in Norwegian).
- Lens P. et al. (2001) Decentralised sanitation and reuse: Concepts, systems and implementation. London, IWA Publishing, pp. 355-363.

- Li Z. et al. (2004) High quality greywater recycling with biological treatment and 2-step membrane filtration. In: Werner C et al., eds. Ecosan-Closing the loop. Proceedings of the 2nd international symposium on ecological sanitation, incorporating the 1st IWA specialist group conference on sustainable sanitation, 7-11 April 2003, Lübeck, Germany. Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), pp. 555-557.
- Ludwig Art. (1994) Create an Oasis with Greywater-Your complete guide to choosing, building and using greywater systems. Oasis design, 5 san Marcos Trout Club, S:a Barbara, CA 93105-9726.
- MdS (1997) Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE, Ministerio de Salud, Government of Costa Rica.
- Megill W.B. and Figueiredo C.T. (1993) Total nitrogen. In: Soil sampling and methods of analysis Canadian society of soil science no.1. Chapter 22: 201-211 p.
- Metcalf and Eddy Borton (1972) Wastewater engineering. McGraw-Hill, Inc. United States of America.
- Metcalf and Eddy (1991) Wastewater Engineering : treatment, disposal and reuse. McGraw-Hill, Inc. United States of America.
- Ministry of the Environment (2003) Upgraded Effluent Quality Standards, Israeli effluent quality standard for irrigation and discharge.
- Mushtaque Ahmed et al. (2004) Greywater reuse in arid countries: problems and possibilities. Proceedings of the 2nd APHW Conference in Singapore, pp. 517-525. [online] Available:<http://www.wrrc.dpri.kyoto-u.ac.jp/~aphw/APHW2004/proceedings/TWM/56-TWM-A355/56-TWM-A355.pdf> [18 June 2009].
- Naser Faruqui and Odeh Al-Jayyousi (2002) Greywater Reuse in Urban Agriculture for Poverty Alleviation, *A Case Study in Jordan*. International Water Resources Association, *Water International*, Volume 27, Number 3, Page 387-394.
- Naturvårds- verket (1995) [What does household wastewater contain? Nutrients and metals in urine, faeces and dish-, laundry and showerwater.] Stockholm, Swedish Environmental Protection Agency (Report No. 4425) (in Swedish).
- Odeh R. Al-Jayyousi (2003) Greywater reuse: towards sustainable water management, Civil Engineering Department, College of Engineering, Applied Science University, Amman Jordan.

- Olsen S.R. et al. (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cir. No. 939.
- Otterpohl R. (2002) Options for alternative types of sewerage and treatment systems directed to the overall performance. *Water Science and Technology*, 45(3):149-158.
- Otterpohl R. (2003) New technological development in ecological sanitation. Proceeding, 2nd Int. Symp on ecological Sanitation, Lubeck, Germany.
- Ottoson J. and Stenstrom T.A. (2003) Faecal Contamination of Greywater and Associated Microbial Risks. *Water Res*, 37, 645-655.
- Panesar A. and Lange J. (2001) Innovative sanitation concept shows way towards sustainable urban development-experiences from the model project "Wohnen & Arbeiten" in Freiburg, Germany (<http://www.gtz.de/ecosan/download/Freiburg-Vauban-Apanesar.pdf>)
- Porto D.D. and Steinfeld C. (2000) *The Composting Toilet System Book: A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems, an Alternative to Sewer and Septic Systems*. Massachusetts, USA.
- Prasad MNV. (2004) Heavy metal stress in plants. *Blomolecules to ecosystems* springer. Printed in India.
- Rasmussen G. et al. (1996) Graywater treatment options. In: Staudenmann J Schönborn A, Etnier C, eds. *Recycling the resource, Proceedings of the 2nd international conference on ecological engineering for wastewater treatment*, Waedenswil, Switzerland, 18-22 September 1995, pp. 215-220 (Environmental Research Forum Vols. 5-6).
- Ridderstolpe P. (2004) Introduction to greywater management. Stockholm, Stockholm Environmental Institute, EcoSanRes (EcoSanRes Publication Series, Report 2004-4; <http://www.ecosanres.org/PDF%20files/ESR%20Publications%202004/ESR4%20web.pdf>).
- Salukazana L. et al. (2006) Re-use of greywater for agricultural irrigation. [online] Available: <http://www.ewisa.co.za/literature/files/242%20Salukazana.pdf> [17 June 2009].
- Sara Finley et al. (2009) Reuse of Domestic Greywater for the Irrigation of Food Crops. *Water Air Soil Pollunt* 199:235-245.
- Siegrist R.L. and Boyle W.C. (1981) Onsite reclamation of residential greywater, In: Proceeding of the 3rd national symposium on individual and small community sewage treatment, 14-15 December, Chicago, IL. St. Joseph, MI, American Society of Agricultural Engineers, pp. 176-186 (Publication 1-82).

- Siobhan Jackson et al. (2006) Microbiological assessment of food crops irrigated with domestic greywater. *Water SA*, Volume 32, No. 5 [online] Available:
<http://www.ewisa.co.za/literature/files/294%20Jackson.pdf> [17 June 2009].
- Soil and Plant Analysis Council, Inc. (2000) *Soil analysis: Handbook of Reference Methods*. CRC Press. London, UK.
- UNFPA (2001) *The state of world population. Footprints and milestones: Population and environmental change*, United Nations Population Fund, New York, USA.
- USEPA (1995) *Methods 508 Revision 3.1 Determination of chlorinated pesticides in water by Gas chromatography with an electron capture detector*, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA.
- USEPA (2004) *Guidelines for Water Reuse*, U.S. Environmental Protection Agency, Municipal Support Division, Office of Wastewater Management, Office of Water, Washington, DC.
- Van Lagen B. (1996) *Soil analysis*. In: *Manual for soil and water analysis*, Buurman, et al. Eds. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. P.1-120.
- Vigneswaran S. and Sundaravadivel M. (2004) RECYCLE AND REUSE OF DOMESTIC WASTEWATER, in *Wastewater Recycle, Reuse and Reclamation*, [Ed. Saravanamuthu (Vigi) Vigneswaran], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK.
- Vinnerås B. et al. (2006) The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste-A proposal for new Swedish design values. *Urban Water Journal*, 3(1):3-11.
- Water education (No date) How could coliform bacteria affect water quality? [online] Available:
http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/quality1/1-how-coliform-bacteria-affect-water-quality.htm [15 June 2009].
- WHO (2006) *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume II Wastewater use in agriculture, and Volume IV Excreta and greywater use in agriculture*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wikipedia (26 May 2009) *Fecal coliforms* [online] Available:
http://en.wikipedia.org/wiki/Fecal_coliforms [23 June 2009].
- Winblad U. and Simpson-Hébert M., eds. (2004) *Ecological sanitation*, rev. ed. Stockholm, Stockholm Environmental Institute.
- Yang X.E. et al. (2004) Cadmium tolerance and hiperaccumulation in a new Zn-hiperaccumulating plant species (*Sedum alfredii* Hance). *Plant Soil* 259:181-189.

Yash P. Kalra (1998) Handbook of reference methods for plant analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press.

Zhang Y. et al. (2003) Biodiesel production from waste cooking oil: 1.Process design and technological assessment. Bioresources Technology, 89(1):1-16.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำ

1. การวิเคราะห์ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการสกัดด้วยซอกซ์เลต (Soxhlet Extraction Method) (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสกัดซอกซ์เลต (Soxhlet Extraction Apparatus)
2. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศ
3. ชุดกรอง
4. เตาไฟฟ้าที่สามารถปรับอุณหภูมิได้
5. หลอดสำหรับสกัดทำด้วยกระดาษกรอง (Extraction Thimble)
6. กระดาษกรอง เบอร์ 40 (Whatman) เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.70 เซนติเมตร
7. ขวดที่ใช้สกัด (Extraction vessel)
8. เม็ดแก้ว (boiling stone)
9. โถทำแห้ง (Desiccator)

สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
2. เฮกเซน (n-Hexane)
3. สารแขวนลอยช่วยกรอง (Diatomaceous-silica filter aid suspension) 10 กรัม/ลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. เก็บตัวอย่างน้ำมันในขวดปากกว้างจำนวน 1 ลิตร และปรับสภาพให้เป็นกรด ($\text{pH} < 2$) ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
2. เตรียมกรองโดยวางกระดาษกรองลงในชุดกรอง เทสารแขวนลอยช่วยกรอง จำนวน 100 มิลลิลิตร ใช้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 1 ลิตร ดูดน้ำออกจนแห้ง
3. กรองตัวอย่างน้ำมันบนกระดาษกรองที่มีแผ่นกรองดูดซับน้ำมันอยู่ ดูดน้ำออกจนแห้ง
4. ใช้คีมคีบกระดาษกรองนำไปใส่ในหลอดสำหรับสกัดทำด้วยกระดาษกรอง ใช้สำลีสูดเฮกเซนเช็ดไขมันที่ติดอยู่ข้างชุดกรองให้หมด แล้วนำสำลีใส่ในหลอดสำหรับสกัดทำด้วยกระดาษกรอง
5. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และใส่เม็ดแก้วลงไป
6. ชั่งน้ำหนักขวดที่จะใช้สกัดให้มีน้ำหนักคงที่ (อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส) สมมติน้ำหนักเป็น A มิลลิกรัม
7. นำหลอดสำหรับสกัดเข้าเครื่องสกัดซอกซ์เลต โดยใช้เฮกเซน 60 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย

8. เมื่อสกัดเสร็จ นำขวดที่ใช้สกัดไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

9. ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักรวมสมมติน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ไขมันและน้ำมัน (mg/L)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B-A)} \times 10^6}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids, TS)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporation Dishes) ขนาด 100 ml
2. เครื่องอ่างน้ำ (Water bath)
3. โถทำแห้ง (Desiccator)
4. เตาอบแห้ง (Oven)
5. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยระเหยในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. แล้วทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยระเหยจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ (สมมติมีน้ำหนักเป็น A มิลลิกรัม)
3. เขี่ยน้ำตัวอย่างให้เข้ากันดี เทน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาณแน่นอนลงในถ้วยระเหย (การเลือกปริมาตรน้ำ พิจารณาจากลักษณะของน้ำและแหล่งที่มา โดยจะใช้ 50 หรือ 100 มิลลิลิตร) นำไประเหยบนเครื่องอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้ง (ปริมาตรน้ำที่พอเหมาะควรเหลือจากที่แห้งแล้ว อยู่ในช่วง 10-200 มิลลิกรัม)
4. นำถ้วยระเหยที่ระเหยแล้วเข้าอบในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. ปลดปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งหาน้ำหนักถ้วยระเหย
5. ทำซ้ำในข้อ 4 จนชั่งน้ำหนักถ้วยระเหยได้ค่าคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4 (สมมติมีน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม)

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งทั้งหมด (mg/L)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B-A)} \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids, TSS)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. โถทำแห้ง (Desiccator)
2. เตาอบแห้ง (Oven)
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
4. กระจกกรอง GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.70 เซนติเมตร
5. ชุดกรอง
6. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศ
7. ภาชนะสำหรับใส่กระจกกรองอบแห้ง
8. ปากคืบ

วิธีวิเคราะห์

1. นำกระจกกรอง GF/C อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. แล้วทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระจกกรอง
2. ทำซ้ำข้อ 1 จนน้ำหนักกระจกกรองมีค่าคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4 (สมมติมีน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม)
3. ต่อชุดกรองและเครื่องดูดสุญญากาศเข้ากัน แล้ววางกระจกกรอง GF/C ลงบนชุดกรอง จัดตำแหน่งของชุดดูดสุญญากาศให้เรียบร้อย เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระจกกรองด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 20 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง แล้วทิ้งน้ำล้างนั้น
4. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมาก แสดงว่ามีของแข็งแขวนลอยมาก ให้ใช้ปริมาณน้อยๆ แต่ถ้าใส ควรเพิ่มปริมาณน้ำตัวอย่างให้มากขึ้น (ควรให้มีค่าของแข็งแขวนลอยติดอยู่บนกระจกกรองระหว่าง 1-200 มิลลิกรัม)
5. เข่าน้ำตัวอย่างให้เข้ากันดี แล้วค่อยๆ เทตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตร ลงกรองอย่างต่อเนื่องจนหมด ใช้น้ำกลั่นล้างภาชนะ และด้านข้างของชุดกรอง แล้วปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออกจนแห้ง ปิดเครื่อง
6. ใช้ปากคืบคืบกระจกกรองวางบนภาชนะรองรับ
7. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนัก (สมมติมีน้ำหนัก B มิลลิกรัม)

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (mg/L)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B-A)} \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporation Dishes) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เครื่องอ่างน้ำ (Water bath)
3. โถทำแห้ง (Desiccator)
4. เตาอบแห้ง (Oven)
5. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
6. กระดาษกรอง GF/C ขนาด 4.70 เซนติเมตร
7. ชุดกรอง
8. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศ

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยระเหยในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. แล้วทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักถ้วยระเหย
2. ทำซ้ำข้อ 1 จนน้ำหนักถ้วยระเหยมีค่าคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4 (สมมติมีน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม)
3. ต่อชุดกรองและเครื่องดูดสุญญากาศเข้ากัน แล้ววางกระดาษกรอง GF/C ลงบนชุดกรอง จัดตำแหน่งของชุดขวดดูดสุญญากาศให้เรียบร้อย เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 20 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง แล้วทิ้งน้ำล้างนั้น
4. เขี่ยน้ำตัวอย่างให้เข้ากันดี แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C โดยให้กรองมากกว่าปริมาตรที่จะใช้ระเหยจริง หรืออาจใช้ตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองจากการหาค่าของแข็งแขวนลอย
5. นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองบนกระดาษกรอง GF/C ใส่ในถ้วยระเหยที่ทราบน้ำหนัก แล้วนำไปประเหบบนเครื่องอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้ง
6. นำถ้วยระเหยที่ระเหยแล้วเข้าอบในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. ปลดปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักถ้วยระเหย
7. ทำซ้ำในข้อ 6 จนชั่งน้ำหนักถ้วยระเหยได้ค่าคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4 (สมมติมีน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม)

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งละลายทั้งหมด (mg/L)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B-A)} \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen, ในรูปของ TKN)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือในการย่อยสลาย (Digestion unit)
2. เครื่องกลั่น (Distilling unit)
3. หลอดย่อย (Kjeldahl flask)
4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. บิวเรตต์
6. เม็ดแก้ว (Glass bead)

สารเคมี

1. ตัวเร่งปฏิกิริยาใช้ K_2SO_4 และ $CuSO_4$ ในอัตราส่วน 9:1 โดยในแต่ละตัวอย่างใช้ 7.5 กรัม
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium hydroxide-Sodium thiosulfate reagent) : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต 25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
3. สารละลายอินดิเคตอร์บอริก (Indicating Boric Acid) : ละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 20 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมนิกซอินดิเคเตอร์ 10 มิลลิลิตร เจือจางให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. นิกซอินดิเคเตอร์ (Mix indicator) : ละลายเมธิลเรด 200 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 100 มิลลิลิตร และละลายเมทิลีนบลู 100 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 50 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายทั้ง 2 ชนิดมาผสมกัน เตรียมใช้แต่ละเดือน
5. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 18 โมลาร์
6. สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลาร์
7. ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์
8. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลาร์

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตรลงในหลอดย่อย (Kjeldahl tube)
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา K_2SO_4 : $CuSO_4$ 7.5 กรัม และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร พร้อมกับใส่เม็ดแก้ว 4-5 เม็ด
3. นำเข้าเครื่องย่อย โดยให้ความร้อนในเตาย่อย อุณหภูมิไม่เกิน 380 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้สารละลายใส
4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปกลั่น
5. ก่อนนำเข้าเครื่องกลั่น เติมนิกซอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไธโอซัลเฟต 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปกลั่น

6. กลั่นตัวอย่างลงในขวดรูปชมพู่ที่เติมสารละลายอินดิเคติงบอริก 50 มิลลิลิตร

7. เก็บส่วนที่กลั่นออกมาให้ได้ 200 มิลลิลิตร ไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลายเป็นสีม่วง

การคำนวณ

$$\text{TKN (mg/L ในรูป N)} = \frac{(A-B) \times N \times 14000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

เมื่อ A = ml ของกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

B = ml ของกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์

N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเป็น Normality

6. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphorus)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic Acid Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
2. ปีกเกอร์
3. ขวดปรับปริมาตร
4. ขวดรูปชมพู่
5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 18 โมลาร์
2. กรดไนตริกเข้มข้น
3. สารละลายฟีนอล์ฟทาไลน์อินดิเคเตอร์
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 โมลาร์
5. สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล : เจือจางกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
6. สารละลายโพแตสเซียมแอนติโมนิแททเทต (Potassium antimonyl tartate solution) : ละลาย $\text{K(SbO)C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 1.3715 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว
7. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate solution) : ละลาย $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร และเก็บในขวดแก้ว
8. สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) 0.1 โมลาร์ : ละลายแอสคอร์บิก 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 อาทิตย์ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

9. น้ำยารวม (Combined reagent) : ผสมน้ำยาเคมีจากข้างต้นในสัดส่วน สำหรับ 100 มิลลิลิตร ดังนี้

สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล	50 มิลลิลิตร
สารละลายโพแตสเซียมแอนติโมนิไทด์เทรต	5 มิลลิลิตร
สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต	15 มิลลิลิตร
สารละลายแอสคอร์บิก	30 มิลลิลิตร

ก่อนที่จะทำการผสมน้ำยารวมให้ตั้งสารละลายแต่ละชนิดให้อยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อน แล้วจึงนำมาผสมกันทีละชนิดตามลำดับ ถ้าเกิดความขุ่นขึ้นหลังจากเติมสารละลายโพแตสเซียมแอนติโมนิไทด์เทรตหรือสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้ แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที จนกระทั่งความขุ่นหายไป จึงเติมน้ำยาตัวอื่นต่อไป น้ำยารวมนี้สามารถอยู่ได้ 4 ชั่วโมง

10. สารละลายสต็อกฟอสเฟต (Stock phosphate solution) : ละลายโพแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 219.5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ; 1 มิลลิลิตรของสารละลายนี้ = ฟอสฟอรัส 50 ไมโครกรัม

11. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต: นำสต็อกฟอสเฟตมา 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ; 1 มิลลิลิตร = ฟอสฟอรัส 2.5 ไมโครกรัม

วิธีวิเคราะห์

ก. การย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริก-ไนตริก (Sulfuric acid-Nitric acid digestion)

1. นำตัวอย่างมา 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร
2. นำมาย่อยบนเตาให้ความร้อนจนได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วย่อยสลายต่อจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี เพื่อไล่กรดไนตริก
3. ทำให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด (0.05 มิลลิลิตร)
4. ค่อยๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน (ถ้าเกิดความขุ่นก็ให้กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง) ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ข. การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid Method)

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำจากข้างต้นมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด ถ้าเกิดสีแดงให้หยดสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล ลงไปที่ละหยด จนกระทั่งสีแดงหายไป
2. เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ต้องไม่เกิน 30 นาที
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต (mg/L)} = \frac{\mu\text{g P ที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

7. การวิเคราะห์บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี BOD 5 day test (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกปิดสนิท ขวดที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากสารอินทรีย์ การทำความสะอาดควรล้างด้วยสารละลายโครมิก แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ฉีดน้ำกลั่นล้างอีกหลายๆ ครั้ง คว้าให้แห้ง

2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งควบคุมได้ 20 ± 1 องศาเซลเซียส

3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น กระบอกตวง บิวเรตต์ ขวดรูปกรวย เป็นต้น

4. เครื่องจ่ายลมแบบเดียวกับที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลาสวยงาม และหัวลูกฟู่ (หัวจ่ายลม)

สารเคมี

1. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ : ละลายโพแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 33.4 กรัม ไดโพแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 21.75 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมีพีเอชเท่ากับ 7.2

ข้อควรระวัง ให้เททิ้งทันทีถ้าพบเห็นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในขวดเก็บสารละลาย

2. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต : ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 22.5 กรัมในน้ำกลั่น เจือจางเป็น 1 ลิตร

3. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ : ละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ (anhydrous CaCl_2) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ : ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 0.25 กรัม หรือละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) 0.14 กรัม แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

5. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต : ละลายแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 364 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 400 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

6. สารละลายอัลคาไลน์-ไอโอไดด์-เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide reagent) : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม (หรือโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม) และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม (หรือโพแตสเซียมไอโอไดด์ 150 กรัม) ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

(เตรียมเพียง 500 มิลลิลิตร) และละลายโซเดียมไฮไดรไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

7. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

8. น้ำแป้ง : ละลายแป้ง (Soluble Starch) 2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 มิลลิลิตร และเติมกรดซัลฟิวริก 0.2 กรัม

9. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 โมลาร์ : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 6.205 กรัม ในน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เทียบค่าความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไบไฮโอเดต 0.025 โมลาร์ โดยนำไปทดสอบเก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร

10. สารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไบไฮโอเดต 0.0021 โมลาร์ : ละลายโพแตสเซียมไบไฮโอเดต ($\text{KH}(\text{IO}_3)_2$) 812.4 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ละลายโพแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ประมาณ 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร หรือกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2-3 หยด และสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไบไฮโอเดต 20 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตไอโอดีนซึ่งถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมน้ำแป้งเมื่อใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองอ่อน ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้น 0.025 โมลาร์ พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตจะเท่ากับ 20 มิลลิลิตร ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่ได้ค่าดังกล่าว ให้ปรับความเข้มข้นให้เท่ากับ 0.025 โมลาร์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมน้ำผสมเจือจาง โดยนำน้ำกลั่นที่ปรับอุณหภูมิเป็น 20 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ลิตร และเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์ และเฟอริกคลอไรด์ อย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วเป่าอากาศ ให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว

2. เลือกปริมาณตัวอย่างที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณ ให้หาบีโอดีก่อน โดยพิจารณาถึงลักษณะของตัวอย่างน้ำและแหล่งเก็บด้วย เพื่อกะปริมาณค่าบีโอดี เมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณแล้ว ควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตารางที่ 1

3. เมื่อเลือกปริมาณตัวอย่างแล้ว ปิเปตตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดี อย่างละ 2 ขวด เติมน้ำสำหรับใช้เจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังพยายามอย่าให้เกิดฟองอากาศปิดฝาให้แน่น นำขวดบีโอดีขวดหนึ่งของแต่ละปริมาตรที่เลือก หาค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้นโดยวิธี

Azide Modification สมมติเป็น DO_0 ส่วนอีกขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

4. เมื่อครบ 5 วัน นำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ โดยวิธี Azide Modification สมมติเป็น DO_5

ตารางที่ ผ-1 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วง BOD ต่างๆ

ปริมาณตัวอย่าง (ml)	ช่วงบีโอดี (mg/L)	อัตราการเจือจาง
0.02	30,000 - 105,000	15,000
0.05	12,000 - 42,000	6,000
0.10	6,000 - 21,000	3,000
0.20	3,000 - 10,500	1,500
0.50	1,200 - 4,200	600
1.0	600 - 2,100	300
2.0	300 - 1,050	150
5.0	120 - 420	60
10.0	60 - 210	30
20.0	30 - 105	15
50.0	12 - 42	6
100	6 - 21	3
300	0 - 7	1

วิธี Azide Modification

1. นำขวดบีโอดีจากข้างต้นมาเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) 1 มิลลิลิตร และสารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (Alkali-iodide-azide) 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ข้างขวด ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศเข้าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้ตกตะกอน จนได้ปริมาณน้ำใสประมาณครึ่งขวด (จะเกิดตะกอนสีน้ำตาล และถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)

2. เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยปล่อยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามข้างๆ กอขวด โดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำ ปิดจุกขวดก่อนตะกอนจะล้นออกจากปากขวด เขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

3. ตวงน้ำจากขวดบีโอดีมา 201 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 0.025 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลือง

อ่อน เติมน้ำเป้ง 2-3 หยด (1 มิลลิลิตร) จะได้สีน้ำเงินเข้ม แล้วไทเทรตจนถึงจุดยุติเป็นสารละลายไม่มีสี จดปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไโครเมตที่ใช้ไป

การคำนวณ

$$\text{ค่าบีโอดี (mg/L)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times \text{อัตราส่วนเจือจาง}$$

8. การวิเคราะห์ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด (Close Reflux Method) (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดย่อย (Digestion Vessels) เป็นหลอดแก้วบอโรซิลิเกต (Borosilicate) ขนาด 20×150 มิลลิเมตร
2. Rack
3. ตู้อบ (oven)
4. บิวเรตต์
5. ขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต (Standard Potassium Dichromate Solution) 0.0167 โมล/ลบ.คม. : ละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงหนัก 4.913 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 167 มิลลิลิตร และเมอร์คิวริกซัลเฟต 33.3 กรัม คนให้ละลาย ปล่อยให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

2. กรดซัลฟิวริกเกรด : ซิงซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 8.8 กรัม ใส่ลงในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 กิโลกรัม ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ซิลเวอร์ซัลเฟตละลายได้หมด ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

3. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Standard FAS) 0.1 โมล/ลบ.คม. : ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ทิ้งให้เย็น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

วิธีตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.0167 โมล/ลบ.คม. 3.0 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปกรวย เติมน้ำกลั่น 5.0 มิลลิลิตร แล้วจึงค่อยๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 7.0 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เติมเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนได้สีน้ำตาลแดงเป็นจุดยุติ ทำการตรวจสอบซ้ำประมาณ 2 ครั้ง

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอม โมเนียมซัลเฟต

$$\text{โมลาริตีของเอฟเอเอส} = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายโพแตสเซียมไดโครเมต} \times 0.0167}{\text{ปริมาตรเอฟเอเอสที่ใช้ไทเทรต}}$$

4. สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ : ละลาย 1,10 ฟีนานโทลีน โมโนไฮเดรต (1,10-Phenanthroline Monohydrate, $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$) 1.485 กรัม และเฟอร์รัสซัลเฟต (Ferrous Sulfate, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.695 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

5. กรดซัลฟามิก : ใช้สำหรับป้องกันการรบกวนของไนไตรท์ ปริมาณที่ใช้ คือ 10 มิลลิกรัม ต่อทุกๆ 1 มิลลิกรัมของไนไตรท์

6. สารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (Potassium Hydrogen Phthalate หรือ KHP) : บดโพแตสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต เพื่อลดขนาดลงและนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนแห้งและมีน้ำหนักคงที่ แล้วละลายโพแตสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต ที่บดและอบแห้ง แล้ว 425 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น เจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีค่า COD เท่ากับ 500 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้นานไม่เกิน 3 เดือน

7. สารละลายกลูโคส : ละลายกลูโคส 486.6 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีค่า COD เท่ากับ 500 มิลลิกรัม/ลิตร (กลูโคส 1 กรัม จะให้ COD 1.067 กรัม) สารละลายกลูโคสจะไม่ค่อยคงตัวเพราะสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว

วิธีวิเคราะห์

1. ล้างหลอดย่อยและฝาปิดด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 20% ทุกครั้งก่อนการใช้งาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์

2. เลือกใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างมากที่สุด 5 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่า แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 5 มิลลิลิตร

3. ใส่ตัวอย่างน้ำลงในหลอดแก้ว เติมสารละลายโพแตสเซียมไดโครเมต 3.0 มิลลิลิตร ตามด้วยกรดซัลฟิวริก 7.0 มิลลิลิตร อย่างช้าๆ แล้วปิดฝาให้แน่นและผสมให้เข้ากันดี สำหรับแบบลงค์ให้ใช้น้ำกลั่นแล้วทำเหมือนกับตัวอย่างทุกอย่าง

4. วางหลอดแก้วใน Rack แล้วใส่ตู้อบ ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 150 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชม.

5. เมื่อครบ 2 ชม. แล้วนำออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็น

6. เทสารละลายออกจากหลอดแก้วลงในขวดรูปชมพู่ เติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอม โมเนียมซัลเฟต สีของสารละลายจะค่อยๆ เปลี่ยนจากฟ้าอมเขียวเป็นน้ำตาลแดง ซึ่งแสดงว่าถึงจุดยุติ (ถึงแม้ว่าสีฟ้าอมเขียวจะกลับมาปรากฏอีกในหลายนาทีต่อมา) จดปริมาณสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอม โมเนียมซัลเฟต ที่ใช้ไทเทรต

การคำนวณ

$$\text{ค่าซีโอดี (mg/L)} = \frac{(A-B) \times M \times 8000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

9. การวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำเสีย

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique (MPN) (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้ว พร้อมฝาปิด และหลอดดักแก๊ส
2. ปิเปตขนาด 10 และ 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
3. จานเพาะเชื้อ
4. ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop)
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. ตู้เพาะเชื้อ
7. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

สารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ EC medium
5. อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar

วิธีวิเคราะห์

การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test) (Total coliform bacteria, Fecal coliform, Escherichia coli)

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ lauryl tryptose broth หลอดละ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีหลอดดักแก๊สอยู่ และทำให้ปลอดเชื้อ โดยเตรียมอาหารเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด และอาหารปกติ จำนวน 10 หลอด (ระบบ 5 หลอด)
2. เขย่าตัวอย่างน้ำแรงๆ ประมาณ 25 ครั้ง
3. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหารเหลวเข้มข้นเป็น 2 เท่า จำนวน 5 หลอดๆ ละ 10 มิลลิลิตร และดูดตัวอย่างน้ำใส่หลอดที่บรรจุอาหารเหลวเข้มข้นปกติปริมาตร 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด รวมทั้งหมดเป็น 15 หลอด
4. เขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้อาหารเหลวผสมกับน้ำตัวอย่าง

5. นำหลอดทั้งหมด (15 หลอดต่อ 1 ตัวอย่าง) เข้าสู่เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

6. เมื่อครบ 24 ± 2 ชั่วโมง ให้ดูว่ามีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สหรือไม่ หลอดที่เกิดแก๊สให้ผลเป็นบวก ให้ทำการวิเคราะห์ขั้นยืนยันต่อไป

7. สำหรับหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้นำไปอบในตู้เพาะเชื้อต่ออีกให้ครบ 48 ± 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาอ่านผลอีกครั้ง หลอดที่เกิดแก๊สภายใน 48 ± 3 ชั่วโมง ถือว่าให้ผลเป็นบวก ส่วนหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้ผลเป็นลบ

8. ทำการวิเคราะห์ขั้นยืนยันกับหลอดที่เกิดแก๊สทุกหลอด

การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

สำหรับ Total coliform bacteria

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ

2. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร Brilliant green lactose bile broth ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก

3. เขี่ยหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ wire loop ลนไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็นสักครู่ จุ่มลงไป ในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีขอบเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วถ่ายเชื้อลงในหลอดที่บรรจุอาหาร Brilliant green lactose bile broth

4. นำเข้าสู่เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

5. เมื่อครบเวลาให้นำมาอ่านผลว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าหลอดใดเกิดแก๊สก็ให้ผลเป็นบวก ถ้าไม่เกิดก็ให้ผลเป็นลบ

6. จากจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกในแต่ละการเจือจาง สามารถนำไปคำนวณหาค่า MPN index ได้

7. ทำการวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์กับหลอดที่เกิดแก๊สทุกหลอด

สำหรับ Fecal coliform

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ

2. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร EC medium ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก

3. เขี่ยหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ wire loop ลนไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็นสักครู่ จุ่มลงไป ในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีขอบเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วถ่ายเชื้อลงในหลอดที่บรรจุอาหาร EC medium

4. นำหลอดที่ถ่ายเชื้อแล้ว ไปเพาะเชื้อในเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง ให้ใส่หลอดทั้งหมดในเครื่องอังน้ำ ภายใน 30 นาที หลังจากถ่ายเชื้อแล้ว และระดับน้ำในอ่างควรท่วมระดับอาหารในหลอด

5. เมื่อครบเวลาให้นำมาอ่านผลว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าหลอดใดเกิดแก๊สก็ให้ผลเป็นบวก ซึ่งแสดงว่าเป็น Fecal coliform แต่ถ้าไม่เกิดแก๊สก็ให้ผลเป็นลบ

6. จากจำนวนหลอดที่ให้ผลเป็นบวกในแต่ละการเจือจาง ให้นำไปคำนวณหาค่า MPN index ของ Fecal coliform

สำหรับ *Escherichia coli*

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนจานเพาะเชื้อที่บรรจุอาหาร EMB agar ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก
3. เขี่ยหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ wire loop ลงไฟให้แดง ทิ้งให้เย็นสักครู่ จุ่มลงไป ในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีช่องเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้ว streak ลงบนอาหาร EMB agar โดยขยับปลาย ห่วงลากกลับไปกลับมาบนผิวอาหารแข็ง (streak) จนทั่วจาน
4. นำจานเพาะเชื้อเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง โดยคว่ำจานลง

5. ตรวจจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง EMB Agar ว่ามีแบคทีเรียที่มีสีม่วงเหมือนสีอาหาร ผิวนิโคโลนีอาจมีลักษณะมันวาวเหมือนเงาโลหะ (Metallic sheen) หรือไม่มี ถ้าพบแบคทีเรียกลุ่มนี้บนอาหาร แสดงว่าผลการทดสอบเป็นบวก นั่นคือ *Escherichia coli*

การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test) (สำหรับ Total coliform bacteria)

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนจานเพาะเชื้อบรรจุอาหาร MacConkey agar ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลเป็นบวก
3. ใช้ wire loop ลงไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็นสักครู่ จุ่มลงไป ในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีช่องเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้ว streak ลงบนอาหาร MacConkey agar โดยขยับปลายห่วงลากกลับไปกลับมาบนผิวอาหารแข็ง (streak) จนทั่วจาน
4. นำจานเพาะเชื้อเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง โดยคว่ำจานลง
5. โคโลนีที่เกิดขึ้นจะเป็นสีแดง หรือเป็นสีชมพูและเข้ม
6. ใช้เข็มเขี่ยเอาโคโลนีที่แยกเดี่ยวๆ และเห็นชัดในแต่ละจานใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหาร lauryl tryptose broth
7. นำหลอดอาหารที่ถ่ายเชื้อแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง
8. เมื่อครบเวลาแล้วให้นำมาอ่านผล ถ้าเกิดแก๊สขึ้นก็แสดงว่าเป็น coliform bacteria แต่ถ้าไม่มีแก๊สเกิดขึ้นก็ให้นำไปเพาะเชื้อต่อถึง 48 ± 3 ชั่วโมง แล้วนำมาอ่านผลเช่นเดียวกัน

10. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

10.1 การวิเคราะห์แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn) และโพแทสเซียม (K)

โดยวิธี Direct Air-Acetylene Flame Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
3. บีกเกอร์

สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3)
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl)
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 30%
4. สารละลายโลหะมาตรฐาน
 - 4.1 สารละลายมาตรฐานแคดเมียม
 - 4.2 สารละลายมาตรฐานโครเมียม
 - 4.3 สารละลายมาตรฐานทองแดง
 - 4.4 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว
 - 4.5 สารละลายมาตรฐานสังกะสี
 - 4.6 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่าง : ตวงน้ำตัวอย่างมา 100 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ใส่เม็ดแก้วแล้วนำไปตั้งบนเตาให้ความร้อน โดยทำให้สารละลายค่อยๆ เดือด และระเหยไปอย่างช้าๆ จนได้สารละลายใส ไม่มีสี ปริมาตร 10-20 มิลลิลิตร (อาจเติมกรดไนตริกเข้มข้นได้อีก) จากนั้นให้กรองสารละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

ถ้าจะหาปริมาณของโครเมียม ให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลายตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์

2. สร้างกราฟมาตรฐาน : เลือกสารละลายโลหะมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ แล้ววัดค่าดูดกลืนแสง โดยให้สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับความเข้มข้น

3. วิเคราะห์ตัวอย่าง : ให้นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometric โดยวิธี Direct Air-Acetylene Flame Method

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน



10.2 การวิเคราะห์ปรอท (Hg)

โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
3. ตู้อบ (Oven)
4. ขวดปริมาตร (Volumetric flask)

สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
3. กรดไฮโดรคลอริก 3%
4. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต : ละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) 50 กรัม ในน้ำกลั่นและปริมาตรเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต : ละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 50 กรัม ในน้ำกลั่นและปริมาตรเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ไฮดรอกซิลามีนซัลเฟต : ละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 120 กรัม และไฮดรอกซิลามีนซัลเฟต ($(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{H}_2\text{SO}_4$) 120 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปริมาตรเป็น 1 ลิตร
7. สารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride reagent) : ละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (NaBH_4) 2 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05% จำนวน 1000 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
8. สารละลายมาตรฐานปรอท

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างน้ำมา 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดบีโอดี
2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 15 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที
4. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 8 มิลลิลิตร แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง
5. เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ไฮดรอกซิลามีน 6 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อกำจัดโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหลืออยู่ แล้วทำการวิเคราะห์โดย Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

10.3 การวิเคราะห์สารหนู (As)

โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
3. บีกเกอร์
4. เตาความร้อน

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride reagent) : ละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (NaBH_4) 2 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05% จำนวน 1000 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
2. สารละลายโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 5% กับกรดแอสคอบิก 5% : ละลายโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 25 กรัม และกรดแอสคอบิก 25 กรัม ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
4. กรดไนตริกเข้มข้น
5. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
6. กรดไฮโดรคลอริก 10%
7. สารละลายมาตรฐานสารหนู

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร และเม็ดยาลงไป
3. นำไปวางบนเตาความร้อนจนกระทั่งปริมาตรลดลงเหลือ 15-20 มิลลิลิตร
4. เติมกรดไนตริกเข้มข้นอีก 5 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อจนได้สารละลายใสไม่มีสี ถ้ายังไม่ใสให้เติมกรดไนตริกเข้มข้นอีก 10 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อไปเรื่อยๆ โดยที่ห้ามให้สารละลายแห้ง
5. ทิ้งให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร (ถ้าช้อนก็ให้กรองก่อน)
6. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเติมโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 5% กับกรดแอสคอบิก 5% จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
7. ตั้งทิ้งไว้ 45 นาที แล้วทำการวิเคราะห์โดย Hydride Atomic Absorption Spectrometer

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

11. การวิเคราะห์ปริมาณออร์แกนโนคลอรีน (Organochlorine group)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography, GC-ECD (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดแก้วใส่ตัวอย่างน้ำขนาด 1000 มิลลิลิตร พร้อมจุกเกลียว TFE-lined
2. กรวยแยก
3. กระบอกตวง

สารเคมี

1. เฮกเซน (Hexane)
2. ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด $30-60^{\circ}\text{C}$
3. ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether) ที่ปราศจากเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสามารถเตรียมได้โดยนำมารีฟลักซ์กับ sodium-lead alloy เป็นเวลา 8 ชม. นำมากลั่น แล้วเติมเมทานอล 2% นำไปใช้ทันที หรือถ้าจะเก็บไว้ ต้องนำมาทดสอบเปอร์ออกไซด์ก่อนใช้ทุกครั้ง
4. เอทิลอะซิเตต (Ethyl acetate)
5. เมทิลีนคลอไรด์ (Methylene chloride)
6. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4 , anhydrous, granular) ควรบรรจุในขวดแก้ว
7. สารกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน ที่มีความบริสุทธิ์ 95-98%
8. Stock pesticide solutions : ละลายสารกำจัดศัตรูพืช 100 มิลลิกรัม ในเอทิลอะซิเตตและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ; $1.00\text{ ml} = 1.00\text{ mg}$
9. Intermediate pesticide solutions : เจือจาง Stock pesticide solution 1.0 มิลลิลิตร ในเอทิลอะซิเตตและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ; $1.0\text{ ml} = 10\text{ }\mu\text{g}$
10. Working standard solutions สำหรับ Gas Chromatography : เตรียมสารละลายมาตรฐานในเฮกเซน ให้มีความเข้มข้นน้อยที่สุด ที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

- 1.1 เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน และตวงมา 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 1 ลิตร
- 1.2 เติมไดเอทิลอีเทอร์ 15% หรือเมทิลีนคลอไรด์ในเฮกเซน จำนวน 30 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยก
- 1.3 เขย่าแรงๆ 2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างน้อย 10 นาที
- 1.4 ถ่ายตัวอย่างน้ำออก ใส่ในบีกเกอร์ เพื่อนำมาสกัดอีก
- 1.5 นำส่วนที่สกัดได้เทผ่าน 2-cm-OD คอตมันน์ ที่บรรจุโซเดียมซัลเฟต 8-10 cm ใน Kuderna-Danish กับหลอดความเข้มข้น (concentrator tube) 10 ml

1.6 สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง และล้างโซเดียมซัลเฟต ด้วยไดเอทิลอีเทอร์ 15% หรือ เม
ทิลีนคลอไรด์ในเฮกเซน หลายๆ ครั้ง

1.7 เทสารละลายที่สกัดได้ใส่ถ้วยระเหย แล้วนำไประเหยให้เหลือประมาณ 3.5
มิลลิลิตร ในเครื่องอังน้ำ 90-95 องศาเซลเซียส

1.8 เก็บสารละลายที่เหลือจากการระเหยใส่ในขวด แล้วกลั่นด้วยระเหยด้วยเฮกเซน
แล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง : นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas
Chromatography, GC-ECD

ภาคผนวก ข
การตรวจวัดคุณสมบัติของพืช

การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชด้วยวิธีการสุ่มเก็บ เมื่อพืชเจริญเติบโตแล้วสัปดาห์ละครั้ง และจะทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ในพืชเมื่อเจริญเติบโตพร้อมที่จะเก็บไปรับประทาน หรือประมาณ 30-60 วัน หลังการเพาะปลูก ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (กองวัดภูมิพิสัยการเกษตร, 2545)

การเตรียมตัวอย่างพืชก่อนการวิเคราะห์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถุงกระดาษหรือถุงผ้า หรือทำเป็นกระถงกระดาษสีน้ำตาล
2. ตู้อบ

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างพืชใส่ในถุงกระดาษหรือถุงผ้า หรือทำเป็นกระถงกระดาษสีน้ำตาล นำไปอบที่อุณหภูมิระหว่าง 70-80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้งสนิท ไม่ควรใช้ภาชนะที่เป็นโลหะอบตัวอย่าง เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนในการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นโลหะ ถ้าต้องการทราบน้ำหนักแห้ง เมื่อนำตัวอย่างออกจากตู้อบให้ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 30-60 นาที แล้วรีบชั่งน้ำหนักทันที เพราะตัวอย่างที่แห้งแล้วจะดูดความชื้นกลับเข้าไปใหม่
2. เมื่อตัวอย่างแห้งแล้ว ถ้าพร้อมบดก็ควรจะบดทันที แต่ถ้ายังไม่พร้อมก็ควรนำตัวอย่างใส่ไว้ในตู้อบก่อนเพื่อรอบดต่อไป จากนั้นให้เก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะที่มีฝาปิด หรือเก็บในถุงกระดาษ เพื่อสะดวกในการนำตัวอย่างไปอบอีกครั้ง (ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส) ถ้าต้องเก็บตัวอย่างเป็นเวลานานๆ

1. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

1.1 การวิเคราะห์แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn)

โดยวิธี Direct Air-Acetylene Flame Method (ไพรีน เหล็กคอง, 2545; Jones and Case, 1990; Yash, 1998; APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดปรับปริมาตร
3. บีกเกอร์
4. เครื่องชั่ง
5. เตาเผา
6. กระดาษกรอง
7. กระจกนาฬิกา
8. ขวดพลาสติกที่มีฝาปิด

9. เตาให้ความร้อน

สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30%
4. สารละลายโลหะมาตรฐาน
 - 4.1 สารละลายมาตรฐานแคดเมียม
 - 4.2 สารละลายมาตรฐานโครเมียม
 - 4.3 สารละลายมาตรฐานทองแดง
 - 4.4 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว
 - 4.5 สารละลายมาตรฐานสังกะสี
 - 4.6 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

- 1.1 ชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัม ใส่ในถ้วยทนไฟ
- 1.2 นำตัวอย่างใส่เตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
- 1.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 โมลาร์ 5 มิลลิลิตร
- 1.4 นำไปอุ่นบนเตาความร้อน เพื่อให้ตะกอนละลายดีขึ้น
- 1.5 เทตัวอย่างลงในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
- 1.6 กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วเก็บในขวดพลาสติกมีฝาปิด

ถ้าจะหาปริมาณของโครเมียม ให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลายตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน : เลือกสารละลายโลหะมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน อย่างน้อย 5 ความเข้มข้น แล้ววัดค่าดูดกลืนแสง โดยให้สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับความเข้มข้น

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง : ให้นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาทำการวิเคราะห์โดยวิธี Direct Air-Acetylene Flame Method (ไพรีน เหล็กกล้า, 2545 ; Jones, 1990 ; Yash, 1998 ; APHA, AWWA, WPCF, 1995)

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

1.2 การวิเคราะห์ปรอท (Hg)

โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method (ปรีดา และ Gambrell, 2535; APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
3. ตู้อบ (Oven)
4. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
3. กรดไฮโดรคลอริก 3%
4. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต : ละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) 50 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต : ละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 50 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ไฮดรอกซิลลามีนซัลเฟต : ละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 120 กรัม และไฮดรอกซิลลามีนซัลเฟต ($(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{H}_2\text{SO}_4$) 120 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
7. สารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride reagent) : ละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (NaBH_4) 2 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05% จำนวน 1000 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
8. สารละลายมาตรฐานปรอท

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างพืช 0.2 กรัม ใส่ในขวดบีโอดี
2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 15 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที
4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง
5. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 5 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ไฮดรอกซิลลามีน 6 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อกำจัดโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหลืออยู่ แล้วทำการวิเคราะห์โดย Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

1.3 การวิเคราะห์สารหนู (As)

โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)
2. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
3. ปีกเกอร์
4. เตาความร้อน

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride reagent) : ละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ (NaBH_4) 2 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05% จำนวน 1000 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
2. สารละลายโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 5% กับกรดแอสคอบิก 5% : ละลายโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 25 กรัม และกรดแอสคอบิก 25 กรัม ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
4. กรดไนตริกเข้มข้น
5. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
6. กรดไฮโดรคลอริก 10%
7. สารละลายมาตรฐานสารหนู

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างพืช 0.2 กรัม ลงในหลอดทดลอง
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตร
3. นำไปวางบนเตาความร้อน โดยให้ความอย่างช้าๆ ประมาณ 45 นาที
4. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตร แล้วปล่อยให้เย็นได้สารละลายใสและไม่มีไอสีน้ำตาลของกรดเหลืออยู่ ห้ามให้สารละลายแห้ง
5. ทิ้งให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร (ถ้าชั่งก็ให้กรองก่อน)
6. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเติมโพแตสเซียมไอโอไดรด์ 5% กับกรดแอสคอบิก 5% จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
7. ตั้งทิ้งไว้ 45 นาที แล้วทำการวิเคราะห์โดย Hydride Atomic Absorption Spectrometer

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ปริมาณออร์แกนโนคลอรีน (Organochlorine group)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography, GC-ECD (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดแก้วใส่ตัวอย่างน้ำขนาด 1000 มิลลิลิตร พร้อมจุกเกลียว TFE-lined
2. กรวยแยก
3. กระบอกตวง

สารเคมี

1. เฮกเซน (Hexane)
2. ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 30-60 °C
3. อะซีโตน (Acetone)
4. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)
5. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4 , anhydrous, granular) ควรบรรจุในขวดแก้ว
6. สารกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน ที่มีความบริสุทธิ์ 95-98%
7. Stock pesticide solutions : ละลายสารกำจัดศัตรูพืช 100 มิลลิกรัม ในเอทิลอะซิเตทและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ; 1.00 ml = 1.00 mg
8. Intermediate pesticide solutions : เจือจาง Stock pesticide solution 1.0 มิลลิลิตร ในเอทิลอะซิเตทและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ; 1.0 ml = 10 µg
9. Working standard solutions สำหรับ Gas Chromatography : เตรียมสารละลายมาตรฐานในเฮกเซน ให้มีความเข้มข้นน้อยที่สุด ที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

- 1.1 ชั่งตัวอย่างพืช 100 กรัม ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 1 ลิตร
- 1.2 เติมอะซีโตนจำนวน 200 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆ 3 นาที
- 1.3 เติมโซเดียมคลอไรด์ 30 กรัม แลกละเฮกเซนจำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยก เขย่าแรงๆ 3-5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างน้อย 10 นาที
- 1.4 ถ่ายตัวอย่างน้ำออก ใส่ในบีกเกอร์ เพื่อนำมาสกัดอีก
- 1.5 นำส่วนที่สกัดได้เทผ่าน 2-cm-OD คอลัมน์ ที่บรรจุโซเดียมซัลเฟต 8-10 cm ใน Kuderna-Danish กับหลอดความเข้มข้น (concentrator tube) 10 ml
- 1.6 สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 1.7 เทสารละลายที่สกัดได้ใส่ถ้วยระเหย แล้วนำไประเหยให้เหลือประมาณ 3.5 มิลลิลิตร ในเครื่องอังน้ำ 90-95 องศาเซลเซียส

1.8 เก็บสารละลายที่เหลือจากการระเหยใส่ในขวด แล้วกลั่นด้วยระเหยด้วยเฮกเซน แล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง : นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography, GC-ECD

ภาคผนวก ก
การตรวจวัดคุณสมบัติของดิน

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างในแปลงปลูกทั้งหมด 10 จุด แล้วใช้เสียมขุดเจาะดินเป็นหลุมรูปตัววี (V) ให้ลึกประมาณ 6-7 นิ้ว จากผิวดิน ใช้เสียมแซะดินข้างหลุมหนา 1-2 นิ้ว รวมดินทั้งหมดจากทุกหลุมเป็นตัวอย่างเดียวกัน แล้วเก็บในภาชนะบรรจุ ปริมาณโดยรวมเท่ากับ 1 กิโลกรัม (กองวัดภูมิพิศ การเกษตร, 2545)

การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร
2. กระป๋องพลาสติกปากกว้าง ที่มีฝาปิด
3. คู่อบ
4. ครกที่ใช้ตำ
5. เครื่องบด ควรเป็นเครื่องบดที่กระแทกหรือบีบให้เม็ดดินแตกออก ไม่ควรใช้แบบชนิดใบมีดหมุน

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1. เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการแล้ว ควรมีการลงทะเบียนตัวอย่าง กำหนดรหัส เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงภายหลัง
2. นำตัวอย่างไปฝังในที่ร่มทันที เพื่อลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ ระยะเวลาตั้งแต่เก็บตัวอย่างจนถึงเริ่มฝังไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง หากไม่สามารถดำเนินการได้ทัน ควรเก็บตัวอย่างในที่เย็น ที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส หรือเดิมสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม ลงไป
3. ถ้าต้องการให้ตัวอย่างแห้งเร็วขึ้น อาจจะฝังตัวอย่างในคู่อบก็ได้ แต่อุณหภูมิจะต้องไม่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส เนื่องจากดินอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพ
4. หลังจากดินแห้งสนิทแล้ว ต้องนำไปตำหรือบดให้อนุภาคของดินที่เกาะตัวกันแตกออก
5. ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เพื่อลดความผิดพลาดจากการสุ่มตัวอย่าง
6. เก็บดินที่ร่อนได้ในกระป๋องพลาสติกปากกว้าง ที่มีฝาปิด แล้วรอวิเคราะห์ต่อไป สำหรับตัวอย่างที่ต้องการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ควรเก็บในสถานที่ที่มีความชื้นต่ำ และมีอุณหภูมิประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส (Bates, 1993 ; Brown, 1999 ; Soil and Plant Analysis Council, 1999 ; van Lagen, 1996)

1. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (Total nitrogen, ในรูปของ TKN)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl Method (จรัญชัย จันทร์เจริญสุข, 2541 ; Bremner, 1996 ; Kjeldahl, 1883 ; Megril and Figueiredo, 1993)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องย่อย (Digestion Block)
2. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Kjeldahl Distilling Unit)
3. ขวดปรับปริมาตร
4. ขวดรูปชมพู่
5. บิวเรตต์
6. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
7. หลอดย่อย (Kjeldahl tube)



สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc H_2SO_4) 98%
2. ตัวเร่งปฏิกิริยา : ผสม K_2SO_4 : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ในอัตราส่วน 10:1 โดยน้ำหนัก
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10 โมลาร์ : ละลาย NaOH 800 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 1600 มิลลิลิตร ที่วางบนเครื่องคนแม่เหล็ก โดยค่อยๆ เทโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปครั้งละประมาณ 5-10 กรัม จนกระทั่งละลายจนหมด ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 2000 มิลลิลิตร
4. มิกซ์อินดิเคเตอร์ : ละลายเมทิลเรด 0.066 กรัม และโบรโมครีซอลกรีน 0.099 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 100 กรัม
5. สารละลายอินดิเคติงบอริก : ละลายกรดบอริก 40 กรัม ด้วยน้ำกลั่นประมาณ 1800 มิลลิลิตร ให้ความร้อนพร้อมทั้งคนด้วยเครื่องคนแม่เหล็กจนกรดบอริกละลายหมด เติมมิกซ์อินดิเคเตอร์ลงไป 40 มิลลิลิตร และเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ ที่ละน้อย จนกระทั่งสารละลายมีสีม่วงแดง (pH ประมาณ 5.0) ปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.025 โมลาร์ : ปิเปตกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 8.3 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้ผสมกัน แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร (นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนอีกครั้ง)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดินตัวอย่างที่ร้อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อย บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ระวังอย่าให้ดินเปื้อนด้านข้างหลอด และใช้หลอดเปล่า 1 หลอด เป็นแบลนด์
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปประมาณ 2 กรัม

3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลง 10 มิลลิลิตร โดยหมุนหลอดค่อยๆ เข้าให้ส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้ากัน

4. นำไปย่อยในเครื่องย่อยในตู้ดูดควัน ค่อยๆ เติมอุณหภูมิจาก 100-250-380 องศาเซลเซียส และย่อยต่อไป จนกระทั่งสีของสารละลายที่ย่อยใสหรือสีขาวขุ่น แล้วกอกออกจากเครื่องย่อยทิ้งไว้ให้เย็น

5. เติมสารละลายกรดบอริก 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

6. นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วจากข้อ 3 ไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น ก่อนเริ่มกลั่น เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลาร์ ลงไป 25 มิลลิลิตร และใช้กรดบอริกจากข้อ 5 จับแก๊สแอมโมเนียที่เกิดขึ้น สีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเขียว ได้สารละลายที่กลั่นแล้ว ประมาณ 75 มิลลิลิตร

7. นำกรดบอริกจากข้อ 6 ไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.025 โมลาร์ จนสีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนจากสีเขียวกลับไปเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรที่ได้

การคำนวณ

$$\% \text{ ไนโตรเจน (Total N)} = \frac{N \times (V-B) \times 0.014 \times 100}{W}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นที่แท้จริงของกรดไฮโดรคลอริก

V = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างดิน (ml)

B = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับแบลนด์ (ml)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

2. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (Total phosphorus)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Bray II Method (กองวิเคราะห์ดิน, 2540 ; Bray and Kurtz, 1945 ; Olsen et al., 1954)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
2. ขวดปรับปริมาตร
3. ขวดรูปชมพู่
4. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
5. ปิเปต
6. ขวดโพลีเอทิลีน (polyethylene)

สารเคมี

1. สารละลาย Bray II ($0.03 \text{ M NH}_4\text{F}/0.1 \text{ M HCl}$) : ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) 22.2 กรัม ในน้ำกลั่น 18 ลิตร แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 174 มิลลิลิตรเข้าผสมให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 20 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน ก่อนใช้ สารละลายนี้เก็บไว้ในขวดโพลีเอทิลีน (polyethylene) ได้นาน 1 ปี
2. สารละลายโพแตสเซียมแอนติโมนิมาแทนเตต (Potassium Antimonyl Tartate Solution) : ละลาย $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 0.275 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว
3. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution) : ละลาย $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และเก็บในขวดแก้ว
4. สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) 1.75% : ละลายกรดแอสคอร์บิก 1.75 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้
5. สารละลายกรดบอริก (Boric acid) 4.5% : ละลายกรดบอริก 45 กรัม ในน้ำกลั่นอุ่น 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.5 โมลาร์ : ค่อยๆ รินกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 140 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร เข้าให้เข้ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดโพลีเอทิลีน
โดยต้องผสมสารละลายในข้อ 7.1-7.5 ให้เข้ากันก่อน แล้วจึงค่อยเติมสารละลายกรดบอริก และผสมให้เข้ากันดี
8. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 mg-P/L : ละลาย KH_2PO_4 (เกรด AR อบที่ 105°C) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ควรเก็บไว้ในตู้เย็น
9. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0-3 mg-P/L (working standard) : ปิเปตสารละลายมาตรฐาน 50 mg-P/L ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร แต่ละใบ ดังนี้ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลาย Bray II หรือน้ำกลั่นแทนก็ได้ จะได้สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 mg-P/L ตามลำดับ

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 50 มิลลิลิตร โดยทำแบบลงค์และตัวอย่างดินไปพร้อมกัน
2. ปิเปตสารละลาย Bray II 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในดิน และเขย่าด้วยมือ นาน 1 นาที
3. กรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
4. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 30 มิลลิลิตร
5. ปิเปตสารละลายปรับสี 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

6. วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสและแบลนด์

การคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัส (mg/L)} = (a-b) \times 10 \times df$$

เมื่อ a = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง (mg/L)

b = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายแบลนด์ (mg/L)

df = dilution factor

3. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (Total potassium)

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Direct Air-Acetylene Flame Method (อรอนงค์ ผิวนิล, 2537; ไพริน เหล็กคง, 2545)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. เครื่องย่อย (Digestion Block)
3. หลอดย่อย (Kjeldahl tube)
4. ขวดปริมาตร
5. กรวยกรอง
6. กระดาษกรองเบอร์ 40
7. Atomic Absorption Spectrometer (AAS)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
2. Mixed catalyst : ผสม Na_2SO_4 : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ในอัตราส่วน 10:1 โดยน้ำหนัก
3. กรดไนตริก 1%
4. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม (ความแม่นยำ 0.1 มิลลิกรัม) ใส่ลงในหลอดย่อย
2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และสารเร่งผสม 2 กรัม
3. นำไปย่อยในเครื่องย่อยที่อุณหภูมิช่วง 360-400 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใสหรือขาวขุ่นจึงยกลง และตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
5. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40
6. เก็บส่วนที่กรองได้ไว้ในขวดพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตรที่มีฝาปิด

7. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS)

การคำนวณ

นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

ภาคผนวก ง
คุณภาพน้ำประปา

คุณภาพน้ำประปาที่ทำการตรวจวัด 2-3 ครั้งต่อปี โดยการประปาตำบลโคกกรวดและห้องปฏิบัติการของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งคุณสมบัติของน้ำจะแสดงในตารางที่ ผ-2 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ตารางที่ ผ-2 คุณภาพน้ำประปาของชุมชนบ้านละลมหม้อ

คุณสมบัติของน้ำ	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (กรมอนามัย, 2000)
pH (pH at 25°C)	8.0	6.5-8.5
Color (Platinum cobalt)	<5	<15
Turbidity (NTU)	0.58	<10
Hardness (mg/L)	141	<500
TDS (mg/L)	216	<1,000
Fe (mg/L)	ND	<0.5
Mn (mg/L)	ND	<0.3
Cu (mg/L)	ND	<1.0
Zn (mg/L)	ND	<3.0
Pb (mg/L)	ND	<0.03
Cr (mg/L)	ND	<0.05
Cd (mg/L)	ND	<0.003
As (mg/L)	ND	<0.01
Hg (mg/L)	ND	<0.001
Sulfate (mg/L)	37	<250
Chloride (mg/L)	20	<250
Nitrate (mg/L)	0.48	<50
Fluoride (mg/L)	0.13	<0.7
Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	0	0
Faecal Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	0	0

ภาคผนวก จ
แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและความพึงพอใจของชุมชน



การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก



ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ
☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี
☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี
3. ระดับการศึกษาสูงสุด
☐ ไม่ได้เรียน ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา
☐ ปวส. ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. การประกอบอาชีพ
☐ ทำการเกษตร ☐ รับจ้าง ☐ นักเรียน/นักศึกษา
☐ ค้าขาย ☐ งานราชการ ☐ งานเอกชน
☐ แม่บ้าน
5. น้ำเสียจากบ้านของท่านลงสู่ระบบบำบัดของหมู่บ้านหรือไม่
☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่
6. การรับรู้เกี่ยวกับโครงการฯ ที่นำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก
☐ ทราบ ☐ ไม่ทราบ
7. ปัญหาเรื่องน้ำที่พบในฤดูแล้ง
☐ น้ำใช้ขาดแคลน ☐ น้ำใช้เพาะปลูกขาดแคลน
☐ นำน้อย ☐ น้ำเสีย ☐ ไม่มี
8. ท่านคิดว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่
☐ ได้ ☐ ไม่ได้
9. คุณได้รับประทานผักที่ได้จากโครงการศึกษานี้หรือไม่
☐ ได้รับประทาน ☐ ไม่ได้รับประทาน

ส่วนที่ 2 ประเด็นที่แสดงถึงความคิดเห็นของชุมชน

ประเด็นที่วัดความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. น้ำที่ใช้เพาะปลูกในฤดูแล้งขาดแคลน					
2. ความสนใจและต้องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกแทนการใช้น้ำประปา/น้ำผิวดิน					
3. เล็งเห็นถึงประโยชน์ของธาตุอาหารที่มีในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อแทนการใช้ปุ๋ยเคมี					
4. มีความมั่นใจที่จะบริโภคผักที่เกิดจากการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ (ถ้าทดสอบแล้วว่าเป็นพิษ)					
5. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อการเพาะปลูก					
6. การศึกษานี้มีประโยชน์ต่อเกษตรกร					

ส่วนที่ 3 ประเด็นที่แสดงถึงความพึงพอใจของชุมชน

ประเด็นที่วัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. คุณภาพของผักที่รับประทาน					
2. ความสมบูรณ์ของผักที่รับประทาน					
3. ความปลอดภัยจากการรับประทาน					
4. การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้รดผัก					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

--ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม--

ภาคผนวก ง

แผ่นพับ

น้ำเสีย (Wastewater) หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ ในปริมาณสูง จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ใช้ต้องการ และเป็นน้ำารงกียของคณทัวไป น้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ แก่ลำน้าซึ่งเป็นที่รอรบ โดททำให้เกิดการเน่าเหม็นหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหาร และชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งร่างกายในครัวเรือน และอาศารประเภทต่างๆ

น้ำเสียจากครัวเรือน (Greywater) หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการซักล้าง ห้องครัว และห้องน้ำ ซึ่งไม่รวมน้ำเสียจากปริมาณและคุณสมบัติของน้ำเสียจากครัวเรือนจึงมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของครัวเรือน ประเภทของอาคารที่รับภาระและสารเคมีที่ใช้

ผลกระทบของน้ำเสียชุมชน

1. ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

1.1) เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคและแมลง ขยะจำนวนมากที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำเมื่อเกิดการเน่าเสียจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ทั้งยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง โดยเฉพาะขยะพิษมีสารเคมีเป็นพิษเจือปน

1.2) ก่อให้เกิดเหตุรำคาญแก่ประชาชนผู้ที่อยู่ใกล้เคียงและผู้ที่พักบน โดยเนเฉพาะ กลิ่นเน่าเหม็น ความสกปรกที่ไม่น่าดู ทำให้ผู้พบเสียทัศนียภาพที่สวยงาม ทั้งยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ในระยะยาว

1.3) ทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำลดลง และก่อให้เกิดมลภาวะเน่าเสียได้

1.4) ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำทางอากาศและเกิดการปนเปื้อนในดิน ทำให้สภาพแวดล้อมของระบบนิเวศน์เสื่อมลง

1.5) ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ โดยที่จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับการทำน้ำสะอาดในการผลิตน้ำประปา

2. ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย

ในน้ำเสียชุมชนอาจเกิดการปนเปื้อนจากสิ่งต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ดังนี้

2.1) โสเทรณักกัชนเณเณ(Col)สะกั(Ch)ปรอท (Hg)

2.2) สารกำจัดศัตรูพืช เช่น ดีดีที (DDT) อัลตรีน (Altrin)

2.3) เชื้อจุลินทรีย์ เช่น Coliform bacteria, Faecal coliform และ E.coli ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ โดยอาจมาจากอุจจาระที่ปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำเสีย

สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้อาจลงสู่แม่น้ำเสีย และส่งผลกระทบต่อ

พืชและทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ควรทำการศึกษาผลกระทบดังกล่าวก่อนนำมาใช้ประโยชน์เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

การนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์

1. การใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค

1) ใช้ในระบบชักโครก

2) ใช้ในการทำความสะอาดพื้น หรือล้างรถ

2. การใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร

1) แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้าในฤดูแล้งได้

2) ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยในการเกษตร

3. การใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม

1) ใช้เป็นน้ำหล่อเย็นของระบบหล่อเย็น

2) ใช้ในการทำความสะอาด หรือชะล้าง

4. การใช้ประโยชน์สำหรับการเติมแหล่งน้ำใต้ดิน

1) เพื่อช่วยชะลอการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน

2) เพื่อควบคุมการทรุดตัวของดิน

ข้อดีของการนำน้ำเสียชุมชนมาใช้เพื่อการเกษตร

1. สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเพื่อการเกษตร

2. ช่วยแก้ไขปัญหการขาดแคลนน้าในพื้นที่แห้งแล้งได้

3. สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยในการเกษตร เนื่องจากในน้ำเสียชุมชนจะประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ

สารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

4. ช่วยลดปริมาณน้ำเสียที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

5. สามารถลดงบประมาณที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียได้

6. ช่วยลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ข้อจำกัดของการนำน้ำเสียชุมชนมาใช้เพื่อการเกษตร

1. ในชุมชนที่มีขนาดเล็กบางแห่ง จะมีปริมาณน้ำเสียที่น้อย จึงครอบคลุมพื้นที่การเกษตรได้ก่อนจำกัด

2. ระบบบำบัดน้ำเสียบางแห่งอยู่ห่างไกลจากพื้นที่การเกษตร จึงต้องมีการก่อสร้างระบบสูบน้ำและท่อส่งน้ำเพิ่มเติม

3. ในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำที่มากเพียงพอต่อการเกษตร ทำให้เกษตรกรอาจไม่จำเป็นต้องใช้น้ำเสียเพื่อการเพาะปลูก แต่น้ำทั้งจากระบบบำบัดมีการระบายออกมาตลอดเวลา จึงควรมีท่อระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติด้วย



การนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่าน

การบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก

4. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในการส่งน้ำเสียไปสู่พื้นที่เพาะปลูกมีต้นทุนที่แปรผันกับพื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ถ้ามีต้นทุนสูงไม่คุ้มค่ากับการเพิ่มผลผลิต ก็อาจไม่เหมาะสมที่จะใช้น้ำเสียในการเกษตร

5. การรับรองคุณภาพผลผลิต หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องให้การสนับสนุน โดยการตรวจสอบคุณภาพเพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ (2543) โครงการศึกษาน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานระบบการจัดการน้ำเสียของเทศบาลและสุขาภิบาล กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

เสนีย์ กาญจนวงศ์ (2547) คู่มือการใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในการเกษตรกรรม โครงการการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม: ระยะที่ 2 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 30 หน้า

- จัดทำโดย
1. สิริภรณ์ โพธิ์วิชยานนท์
 2. รุจิรัตน์ กิจเลิศพร ไพโรจน์
 3. มุกดา เสียงศรี

สอบถามข้อมูลได้ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โทร 044-223923 , 044-223973

4. เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของรัฐยังไม่ยอมรับและส่งเสริมการใช้น้ำเสียชุมชน

ข้อปฏิบัติในการใช้น้ำเสียชุมชนของเกษตรกร

เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง ควรปฏิบัติตาม ดังนี้

1. สวมถุงมือยางที่เหมาะสมทุกครั้งที่ใช้ปฏิบัติงาน ในภาคสนาม เช่น เมื่อรดน้ำผัก ถอนหญ้า เป็นต้น
2. ใส่รองเท้าบูทยางในกรณีที่ต้องเดินในนาข้าวที่มีน้ำขัง เพื่อป้องกันการสัมผัสหรือเปียกน้ำ
3. ล้างมือ ล้างเท้า หรืออาบน้ำทุกครั้ง และเปลี่ยนเสื้อผ้า หลังทำงานเสร็จหรือก่อนรับประทานอาหาร
4. หากรู้สึกว่ามีอาการผิดปกติเกิดขึ้นกับสุขภาพ ให้ไปปรึกษาแพทย์ทันที
5. เกษตรกรควรตรวจเลือดและตรวจร่างกายกับแพทย์อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ข้อพิจารณาในการส่งเสริมการใช้น้ำเสียชุมชน

1. ชนิดพืชที่เหมาะสมในการเพาะปลูก ได้แก่ ไม้ประดับ พืชไร่ ไม้ผล และผักที่ปลูกผ่านการปรุงให้สุก เพราะจะไม่มีปัญหาในเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้บริโภค
2. ความปลอดภัยในการใช้น้ำเสีย แม้ผลการทดลองจะไม่พบโลหะหนักที่เป็นอันตราย แต่เพื่อความปลอดภัยเกษตรกรควรปฏิบัติตามคำแนะนำในการป้องกันตนเองจากการปฏิบัติงาน
3. คุณภาพน้ำเสีย ควรทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักหรือสารมลพิษอื่นๆ ในน้ำเสียก่อนที่จะนำไปใช้ในการเกษตรกรรม



สิริภรณ์ โพธิ์วิชยานนท์ และคณะ

สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับการสนับสนุนจาก

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ตัวอย่างพืชที่ทำการศึกษา



จากพืชที่ทำการศึกษากทั้งหมด 10 ชนิด นอกจากจะทำการศึกษาวิเคราะห์หนักแล้ว ยังได้ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชโดยนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไปใช้ในการเพาะปลูกพืชโดยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำประปา และใช้น้ำประปาร่วมกับปุ๋ยเคมีพบว่า การเจริญเติบโตของพืช เมื่อใช้น้ำเสียเพาะปลูกมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้น้ำประปาร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งเจริญเติบโตดีกว่าการใช้น้ำประปาเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้
TKN (mg/L)	14.75
TP (mg/L)	0.34
K (mg/L)	1.07
E.Coli	พบ
Zn (mg/L)	0.011 *
Pb (mg/L)	0.001 *
Cd (mg/L)	0.0005 *
Cr (mg/L)	ไม่พบ
Cu (mg/L)	ไม่พบ
As (μg/L)	ไม่พบ
Hg (μg/L)	ไม่พบ

* ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในพืช

พารามิเตอร์	มะเขือปลิง			กระเทียมขาว		
	ประปา	ปะหมื่อ	ป่าเสีย	ประปา	ปะหมื่อ	ป่าเสีย
Zn (mg/kg)	0.21	0.25	0.23	0.59	0.51	0.56
Pb (mg/kg)	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Cd (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu (mg/kg)	0.10	0.16	0.13	0.16	0.17	0.15
As (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hg (mg/kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

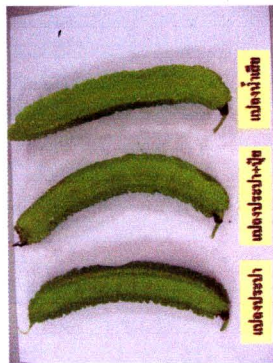
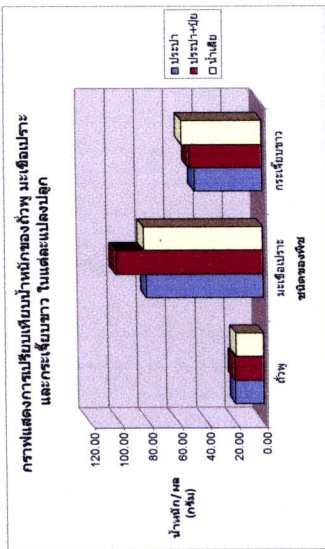
น้ำเสียจากครัวเรือน (Greywater)

หมายถึง น้ำเสียที่มาจากชักโครก ห้องครัว และจากห้องน้ำ ซึ่งไม่รวมน้ำเสียที่มาจากส้วม ปริมาณและคุณสมบัติของน้ำเสียจากครัวเรือนจึงมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของครัวเรือน ประเภทของอาหารที่รับประทาน และสารเคมีที่ใช้

เมื่อน้ำเสียจากครัวเรือนที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Ponds) ภายในหมู่บ้านละมุนน้อย ตำบลโคกกรวด จังหวัดนครราชสีมา แล้วก็ได้นำมาทำการเพาะปลูกพืชทั้งหมด 10 ชนิด



จากการศึกษาคุณภาพน้ำเสียและโลหะหนักในพืช พบว่า น้ำเสียมีคุณภาพเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชได้ และพืชสามารถนำไปปรับสภาพได้ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2



ไขข้อสงสัย ???

ข้อควรคิดในการนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์

เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกร และผู้ที่เกี่ยวข้อง ควรปฏิบัติตาม ดังนี้

1. สวมถุงมือยางที่เหมาะสมทุกครั้งที่ใช้ปฏิบัติงานในภาคสนาม เช่น เมื่อรดน้ำผัก กอนหญ้า เป็นต้น
2. ใส่รองเท้าบูทยางในกรณีที่ต้องเดินในนาข้าวที่มีน้ำขัง เพื่อป้องกันการสัมผัสหรือเปียกน้ำ
3. ล้างมือ ล้างเท้า หรืออาบน้ำทุกครั้ง และเปลี่ยนเสื้อผ้า หลังทำงานเสร็จหรือก่อนรับประทานอาหาร
4. หากรู้สึกว่ามีผิวหนังผิดปกติขึ้นกับสุขภาพ ให้ไปปรึกษาแพทย์ทันที
5. เกษตรกรควรตรวจเลือกและตรวจร่างกายกับแพทย์อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง



- จัดทำโดย 1. สิริกรณ์ โพธิ์วิชยานนท์
2. รุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์
3. มุกดา เสียงเสรี

สอบถามข้อมูลได้ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
โทร 044-223923 , 044-223973



รู้หรือไม่ ??

น้ำเสียจากครัวเรือน
ผ่านการบำบัดแล้วนำมา
ใช้ในการเพาะปลูกพืชได้



สิริกรณ์ โพธิ์วิชยานนท์ และคณะ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ได้รับการสนับสนุนจาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

ข้อมูลผลการทดลอง

ผลการทดลองในขั้นตอนการศึกษาการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกให้ผลดังนี้

1. การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิ (Temperature), ค่านำไฟฟ้า (Conductivity) และความขุ่น (Turbidity) คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ออกซิเจนละลาย (DO), ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil), ของแข็งทั้งหมด (TS), ของแข็งละลาย (TDS), ของแข็งแขวนลอย (TSS), ไนโตรเจน (TN), ฟอสฟอรัส (TP), โพแทสเซียม (K), บีโอดี (BOD), ซีโอดี (COD) และสารกำจัดศัตรูพืช (Organochlorine group) คุณสมบัติทางโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn),ปรอท (Hg) และสารหนู (As) และคุณสมบัติทางจุลชีวะ ได้แก่ Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *Escherichia coli* ได้ทำการตรวจวัดในน้ำก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กเป็นเวลา 13 สัปดาห์ ให้ผลดังนี้

ตารางที่ ผ-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก

สถานี	Turbidity (NTU)						COD (mg/L)					
	1	2	3	X	SD		1	2	3	X	SD	
1	38.60	36.10	34.60	36.43	2.02		26.03	29.15	35.4	30.19	4.77	
2	46.30	46.80	47.00	46.70	0.36		40.08	38.52	41.64	40.08	1.56	
3	28.50	29.80	29.40	29.23	0.67		18.5	16.96	18.5	17.98	0.89	
4	22.30	24.60	24.50	23.80	1.30		10.66	18.33	17.06	15.35	4.11	
5	25.40	19.60	19.30	21.43	3.44		14.84	14.84	14.84	14.84	0.00	
6	47.70	47.40	47.60	47.57	0.15		34.65	34.65	34.65	34.65	0.00	
7	34.70	32.00	35.00	33.90	1.65		18.47	17.21	18.47	18.05	0.73	
8	23.70	24.70	24.20	24.20	0.50		21.16	21.16	21.16	21.16	0.00	
9	42.30	45.50	44.40	44.07	1.63		63.35	63.82	64.52	63.89	0.59	
10	34.50	31.10	32.50	32.70	1.71		21.13	28.78	23.32	24.41	3.94	
11	89.20	86.20	77.80	84.40	5.91		49.55	51.74	48.46	49.92	1.67	
12	42.40	48.50	42.70	44.53	3.44		30.86	27.47	30.86	29.73	1.96	
13	32.20	32.40	32.70	32.43	0.25		27.43	24.23	27.43	26.36	1.85	

ตารางที่ ผ-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณสมบัติของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับ	TN (mg/L)					TP (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	62.30	50.10	43.60	52.00	9.49	0.54	0.54	0.54	0.54	0.00
2	37.00	34.00	34.00	35.00	1.73	0.51	0.24	0.61	0.45	0.19
3	28.10	26.40	26.50	27.00	0.95	0.26	0.27	0.30	0.28	0.02
4	12.04	12.77	13.44	12.75	0.70	0.32	0.20	0.33	0.28	0.07
5	7.28	7.84	8.4	7.84	0.56	0.38	0.25	0.27	0.30	0.07
6	11.76	11.48	11.2	11.48	0.28	0.30	0.32	0.38	0.34	0.04
7	8.40	10.92	9.80	9.71	1.26	0.21	0.25	0.22	0.23	0.02
8	17.08	16.8	17.36	17.08	0.28	0.39	0.27	0.27	0.31	0.07
9	21.28	23.8	20.72	21.93	1.64	0.46	0.53	0.26	0.42	0.14
10	15.4	19.04	11.48	15.31	3.78	0.17	0.21	0.11	0.16	0.05
11	3.92	5.04	4.48	4.48	0.56	0.25	0.15	0.59	0.33	0.23
12	21.28	27.72	28.84	25.95	4.08	0.16	0.18	0.07	0.14	0.06
13	2.52	4.48	11.48	6.16	4.71	0.85	0.24	0.60	0.56	0.31

ตารางที่ ๘-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุดวิเคราะห์ของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

สถานี	TS (mg/L)						TSS (mg/L)					
	1	2	3	X	SD		1	2	3	X	SD	
1	385.50	351.00	396.50	377.67	23.74		45.00	46.75	55.00	48.92	5.34	
2	542.33	532.33	539.33	538.00	5.13		61.76	62.50	54.00	59.42	4.71	
3	354.67	357.83	356.00	356.17	1.59		36.44	34.00	32.00	34.15	2.23	
4	326.00	330.83	328.00	328.28	2.43		17.78	22.11	20.89	20.26	2.23	
5	386.00	338.00	350.50	358.17	24.90		25.78	24.33	26.89	25.67	1.28	
6	416.50	424.00	425.50	422.00	4.82		74.00	66.00	46.50	62.17	14.15	
7	370.50	371.50	370.50	370.83	0.58		49.00	53.00	43.50	48.50	4.77	
8	357.00	358.50	356.00	357.17	1.26		32.50	29.50	33.00	31.67	1.89	
9	405.50	404.50	401.50	403.83	2.08		50.50	50.50	45.50	48.83	2.89	
10	426.00	411.50	407.50	415.00	9.73		30.50	30.00	34.00	31.50	2.18	
11	516.50	516.00	510.50	514.33	3.33		95.00	104.50	104.50	101.33	5.48	
12	450.00	449.50	445.00	448.17	2.75		55.00	56.50	57.50	56.33	1.26	
13	429.50	424.00	428.00	427.17	2.84		39.50	46.50	44.50	43.50	3.61	

ตารางที่ ผ-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุดที่ระเหยของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับที่	Oil (mg/L)					TDS (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	18.5	23.7	17.95	20.05	3.17	334.67	339.67	335.33	336.56	2.71
2	29.52	24.37	34.68	29.52	5.16	459.00	446.33	456.33	453.89	6.68
3	17.17	19.25	14.68	17.03	2.29	302.00	298.33	300.17	300.17	1.83
4	11.35	13.05	12.45	12.28	0.86	292.00	286.00	292.50	290.17	3.62
5	10.85	10.75	10.45	10.68	0.21	293.50	295.00	307.00	298.50	7.40
6	49.40	57.35	38.65	48.47	9.38	342.50	337.50	333.50	337.83	4.51
7	28.65	43.05	46.65	39.45	9.52	308.00	201.50	304.50	271.33	60.50
8	21.1	19.45	10.15	16.90	5.90	315.00	307.00	314.50	312.17	4.48
9	19.65	8.30	18.50	15.48	6.25	360.00	352.50	345.50	352.67	7.25
10	6.00	5.45	6.65	6.03	0.60	369.00	366.00	362.50	365.83	3.25
11	16.60	28.00	20.25	21.62	5.82	421.00	420.00	414.50	418.50	3.50
12	23.50	9.10	12.35	14.98	7.55	383.50	381.00	380.50	381.67	1.61
13	8.45	11.35	12.15	10.65	1.95	372.50	370.50	378.00	373.67	3.88

ตารางที่ ๕-3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุดชี้ระบองน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

สถานี	BOD (mg/L)							K (mg/L)						
	1	2	3	4	5	6	X	SD	1	2	3	X	SD	
1	121.59	110.01	74.5	98.43	-	-	101.13	20.12	1.110	0.970	1.010	1.030	0.072	
2	132.92	148.03	145.825	95.53	102.07	117.95	123.72	22.18	1.110	1.030	0.980	1.040	0.066	
3	72.22	64.67	65.09	55.37	59.23	66.17	63.79	5.85	0.810	0.930	0.670	0.803	0.130	
4	95.41	114.94	109.93	75.00	83.01	74.85	92.19	17.45	1.640	1.150	1.290	1.360	0.252	
5	111.86	121.78	124.21	71.9	59.93	67.91	92.93	29.41	1.140	0.940	0.910	0.997	0.125	
6	250.45	243.09	192.91	154.24	150.33	152.27	190.55	46.38	0.900	1.030	0.940	0.957	0.067	
7	129.26	117.23	109.56	78.58	102.02	86.46	103.85	18.98	0.990	0.820	0.960	0.923	0.091	
8	94.91	85.24	104.63	71.83	62.82	66.49	80.99	16.70	0.920	0.990	0.930	0.947	0.038	
9	147.96	111.11	110.68	102.72	-	-	118.12	20.26	0.930	0.850	0.880	0.887	0.040	
10	50.46	42.85	100.02	61.20	54.32	37.26	57.69	22.38	1.240	1.440	1.240	1.307	0.115	
11	165.73	183.12	239.85	-	-	-	196.23	38.76	1.260	1.440	1.420	1.373	0.099	
12	131.13	116.04	108.62	92.77	79.06	92.10	103.28	18.92	1.230	1.380	1.240	1.283	0.084	
13	85.43	87.93	73.34	47.54	52.45	51.55	66.37	18.14	0.920	1.010	0.830	0.920	0.090	

ตารางที่ ผ-4 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก

ลำดับที่	Turbidity (NTU)					COD (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	30.40	31.50	30.50	30.80	0.61	8.85	10.41	8.85	9.37	0.90
2	7.04	7.23	7.64	7.30	0.31	8.85	5.73	8.85	7.81	1.80
3	27.30	27.50	26.60	27.13	0.47	10.79	10.79	10.79	10.79	0.00
4	12.90	13.70	14.70	13.77	0.90	13.22	2.98	5.54	7.25	5.33
5	24.70	24.20	25.00	24.63	0.40	8.48	9.75	9.75	9.33	0.73
6	28.00	28.10	27.50	27.87	0.32	10.86	9.60	9.60	10.02	0.72
7	13.60	10.60	10.50	11.57	1.76	8.39	9.65	7.13	8.39	1.26
8	15.70	14.70	1.30	10.57	8.04	11.39	10.17	10.17	10.58	0.70
9	9.30	12.20	13.10	11.53	1.99	8.21	7.04	8.21	7.82	0.68
10	10.20	10.20	8.54	9.65	0.96	10.20	9.11	10.2	9.84	0.63
11	17.30	16.70	17.60	17.20	0.46	14.57	13.48	11.3	13.12	1.67
12	23.20	21.30	20.20	21.57	1.52	16.18	16.18	13.92	15.43	1.30
13	23.20	23.20	22.70	23.03	0.29	10.33	9.26	9.26	9.62	0.62

ตารางที่ ๔-4 คุณสมบัติทางกายภาพเคมี และจุลชีววิทยาของน้ำทิ้งผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับ	TN (mg/L)						TPP (mg/L)					
	1	2	3	X	SD		1	2	3	X	SD	
1	24.20	26.70	30.10	27.00	2.96		0.60	0.67	0.49	0.59	0.09	
2	16.00	20.30	17.70	18.00	2.17		0.44	0.36	0.26	0.30	0.09	
3	8.60	10.50	10.90	10.00	1.23		0.24	0.29	0.23	0.25	0.03	
4	13.608	12.88	14.28	13.59	0.70		0.44	0.54	0.44	0.47	0.06	
5	6.72	7.28	6.44	6.81	0.43		0.17	0.20	0.18	0.18	0.01	
6	14.56	13.44	14.00	14.00	0.56		0.18	0.17	0.29	0.21	0.06	
7	5.88	17.64	14.00	12.51	6.02		0.39	0.35	0.19	0.31	0.10	
8	14.28	13.44	14.00	13.91	0.43		0.72	0.70	0.15	0.52	0.33	
9	13.16	16.52	17.08	15.59	2.12		0.20	0.52	0.43	0.38	0.16	
10	16.24	7.28	18.48	14.00	5.93		0.36	0.25	0.18	0.26	0.09	
11	7.28	12.32	17.08	12.23	4.90		0.15	0.48	0.55	0.39	0.21	
12	21.28	22.68	19.60	21.19	1.54		0.65	0.71	0.18	0.52	0.29	
13	18.48	7.56	12.88	12.97	5.46		0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	

ตารางที่ ๔-4 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุดวิเคราะห์ของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับ	TS (mg/L)					TSS (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	320.50	326.50	317.00	321.33	4.80	7.00	7.33	8.67	7.67	0.88
2	306.50	314.33	308.67	309.83	4.04	6.00	6.88	6.63	6.50	0.45
3	340.33	345.00	335.83	340.39	4.58	11.17	11.92	11.00	11.36	0.49
4	325.00	335.50	331.33	330.61	5.29	5.00	5.38	5.33	5.24	0.21
5	331.83	329.00	323.50	328.11	4.24	6.29	6.67	7.04	6.67	0.38
6	349.50	348.00	353.50	350.33	2.84	6.63	7.25	6.25	6.71	0.51
7	367.50	370.50	366.50	368.17	2.08	4.25	4.50	3.87	4.21	0.31
8	369.00	373.00	367.50	369.83	2.84	7.00	7.25	7.88	7.38	0.45
9	378.00	375.50	376.00	376.50	1.32	11.80	8.20	14.20	11.40	3.02
10	357.50	360.00	353.50	357.00	3.28	4.00	4.88	3.00	3.96	0.94
11	355.00	364.50	360.50	360.00	4.77	6.62	7.25	5.63	6.50	0.82
12	417.00	414.50	420.00	417.17	2.75	13.60	14.00	13.20	13.60	0.40
13	367.50	371.00	368.50	369.00	1.80	8.00	8.00	6.67	7.56	0.77

ตารางที่ ผ-4 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีวของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

สถานี	Oil (mg/L)						TDS (mg/L)					
	1	2	3	X	SD		1	2	3	X	SD	
1	0.95	1.15	0.99	1.03	0.11		317.67	311.67	310.83	313.39	3.73	
2	3.37	2.90	3.85	3.37	0.48		301.00	293.33	297.00	297.11	3.83	
3	8.17	3.60	5.03	5.60	2.34		298.00	283.33	301.00	294.11	9.45	
4	5.65	5.30	6.05	5.67	0.38		309.00	307.50	313.33	309.94	3.03	
5	7.40	4.00	3.50	4.97	2.12		305.00	299.50	308.00	304.17	4.31	
6	3.85	3.60	7.85	5.10	2.38		339.00	332.17	331.50	334.22	4.15	
7	3.45	2.60	2.85	2.97	0.44		347.00	354.00	353.50	351.50	3.91	
8	2.45	2.05	2.70	2.40	0.33		348.00	358.50	355.50	354.00	5.41	
9	1.40	1.55	0.90	1.28	0.34		304.50	363.00	359.00	342.17	32.68	
10	0.50	0.45	0.95	0.63	0.28		347.50	353.00	345.00	348.50	4.09	
11	2.45	0.65	1.20	1.43	0.92		346.50	352.00	356.00	351.50	4.77	
12	13.25	1.85	3.10	6.07	6.25		374.00	374.00	380.00	376.00	3.46	
13	2.60	2.75	2.30	2.55	0.23		354.00	361.00	371.50	362.17	8.81	

ตารางที่ ๗-4 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุดชี้วัดของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

สถานี	BOD (mg/L)								K (mg/L)				
	1	2	3	4	5	6	X	SD	1	2	3	X	SD
1	26.06	29.67	24.9	24.32	-	-	26.24	2.40	1.00	0.87	0.95	0.94	0.07
2	28.09	33.43	29.96	46.19	39.82	-	35.50	7.46	1.19	0.78	1.02	0.997	0.21
3	23.87	34.13	35.06	32.16	33.1	35.43	32.29	4.30	1.07	0.78	1.21	1.02	0.22
4	43.85	42.03	34.98	28.67	22.7	26.17	33.07	8.66	1.19	1.34	1.30	1.277	0.08
5	39.73	19.41	29.93	21.75	24.70	20.30	25.97	7.74	0.93	1.23	1.08	1.08	0.15
6	72.58	65.74	68.61	48.88	49.38	38.51	57.28	13.56	1.08	1.00	1.04	1.04	0.04
7	35.05	32.05	32.10	27.21	27.72	-	30.83	3.30	1.00	1.14	0.98	1.04	0.09
8	34.92	31.85	26.62	26.42	25.64	29.55	29.17	3.66	1.04	1.16	1.03	1.077	0.07
9	25.92	28.86	21.24	23.72	17.26	-	23.40	4.43	0.92	1.00	1.00	0.973	0.05
10	46.74	17.29	21.33	21.90	16.97	11.94	22.69	12.32	1.11	0.97	1.01	1.03	0.07
11	48.74	40.01	51.83	32.60	37.06	35.10	40.89	7.73	1.09	1.16	1.20	1.15	0.06
12	69.23	50.21	52.2	37.65	40.58	43.06	48.82	11.46	1.31	1.28	1.42	1.337	0.07
13	66.44	70.46	73.32	45.26	43.82	42.83	57.02	14.48	0.99	0.97	0.89	0.95	0.05

ตารางที่ ๘-5 ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก

ลำดับที่	Zn (mg/L)					Pb (mg/L)					Cd (mg/L)					Cr (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	0.070	0.070	0.010	0.050	0.035	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
2	0.007	0.010	0.011	0.009	0.002	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
3	0.003	0.004	0.007	0.005	0.002	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0
4	0.006	0.010	0.011	0.009	0.003	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
5	0.003	0.004	0.002	0.003	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
6	0.009	0.007	0.008	0.008	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
7	0.006	0.009	0.021	0.012	0.008	0	0	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0
8	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
9	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.010	0.002	0.004	0.005	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0.126	0.064	0.041	0.077	0.044	0.006	0.008	0.009	0.008	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.064	0.061	0.098	0.074	0.021	0.009	0.006	0.008	0.008	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.017	0.009	0.046	0.024	0.019	0.009	0.011	0.008	0.009	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-5 ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับ	Cu (mg/L)					As (µg/L)					Hg (µg/L)					Organochlorine group (mg/L)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-6 ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก

สถานีที่	Zn (mg/kg)					Pb (mg/kg)					Cd (mg/kg)					Cr (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	0.007	0.003	0.005	0.005	0.002	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
2	0.007	0.003	0.005	0.005	0.002	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
3	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.012	0.008	0.006	0.009	0.003	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
5	0.009	0.004	0.002	0.005	0.004	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
6	0.001	0.004	0.008	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
7	0.002	0.024	0.003	0.010	0.012	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
8	0.007	0.002	0.001	0.003	0.003	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0
9	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.007	0.001	0.008	0.005	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0.032	0.026	0.038	0.032	0.006	0.007	0.007	0.008	0.007	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.074	0.017	0.034	0.042	0.029	0.007	0.007	0.008	0.007	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.012	0.004	0.041	0.019	0.019	0.006	0.009	0.005	0.007	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-6 ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (ต่อ)

ลำดับที่	Cu (mg/kg)					As (µg/kg)					Hg (µg/kg)					Organochlorine group (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) ได้แก่ แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn),ปรอท (Hg) และสารหนู (As) และคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ สารกำจัดศัตรูพืช (Organochlorine group) ในพืช 10 ชนิด ได้แก่ กระเทียม, ต้นหอม, กวางตุ้ง, ผักชี, ผักชีไทย, ผักชีลาว, ผักบุ้ง, ถั่วพู, มะเขือเปราะ และกระเจียบขาว โดยทำการศึกษาทั้งหมด 3 แปลงด้วยกัน ได้แก่ แปลงที่ใช้น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว แปลงที่ใช้น้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีลงในแปลงเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ และแปลงที่ใช้น้ำประปาเป็นตัวอย่างควบคุม ให้ผลดังนี้

2.1 การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในพืชที่อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภค

ตารางที่ ๗-7 คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว

พืช	Zn (mg/kg)					Pb (mg/kg)					Cd (mg/kg)					Cr (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.38	0.40	0.40	0.39	0.01	0.03	0.05	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ต้นหอม	0.18	0.19	0.20	0.19	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กวางตุ้ง	0.29	0.34	0.34	0.32	0.03	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0
ฮ่องเต้	0.37	0.36	0.33	0.35	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0	0	0	0	0
ผักชีไทย	0.55	0.53	0.52	0.53	0.02	0.12	0.12	0.11	0.12	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.66	0.66	0.69	0.67	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักบุ้ง	0.37	0.37	0.39	0.38	0.01	0.10	0.09	0.06	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.41	0.40	0.41	0.41	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
มะเขือเปราะ	0.24	0.22	0.22	0.23	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กระเจียวขาว	0.61	0.54	0.54	0.56	0.04	0.05	0.02	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ๗-7 คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดใหญ่ผ่านการบำบัดแล้ว (ต่อ)

พืช	Cu (mg/kg)					As (µg/kg)					Hg (µg/kg)					Organochlorine group (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.05	0.06	0.06	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0
ต้นหอม	0.07	0.07	0.07	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กวางตุ้ง	0.06	0.06	0.05	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ฮ่องเต้	0.04	0.04	0.04	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีไทย	0.17	0.18	0.16	0.17	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.20	0.27	0.17	0.21	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักบุ้ง	0.18	0.20	0.18	0.19	0.01	0	0	0	0	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.19	0.19	0.20	0.19	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
มะเขือเปราะ	0.12	0.11	0.15	0.13	0.02	0	0	0	0	0	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0	0	0	0	0	0
กระเจี๊ยบขาว	0.18	0.13	0.15	0.15	0.03	0	0	0	0	0	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-8 คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา

พืช	Zn (mg/kg)					Pb (mg/kg)					Cd (mg/kg)					Cr (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.43	0.42	0.43	0.43	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ตำลึง	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กล้วย	0.40	0.39	0.39	0.39	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
ขมิ้น	0.57	0.59	0.55	0.57	0.02	0.16	0.17	0.17	0.17	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักขี้เหล็ก	0.56	0.55	0.55	0.55	0.01	0.09	0.11	0.12	0.11	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.66	0.64	0.63	0.64	0.02	0.09	0.14	0.12	0.12	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักบุ้ง	0.21	0.24	0.17	0.21	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.40	0.39	0.41	0.40	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
มะเขือเปราะ	0.21	0.21	0.20	0.21	0.01	0.03	0.01	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กระเจียวขาว	0.58	0.59	0.61	0.59	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-8 คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา (ต่อ)

พืช	Cu (mg/kg)					As (µg/kg)					Hg (µg/kg)					Organochlorine group (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.07	0.06	0.06	0.06	0.01		0	0	0	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0	0	0	0	0	0
ต้นหอม	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01		0	0	0	0	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0	0	0	0	0	0
กวางตุ้ง	0.08	0.05	0.06	0.06	0.02		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ฮ่องเต้	0.12	0.09	0.12	0.11	0.02		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีไทย	0.15	0.16	0.16	0.16	0.01		0	0	0	0	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.10	0.11	0.11	0.11	0.01		0	0	0	0	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0	0	0	0	0	0
ผักบุ้ง	0.09	0.09	0.09	0.09	0.00		0	0	0	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.20	0.14	0.15	0.16	0.03		0	0	0	0	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0
มะเขือเปราะ	0.10	0.09	0.11	0.10	0.01		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กระเจี๊ยบขาว	0.17	0.14	0.18	0.16	0.02		0	0	0	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ-๑ คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่ผลการสำเวยเคมีในแปลงเพาะปลูก

พืช	Zn (mg/kg)					Pb (mg/kg)					Cd (mg/kg)					Cr (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.35	0.35	0.37	0.36	0.01	0	0	0.03	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ต้นหอม	0.22	0.22	0.22	0.22	0	0.09	0.07	0.08	0.08	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กวาดุ้ง	0.41	0.37	0.38	0.39	0.02	0.0	0.10	0.10	0.07	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
ฮ่องเต้	0.41	0.40	0.40	0.40	0.01	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
ผักชีไทย	0.50	0.50	0.49	0.50	0.01	0.11	0.12	0.10	0.11	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.52	0.53	0.52	0.52	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักบุ้ง	0.25	0.23	0.22	0.23	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.47	0.42	0.37	0.42	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
มะเขือเปราะ	0.24	0.24	0.26	0.25	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กระเจียวขาว	0.50	0.55	0.49	0.51	0.03	0.05	0.03	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ๘-9 คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใช้ยูเคมีในแปลงเพาะปลูก (ต่อ)

พืช	Cu (mg/kg)					As (µg/kg)					Hg (µg/kg)					Organochlorine group (mg/kg)				
	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD	1	2	3	X	SD
กระเทียม	0.05	0.06	0.06	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0	0	0	0	0	0
ต้นหอม	0.07	0.08	0.10	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กวาดำ	0.09	0.05	0.04	0.06	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ฮ่องเต้	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีไทย	0.18	0.16	0.17	0.17	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักชีลาว	0.19	0.19	0.26	0.21	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผักนึ่ง	0.08	0.08	0.08	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ถั่วพู	0.26	0.23	0.17	0.22	0.05	0	0	0	0	0	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0	0	0	0	0	0
มะเขือเปราะ	0.16	0.17	0.14	0.16	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2 การตรวจวัดธาตุอาหารในดิน ได้แก่ การตรวจหาค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen, ในรูปของ TKN) ค่าฟอสฟอรัส (Total phosphorus) ค่าโพแทสเซียม (Total potassium) ในดินก่อนและหลังการเพาะปลูกพืช ให้ผลดังนี้

ตารางที่ ผ-10 ไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช

TN (%)						
ดิน	แปลง	1	2	3	X	SD
ก่อน ปลูก	ประปา	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
	ประปา+ปุ๋ย	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00
	น้ำเสีย	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
หลัง ปลูก	ประปา	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00
	ประปา+ปุ๋ย	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01
	น้ำเสีย	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00

ตารางที่ ผ-11 ฟอสฟอรัสทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช

TP (mg-P/kg)						
ดิน	แปลง	1	2	3	X	SD
ก่อน	ประปา	-	0.46	0.63	0.54	0.12
	ประปา+ปุ๋ย	0.10	0.14	0.11	0.12	0.02
	น้ำเสีย	0.31	0.34	0.27	0.31	0.04
หลัง	ประปา	0.04	0.02	0.00	0.02	0.02
	ประปา+ปุ๋ย	0.25	0.28	0.25	0.26	0.02
	น้ำเสีย	0.96	0.81	0.93	0.90	0.08

ตารางที่ ผ-12 โพแทสเซียมทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช

K (mg/kg)						
ดิน	แปลง	1	2	3	X	SD
ก่อน	ประปา	57	43	39	46.33	9.45
	ประปา+ปุ๋ย	40	33	37	36.67	3.51
	น้ำเสีย	51	46	64	53.67	9.29
หลัง	ประปา	55	46	35	45.33	10.02
	ประปา+ปุ๋ย	44	41	22	35.67	11.93
	น้ำเสีย	59	55	38	50.67	11.15

2.3 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ
ตารางที่ ผ-13 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเทียม

กระเทียม																		
สัปดาห์	ปลูก							ปลูก+ปุ๋ย							น้ำเสีย			
	ใน/ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			ใน/ต้น	x	SD	ใน/ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			ใน/ต้น	x	SD
				1	2	3							1	2	3			
1	3.00	3.00	0.00	17.50	12.00	4.50	3.00	3.00	0.00	8.50	8.50	15.00	3.00	15.00	14.00	4.00	11.30	5.14
	3.00			16.00	11.00	4.00	3.00			19.00	13.00	7.00	4.00	9.00	14.00			
	3.00			12.50	7.00	4.50	3.00			18.50	12.50	13.00	3.00	15.00	15.00			
	3.00			16.50	9.00	5.00	3.00			11.50	6.00	5.00	3.00	13.00	20.00			
	3.00			13.50	8.00	3.00	3.00			13.00	11.00	5.00	4.00	8.00	18.00			
2	5.00	5.00	0.71	20.00	20.00	13.00	4.00	4.00	0.00	25.60	13.50	14.00	8.16	15.00	21.00	25.00	21.30	5.09
	4.00			28.00	22.00	17.00	4.00			22.50	11.00	4.00	5.00	24.00	15.00	21.00		
	6.00			30.00	23.00	12.00	4.00			28.00	16.00	4.00	5.00	23.00	19.00	29.00		
	5.00			23.00	27.00	10.00	4.00			24.00	13.00	12.00	5.00	16.00	15.50	26.00		
	5.00			26.00	24.00	13.00	4.00			26.00	16.00	4.00	5.00	16.00	24.00	30.00		
3	5.00	5.00	0.00	36.00	21.00	17.00	5.00	5.00	0.00	38.00	19.00	20.00	10.19	29.00	27.00	15.00	24.30	8.47
	5.00			28.00	32.00	1.00	5.00			30.00	11.00	22.00	6.00	25.00	18.00	6.00		
	5.00			37.00	18.00	24.00	5.00			37.00	23.00	10.00	5.00	18.00	36.00	27.00		
	5.00			17.00	26.00	35.00	5.00			32.00	21.50	7.00	6.00	24.00	16.00	33.50		
	5.00			9.00	20.00	35.00	5.00			36.00	27.00	12.00	5.00	25.00	28.00	37.00		
4	6.00	6.00	0.00	27.00	37.00	35.00	6.00	6.00	0.00	43.00	44.00	25.00	9.71	30.00	22.00	13.00	27.20	11.19
	6.00			28.00	38.00	36.00	6.00			41.00	37.00	34.00	6.00	19.00	38.00	13.00		

กระเทียม																								
ลำดับ	ปลูก						ปลูก+ปุ๋ย						น้ำเค็ม											
	ใน/ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			x	SD	ใน/ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			x	SD	ใน/ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			x	SD
				1	2	3						1	2	3						1	2	3		
	6.00			29.00	34.00	44.00			6.00			47.50	32.50	23.00			7.00			18.00	50.00	42.00		
	6.00			42.00	29.00	25.00			6.00			35.50	39.00	16.00			6.00			17.00	30.00	31.00		
	6.00			40.00	39.00	15.00			6.00			45.50	20.50	28.50			7.00			21.00	25.00	39.00		
5	7.00	7.00	0.00	30.00	55.00	54.00	45.73	8.17	7.00	7.00	0.00	48.00	37.00	33.00	42.59	5.85	6.00	6.00	0.71	24.00	41.00	44.00	41.47	10.60
	7.00			40.00	52.00	55.00			7.00			46.00	45.00	40.00			7.00			49.00	44.00	32.00		
	7.00			35.00	50.00	38.00			7.00			44.50	44.00	29.00			5.00			42.00	45.00	29.00		
	7.00			39.00	46.00	51.00			7.00			50.50	48.50	44.00			6.00			40.00	60.00	32.00		
	7.00			55.00	41.00	45.00			7.00			46.00	41.50	41.80			6.00			53.00	57.00	30.00		
6	7.00	7.00	0.00	41.00	51.00	58.00	47.53	9.92	6.00	7.00	1.00	58.00	53.00	44.00	49.97	5.56	6.00	6.40	0.55	44.00	55.00	45.00	49.13	7.68
	7.00*			30.00	41.00	53.00			6.00			54.50	47.00	39.00			7.00			43.00	57.00	37.00		
	7.00			43.00	55.00	55.00			7.00			51.00	54.00	45.50			6.00			44.00	55.00	49.00		
	7.00			37.00	58.00	59.00			8.00			53.00	45.00	53.00			6.00			40.00	60.00	58.00		
	7.00			54.00	30.00	48.00			8.00			57.50	44.00	51.00			7.00			43.00	60.00	47.00		
7	7.00	7.00	0.00	58.00	53.00	52.00	50.53	8.92	7.00	7.00	0.00	59.00	59.00	55.00	60.80	4.39	6.00	6.00	0.71	42.00	60.00	55.00	49.53	9.52
	7.00			43.00	55.00	62.00			7.00			66.00	58.00	66.50			6.00			66.00	46.00	58.00		
	7.00			55.00	40.00	60.00			7.00			62.00	55.00	64.00			7.00			40.00	58.00	41.00		
	7.00			44.00	62.00	53.00			7.00			58.00	59.00	62.00			5.00			59.00	48.00	52.00		
	7.00			32.00	41.00	48.00			7.00			62.00	56.50	70.00			6.00			40.00	45.00	33.00		
8	7.00	7.00	0.00	58.00	56.00	37.00	52.47	7.23	9.00	7.00	1.22	61.00	58.00	60.00	63.30	3.48	8.00	6.80	0.84	42.00	60.00	62.00	57.60	10.15
	7.00			50.00	57.00	54.00			6.00			66.50	63.00	62.00			6.00			45.00	53.00	46.00		



การเทียบ																								
ลำดับที่	ประปา										ประปา+ป๊อ										น้ำเสีย			
	ใบ/ ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			ใบ/ ต้น	x	SD	sp	x	ความสูง (ซม.)			ใบ/ ต้น	x	SD	ความสูง (ซม.)			x	SD		
				1	2	3						1	2	3				1	2	3				
	7.00			54.00	56.00	60.00	7.00						64.00	60.00	65.00	7.00			65.00	53.00	60.00			
	7.00			55.00	55.00	40.00	7.00						63.00	59.00	67.00	7.00			58.00	71.00	60.00			
	7.00			41.00	59.00	55.00	6.00						68.00	63.00	70.00	6.00			75.00	45.00	69.00			
	7.00	7.00	0.00	54.00	52.00	35.00	8.00	8.00	0.00	2.53	65.60	8.00	8.00	0.00	66.00	68.00	70.00	8.00	66.00	66.00	56.00	63.87	5.21	
	7.00			60.00	60.00	60.00	8.00						68.00	66.00	65.00	8.00			73.00	70.00	60.00			
9	7.00			56.00	60.00	60.00	8.00						64.00	66.00	69.00	8.00			71.00	70.00	65.00			
	7.00			39.00	53.00	60.00	8.00						64.00	63.00	65.00	8.00			60.00	60.00	65.00			
	7.00			56.00	60.00	54.00	8.00						66.00	60.00	64.00	8.00			62.00	62.00	58.00			
	9.00	8.00	0.71	60.00	64.00	60.00	8.00	8.00	1.41	2.16	65.60	8.00	8.00	1.00	65.00	66.00	66.00	7.00	63.00	57.00	67.00	68.33	5.60	
	7.00			65.00	65.00	60.00	10.00						70.00	68.00	64.00	8.00			70.00	60.00	80.00			
10	8.00			60.00	61.00	61.50	8.00						62.00	64.00	69.00	7.00			74.00	65.00	70.00			
	8.00			64.00	60.00	58.00	8.00						67.00	64.00	65.00	9.00			70.00	71.00	68.00			
	8.00			56.00	63.00	57.50	6.00						64.00	66.00	64.00	9.00			70.00	72.00	68.00			
	8.00	8.00	0.00	58.00	65.00	58.00	9.00	8.00	1.00	4.66	69.00	9.00	8.00	0.00	65.00	66.00	72.00	8.00	63.00	67.00	72.00	70.00	3.85	
	8.00			53.00	70.00	75.00	7.00						65.00	72.00	75.00	8.00			76.00	72.00	75.00			
11	8.00			66.00	60.00	75.00	7.00						60.00	73.00	70.00	8.00			67.00	70.00	76.00			
	8.00			66.00	65.00	68.00	9.00						58.00	69.00	69.00	8.00			68.00	70.00	66.00			
	8.00			61.00	65.00	70.00	8.00						70.00	72.00	71.00	8.00			70.00	65.00	63.00			

ตารางที่ ๘-14 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นหอม

ต้นหอม																									
ลำดับ	ปลูก										ปลูก+ปุ๋ย										น้ำเต้า				
	ใบ/ต้น	x	SD	ความสูง			x	SD	ใบ/ต้น	x	SD	ความสูง			x	SD	ใบ/ต้น	x	SD	ความสูง			x	SD	
				1	2	3						1	2	3						1	2	3			
1	9.00	8.00	1.22	10.00	12.50	11.00	10.90	2.89	10.00	10.00	1.22	16.00	14.00	8.00	10.40	4.17	11.00	13.00	2.45	17.00	13.00	7.00	12.47	4.22	
	9.00			11.00	10.00	9.00			11.00			10.00	10.00	5.00			10.00			18.00	11.00	7.00			
	8.00			14.00	13.00	4.00			10.00			13.00	11.00	8.00			16.00			11.00	17.00	12.50			
	8.00			13.00	10.00	11.00			8.00			16.00	15.00	3.00			14.00			14.00	10.00	5.00			
	6.00			16.00	12.00	7.00			11.00			11.00	12.00	4.00			14.00			19.00	11.00	14.50			
2	13.00	11.00	1.22	24.00	19.00	6.80	16.89	5.98	14.00	14.00	2.35	19.50	11.00	17.00	17.37	3.83	27.00	24.00	7.18	22.00	18.00	14.00	19.00	3.96	
	10.00			21.00	9.00	8.50			12.00			22.00	19.00	15.00			35.00			20.00	24.00	15.00			
	10.00			25.00	18.00	16.20			13.00			25.00	19.00	15.00			22.00			23.00	19.00	12.00			
	11.00			25.00	17.60	16.00			18.00			16.00	12.00	13.50			18.00			18.00	21.00	15.00			
	11.00			21.50	11.00	14.80			13.00			20.50	20.00	16.00			18.00			17.00	21.00	26.00			
3	12.00	12.00	6.60	51.00	36.00	27.00	32.40	7.84	18.00	15.00	2.83	24.00	16.00	20.00	22.33	3.94	29.00	26.00	7.65	37.00	25.00	28.00	24.13	5.32	
	20.00			36.00	30.00	25.00			13.00			26.00	24.00	21.00			38.00			30.00	21.00	18.00			
	17.00			33.00	24.00	19.00			14.00			26.00	21.00	23.00			20.00			29.00	25.00	19.00			
	6.00			40.00	32.00	30.00			12.00			28.00	23.00	26.00			20.00			25.00	24.00	20.00			
	5.00			40.00	28.00	35.00			18.00			25.00	17.00	15.00			23.00			24.00	18.00	19.00			
4	17.00	13.00	4.85	28.00	36.00	35.00	34.47	6.85	17.00	23.00	7.18	32.00	30.00	30.00	34.07	5.66	38.00	31.00	8.77	27.00	32.00	20.00	27.93	3.75	
	6.00			31.00	31.00	25.00			32.00			29.00	30.00	26.00			34.00			29.00	34.00	28.00			
	10.00			30.00	32.00	40.00			16.00			31.00	32.00	29.00			31.00			33.00	23.00	25.00			

ต้นหอม																							
สัปดาห์	ประปา										ประปา+ป๊อ									น้ำเสีย			
	ใบ/ ต้น	x	SD	ความสูง			x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	ความสูง			x	SD		
				1	2	3											1	2	3				
5	15.00			32.00	54.00	36.00			29.00					36.00			40.00	38.00	39.00				
	17.00			30.00	39.00	38.00			21.00					16.00			40.00	40.00	45.00				
	15.00	17.00	6.04	36.00	40.00	30.00		8.81	26.00	25.00	6.63	37.20		42.00	33.00	5.52	35.00	40.00	39.00	33.00	5.52		
	24.00			33.00	59.00	55.00			20.00					33.00			41.00	41.00	37.00				
	9.00			30.00	33.00	38.00			26.00					28.00			39.00	43.00	41.00				
	22.00			33.00	31.00	39.00			35.00					29.00			39.00	36.00	38.00				
	15.00			28.00	36.00	37.00			18.00					33.00			41.00	35.00	40.00				

ตารางที่ ผ-15 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักชีไทย

ผักชีไทย																		
สัปดาห์	ประปา						ประปา+ปุ๋ย						น้ำเสีย					
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD
1	4.00	4.00	0.00	7.00	6.20	1.64	4.00	4.00	0.00	4.00	3.50	0.50	3.00	4.00	0.71	7.00	4.60	1.52
	4.00			8.00			4.00			3.00			4.00			5.00		
	4.00			7.00			4.00			4.00			4.00			3.00		
	4.00			4.00			4.00			3.00			4.00			4.00		
	4.00			5.00			4.00			3.50			5.00			4.00		
2	4.00	4.00	0.71	5.00	6.60	1.82	4.00	4.00	0.71	14.00	8.80	3.63	6.00	5.00	1.41	5.00	4.60	1.14
	4.00			9.00			5.00			11.00			6.00			5.00		
	3.00			8.00			4.00			5.00			6.00			6.00		
	4.00			6.00			4.00			7.00			4.00			4.00		
	5.00			5.00			3.00			7.00			3.00			3.00		
3	4.00	4.00	0.00	15.00	12.00	1.92	7.00	4.00	1.73	11.50	13.50	1.94	5.00	5.00	0.71	15.00	9.60	3.71
	4.00			12.00			4.00			13.00			5.00			12.00		
	4.00			13.00			3.00			12.00			4.00			7.00		
	4.00			10.00			3.00			16.00			6.00			7.00		
	4.00			11.00			3.00			15.00			5.00			7.00		
4	5.00	5.00	0.00	13.00	13.00	0.45	7.00	7.00	1.41	30.00	27.80	4.60	5.00	5.00	0.00	11.00	12.20	3.03
	5.00			13.00			9.00			30.00			5.00			9.00		
	5.00			13.00			7.00			24.00			5.00			13.00		
	5.00			13.00			7.00			33.00			5.00			17.00		
	5.00			12.00			5.00			22.00			5.00			11.00		
5	6.00	5.00	0.71	12.00	18.00	5.34	7.00	7.00	0.00	42.00	43.20	5.93	6.00	6.00	0.00	17.00	17.00	3.94
	4.00			15.00			7.00			46.00			6.00			23.00		
	5.00			17.00			7.00			52.00			6.00			16.00		
	5.00			20.00			7.00			38.00			6.00			12.00		
	5.00			26.00			7.00			38.00			6.00			17.00		
6	5.00	5.00	0.00	30.00	27.80	3.42							6.00	6.00	0.00	33.00	27.00	7.25
	5.00			23.00									6.00			36.00		
	5.00			32.00									6.00			19.00		
	5.00			27.00									6.00			25.00		
	5.00			27.00									6.00			22.00		
7	5.00	5.00	0.00	32.00	32.00	1.87							6.00	6.00	0.00	50.00	50.00	12.2
	5.00			33.00									6.00			60.00		
	5.00			34.00									6.00			50.00		
	5.00			29.00									6.00			60.00		
	5.00			32.00									6.00			30.00		

ตารางที่ ผ-16 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักชีลาว

ผักชีลาว																		
สัปดาห์	ประปา						ประปา+ปุ๋ย						น้ำเสีย					
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD
1	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.50	2.50	0.61
							2.00			2.00			2.00			3.50		
							2.00			2.00			2.00			2.00		
							2.00			2.00			2.00			2.50		
							2.00			2.00			2.00			2.00		
2	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	3.00	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	2.00	3.20	1.64	2.50	3.90	1.34
	2.00			2.00			3.00			3.00			5.00			4.00		
	2.00			2.00			3.00			3.00			5.00			3.00		
	2.00			2.00			3.00			3.00			2.00			4.00		
	2.00			2.00			3.00			3.00			2.00			6.00		
3	2.00	2.00	0.00	5.00	5.00	0.00	3.00	3.00	0.00	7.95	7.33	0.40	4.00	3.80	0.45	8.00	7.00	1.73
	2.00			5.00			3.00			7.00			4.00			8.00		
	2.00			5.00			3.00			7.00			3.00			8.00		
	2.00			5.00			3.00			7.20			4.00			7.00		
	2.00			5.00			3.00			7.50			4.00			4.00		
4	3.00	3.60	0.55	6.50	6.10	0.74	4.00	3.00	0.71	10.00	11.20	1.30	4.00	4.80	0.84	11.00	10.00	1.22
	4.00			6.00			3.00			13.00			6.00			10.00		
	4.00			6.00			3.00			12.00			5.00			11.00		
	4.00			7.00			2.00			10.00			5.00			10.00		
	3.00			5.00			3.00			11.00			4.00			8.00		
5	4.00	4.00	0.00	12.00	10.00	1.58	9.00	4.20	2.68	20.00	20.20	3.27	5.00	4.80	0.45	12.00	13.40	1.14
	4.00			9.00			3.00			25.00			4.00			15.00		
	4.00			8.00			3.00			16.00			5.00			13.00		
	4.00			10.00			3.00			19.00			5.00			14.00		
	4.00			11.00			3.00			21.00			5.00			13.00		
6	4.00	4.00	0.00	14.00	15.80	1.64	5.00	5.20	1.48	31.50	36.40	4.60	5.00	4.80	0.45	15.00	18.40	5.64
	4.00			14.00			7.00			31.50			5.00			13.00		
	4.00			17.00			6.00			38.00			5.00			25.00		
	4.00			17.00			5.00			41.00			5.00			24.00		
	4.00			17.00			3.00			40.00			4.00			15.00		
7	4.00	4.80	0.45	15.00	16.00	0.71	4.00	5.00	0.71	51.00	54.00	3.54	4.00	4.80	0.84	22.00	26.20	4.82
	5.00			16.00			6.00			50.00			5.00			30.00		
	5.00			16.00			5.00			54.00			5.00			26.00		
	5.00			16.00			5.00			57.00			6.00			32.00		
	5.00			17.00			5.00			58.00			4.00			21.00		

ผักชีลาว																		
ลำดับ	ประปา						ประปา+ปุ๋ย						น้ำเสีย					
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD
8	5.00	4.60	0.55	25.00	21.20	3.96							5.00	4.60	0.55	57.00	57.00	7.07
	5.00			23.00									4.00			57.00		
	4.00			24.00									4.00			67.00		
	5.00			18.00									5.00			47.00		
	4.00			16.00									5.00			57.00		
9	5.00	5.00	0.00	24	23	1.58												
	5.00			25														
	5.00			23														
	5.00			22														
	5.00			21														
10	5.00	5.00	0.00	25	25	2.12												
	5.00			26														
	5.00			28														
	5.00			23														
	5.00			23														

ตารางที่ ผ-17 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักนึ่งแปลงประปา

ลำดับ	ประปา															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	2.00	2.00	0.00	3.00	4.00	2.24	1.00	1.00	1.50	1.00	0.19	2.50	2.80	3.00	2.50	0.54
	2.00			1.25			0.80	1.00	3.00			2.40	2.60			
	2.00			0.80			1.00	1.00	1.50			2.00	3.00			
	2.00			1.20			0.80	1.00	1.60			2.30	3.50			
	2.00			0.80			0.90	0.90	2.50			2.20	2.60			
2	2.00	2.00	0.00	8.85	7.97	0.66	0.75	1.25	1.00	1.01	0.17	5.00	5.00	5.00	4.75	0.54
	2.00			1.25			1.10	1.00	5.00			6.00	5.00			
	2.00			1.25			0.80	1.00	4.00			5.00	4.00			
	2.00			0.80			1.00	1.00	4.50			4.80	4.00			
	2.00			1.20			0.80	1.00	5.20			4.50	4.30			
3	4.00	4.00	0.00	17.00	19.00	1.58	1.70	1.50	1.50	1.57	0.20	7.30	6.50	7.50	7.68	0.77
	4.00			1.70			1.50	1.50	9.00			8.40	8.50			
	4.00			1.80			1.40	1.40	7.00			7.00	7.00			
	4.00			2.00			1.30	1.30	7.00			7.00	8.20			
	4.00			1.80			1.60	1.60	8.00			8.50	8.30			
4	7.00	7.40	0.55	27.00	20.60	5.32	2.00	2.00	2.00	1.63	0.40	12.50	10.00	11.00	9.13	1.99
	7.00			1.50			2.00	2.00	11.00			8.00	10.50			
	7.00			1.50			2.00	1.50	10.00			9.00	12.00			
	8.00			1.00			1.00	2.00	7.00			7.00	7.00			
	8.00			1.50			1.00	1.50	7.00			7.00	8.00			
5	9.00	7.40	1.14	24.00	28.00	2.55	2.50	2.00	2.00	2.07	0.26	12.00	10.00	10.00	10.47	1.68
	6.00			2.00			2.00	2.00	12.00			13.00	11.00			
	7.00			2.00			2.00	2.50	11.00			10.00	10.00			
	8.00			2.00			2.00	2.50	13.00			8.00	11.00			
	7.00			2.00			2.00	1.50	10.00			9.00	7.00			
6	5.00	7.80	3.11	28.00	28.40	1.67	2.00	2.00	2.00	2.80	0.59	10.00	9.00	12.00	10.47	1.68
	6.00			3.50			3.50	2.00	10.00			11.00	7.00			
	13.00			3.00			3.00	3.50	12.00			13.00	11.00			
	7.00			3.00			3.00	3.50	10.00			12.00	12.00			
	8.00			3.00			2.50	2.50	11.00			8.00	9.00			
7	11.00	9.20	2.77	23.00	30.00	3.21	3.00	3.00	2.00	2.83	0.56	10.00	12.00	6.00	10.73	2.02
	8.00			3.00			2.00	3.00	12.00			10.00	9.00			
	6.00			3.00			2.00	2.50	12.00			10.00	10.00			
	13.00			2.50			3.00	4.00	12.00			12.00	12.00			
	8.00			3.50			3.00	3.00	14.00			8.00	12.00			

ตารางที่ ผ-18 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ลำดับ	ประปา+ปุ๋ย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	2.00	2.00	0.00	5.00	5.00	0.00	1.00	1.20	0.80	1.00	0.21	2.50	2.40	2.60	2.50	0.54
	2.00			5.00			0.75	1.25	1.00			2.80	3.00	2.30		
	2.00			5.00			1.25	0.80	0.90			3.00	2.40	2.60		
	2.00			5.00			0.80	1.00	1.00			1.50	2.00	3.00		
	2.00			5.00			1.50	0.85	0.90			1.60	2.30	3.50		
2	2.00	2.00	0.00	8.00	8.00	0.71	1.00	0.90	1.50	1.00	0.19	4.00	4.60	4.00	4.00	0.58
	2.00			8.00			1.20	0.80	0.85			4.50	4.20	4.30		
	2.00			8.00			1.25	1.00	0.90			4.30	4.00	4.00		
	2.00			7.00			0.80	0.90	0.90			4.00	3.10	3.00		
	2.00			9.00			1.00	1.00	1.00			5.00	4.00	3.00		
3	3.00	3.00	0.00	14.00	14.00	0.71	1.50	1.50	1.50	1.50	0.56	8.00	7.00	7.50	7.50	0.80
	3.00			15.00			1.20	2.00	1.00			9.00	8.00	7.00		
	3.00			13.00			1.25	1.00	0.90			8.00	6.00	8.00		
	3.00			14.00			2.30	0.90	0.90			8.00	6.00	8.00		
	3.00			14.00			2.00	2.00	2.60			7.50	7.20	7.30		
4	6.00	5.80	0.84	23.00	24.40	1.52	2.30	2.00	2.30	2.56	0.72	8.00	8.00	8.00	9.83	1.32
	7.00			26.00			2.50	2.50	2.80			10.00	11.00	11.00		
	6.00			23.00			2.10	2.50	2.50			10.00	10.50	11.00		
	5.00			24.00			2.00	2.10	5.00			9.00	8.00	10.50		
	5.00			26.00			2.80	2.50	2.50			12.00	10.00	10.50		
5	9.00	8.00	0.71	30.00	28.20	2.49	3.00	3.00	3.00	3.01	0.53	10.00	13.00	11.00	11.77	1.56
	8.00			30.00			3.70	2.50	3.60			13.00	12.00	14.00		
	8.00			25.00			3.80	3.10	3.40			13.00	12.00	12.50		
	8.00			30.00			2.30	2.70	1.80			14.00	12.50	9.50		
	7.00			26.00			3.20	3.00	3.00			10.00	10.00	10.00		
6	15.00	11.00	2.92	39.00	29.40	5.68	3.70	4.20	4.50	3.89	0.41	11.00	10.50	12.50	11.77	1.12
	13.00			27.00			3.50	3.70	3.00			12.50	12.00	10.50		
	10.00			26.00			4.30	4.00	3.90			11.50	11.00	14.00		
	9.00			30.00			4.10	4.00	4.40			10.00	13.00	12.00		
	8.00			25.00			3.50	4.00	3.50			11.00	12.00	13.00		
7	10.00	10.80	1.64	30.00	31.00	4.58	4.20	4.50	4.00	3.96	0.73	13.00	13.00	10.00	12.00	1.43
	9.00			30.00			4.00	4.50	3.00			11.00	15.00	12.00		
	12.00			28.00			3.00	2.50	3.10			10.00	12.00	12.00		
	13.00			39.00			5.00	4.50	4.00			11.00	13.00	13.00		
	10.00			28.00			4.00	4.50	4.60			10.50	11.00	13.50		

ตารางที่ ผ-19 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

สัปดาห์	น้ำเสีย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	3.00 2.00 2.00 3.00 2.00	2.40	0.55	8.00 3.00 3.00 5.00 5.00	4.80	2.05	1.00 0.60 0.70 1.00 0.50	1.00 1.00 0.80 0.80 0.60	1.00 0.80 0.90 1.00 0.85	0.84	0.17	6.00 5.00 6.00 7.00 3.00	5.00 6.00 5.00 5.00 4.00	6.00 5.00 7.00 6.00 5.50	5.50	1.05
2	2.00 4.00 4.00 4.00 4.00	3.60	0.89	13.00 10.00 10.00 9.00 9.00	10.20	1.64	1.50 0.60 1.00 0.60 1.00	2.00 0.60 1.00 0.40 1.00	1.00 0.70 0.60 0.60 0.80	0.89	0.41	13.00 9.00 5.00 7.00 4.00	13.00 5.00 8.00 5.00 6.00	8.00 7.00 8.00 7.00 5.00	7.33	2.72
3	5.00 5.00 8.00 5.00 7.00	6.00	1.41	17.00 13.00 18.00 22.00 17.00	17.40	3.21	1.70 1.00 2.50 2.50 1.50	1.80 1.20 2.00 2.00 1.80	1.00 2.00 1.60 1.80 1.60	1.73	0.45	9.00 5.00 15.00 7.00 13.00	10.00 8.00 12.00 8.00 14.90	6.00 10.00 9.80 9.60 10.00	9.82	2.94
4	9.00 7.00 7.00 7.00 8.00	7.60	0.89	20.00 17.00 22.00 20.00 24.00	20.60	2.61	3.00 2.00 2.00 2.50 3.00	2.00 1.80 1.60 3.00 3.00	2.00 2.00 2.00 2.00 2.70	2.31	0.50	10.00 9.00 13.00 10.00 9.00	12.00 12.00 10.00 12.00 11.00	11.00 12.00 14.00 11.00 10.00	11.07	1.44
5	8.00 9.00 8.00 7.00 9.00	8.20	0.84	33.00 35.00 35.00 28.00 31.00	32.40	2.97	3.50 4.00 4.00 2.00 2.50	3.00 4.00 3.50 2.00 4.00	3.50 4.00 3.30 3.30 3.00	3.31	0.70	13.00 14.00 12.00 13.00 13.00	10.00 13.00 12.00 14.00 15.00	11.30 15.00 12.50 13.00 12.00	12.85	1.33

ตารางที่ ผ-20 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงประปา

ลำดับที่	ประปา												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	17.00	17.60	1.34	2.00	2.50	2.50	2.00	0.38	5.00	5.00	4.00	5.00	0.68
	17.00			1.50	2.50	1.50			5.70	5.00	4.00		
	16.00			2.00	2.00	2.00			4.50	5.70	5.60		
	19.00			1.50	2.00	2.00			4.00	5.30	4.80		
	19.00			2.00	2.50	1.50			4.80	6.00	4.60		
2	17.00	18.00	1.00	3.50	4.00	3.00	3.50	0.51	5.00	4.00	4.50	5.00	0.70
	17.00			3.00	3.53	3.50			4.80	5.00	5.80		
	18.00			3.00	4.00	4.00			4.60	5.40	5.50		
	19.00			3.50	2.50	4.00			4.50	5.70	5.60		
	19.00			4.00	2.90	4.00			4.00	4.00	4.50		
3	17.00	18.20	0.84	5.20	5.00	5.00	5.45	0.54	7.00	8.00	6.50	7.40	0.69
	18.00			5.70	5.80	6.00			7.80	8.20	7.30		
	18.00			4.50	5.70	5.80			8.00	8.30	7.00		
	19.00			4.80	5.90	5.80			7.50	7.50	7.00		
	19.00			4.60	6.00	6.00			7.60	8.00	6.20		
4	17.00	18.40	2.07	7.00	6.00	6.00	6.30	1.03	10.00	9.00	8.00	8.83	0.97
	16.00			7.00	5.50	5.00			9.00	7.00	7.00		
	21.00			9.00	5.00	6.00			12.50	7.00	10.00		
	18.00			6.00	6.50	6.00			9.00	9.00	8.00		
	20.00			7.50	6.50	5.50			11.00	8.00	8.00		
5	17.00	18.80	1.64	8.30	8.50	9.00	8.15	0.55	12.00	12.50	12.00	11.00	1.18
	18.00			8.00	8.00	9.00			10.00	11.20	11.00		
	21.00			7.00	7.60	8.00			10.00	12.00	10.30		
	18.00			8.00	7.80	8.00			11.00	13.00	10.00		
	20.00			9.00	8.00	8.10			10.50	10.50	9.00		
6	21.00	19.40	3.21	10.00	10.00	8.00	9.47	1.25	13.00	13.00	10.00	12.93	1.79
	21.00			10.00	12.00	10.00			12.00	11.00	11.00		
	23.00			11.00	8.00	10.00			16.00	13.00	17.00		
	16.00			8.00	10.00	8.00			11.00	13.00	13.00		
	16.00			10.00	9.00	8.00			15.00	13.00	13.00		
7	24.00	25.60	2.70	8.50	10.00	7.70	9.55	1.03	13.50	16.00	15.00	15.50	1.92
	23.00			10.60	10.00	11.00			17.50	17.00	18.00		
	25.00			10.00	11.00	10.00			16.00	14.50	13.00		
	26.00			9.80	8.00	8.60			15.00	16.00	12.00		
	30.00			9.00	9.00	10.00			14.00	18.00	17.00		

ลำดับที่	ประปา												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
8	40.00	37.40	10.16	12.50	11.00	12.00	10.50	1.40	19.00	16.00	14.00	15.85	2.07
	21.00			8.50	10.50	11.30			12.70	17.00	13.00		
	35.00			11.00	8.00	12.00			15.00	15.00	16.00		
	45.00			11.40	9.00	11.00			13.00	18.00	20.00		
	46.00			10.80	8.50	10.00			17.00	18.00	14.00		
9	47.00	45.20	11.30	11.00	11.00	10.00	11.93	1.79	8.00	15.00	16.00	16.73	2.47
	49.00			14.00	14.00	14.00			20.00	18.00	20.00		
	26.00			10.00	10.00	10.00			13.00	13.00	15.00		
	48.00			11.00	13.00	14.00			18.00	20.00	21.00		
	56.00			14.00	13.00	10.00			18.00	18.00	18.00		
10	50.00	53.40	7.89	11.00	9.00	10.00	12.13	1.92	16.00	17.00	15.00	18.47	2.05
	55.00			14.00	12.00	13.00			21.00	14.00	19.00		
	45.00			11.00	11.00	14.00			20.00	19.00	20.00		
	51.00			15.00	12.00	11.00			20.00	16.00	19.00		
	66.00			15.00	10.00	14.00			22.00	19.00	20.00		

ตารางที่ ผ-21 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ลำดับ	ประปา+ปุ๋ย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	13.00	11.20	2.39	2.00	2.50	2.50	2.00	0.27	5.00	5.00	4.50	5.00	0.72
	7.00			1.50	2.50	1.50			4.80	5.50	5.80		
	12.00			2.00	3.00	1.00			4.00	6.00	5.50		
	12.00			1.50	2.50	1.50			5.70	5.50	4.00		
	12.00			2.00	2.50	1.50			4.00	4.75	5.00		
2	15.00	15.80	2.28	3.50	4.00	3.00	3.50	0.42	5.00	4.50	5.00	5.00	0.30
	15.00			3.00	3.53	3.50			5.00	5.00	4.00		
	17.00			3.00	4.50	3.50			4.60	5.40	5.50		
	13.00			3.50	2.50	4.00			4.50	5.70	5.60		
	19.00			4.00	2.90	4.00			5.20	5.00	5.00		
3	14.50	16.70	3.35	5.30	6.00	6.80	5.65	0.51	7.60	7.80	9.00	7.90	0.47
	18.00			5.70	5.80	6.00			8.20	8.50	6.70		
	19.00			4.50	5.70	5.80			8.00	8.00	9.00		
	20.00			4.80	5.90	5.80			7.00	8.00	8.00		
	12.00			4.60	6.00	6.00			7.50	7.20	8.00		

ลำดับ	ประปา+ป๊อ												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
4	21.00	17.00	4.18	10.00	9.00	7.00	7.40	1.20	13.00	14.00	10.00	10.27	1.79
	15.00			7.00	7.00	5.50			9.00	8.00	7.00		
	22.00			7.50	6.00	6.00			11.00	11.00	10.00		
	14.00			8.00	7.00	5.00			9.00	10.00	8.00		
	13.00			9.00	10.00	7.00			12.00	13.00	9.00		
5	17.00	19.50	2.06	9.50	9.00	8.50	9.25	1.12	13.40	14.00	13.50	12.45	0.79
	22.00			9.00	8.00	7.80			12.00	13.80	13.00		
	19.50			10.00	12.00	10.00			11.50	13.00	14.00		
	21.00			11.00	8.00	10.00			13.00	13.00	9.50		
	18.00			8.00	10.00	8.00			12.00	11.00	10.00		
6	28.00	22.20	4.15	11.00	8.00	12.00	10.17	1.20	17.00	11.00	20.00	14.40	1.58
	24.00			12.00	10.00	13.00			15.00	15.00	15.00		
	17.00			9.50	11.00	8.00			13.00	14.00	11.00		
	20.00			9.00	12.00	8.00			14.00	16.00	10.00		
	22.00			10.00	11.00	8.00			16.00	17.00	12.00		
7	34.00	33.60	4.04	11.00	11.00	11.00	11.50	1.52	15.00	13.50	13.00	15.00	1.67
	33.00			12.00	12.00	10.50			14.00	15.50	16.80		
	29.00			10.00	10.00	10.00			18.00	15.50	15.70		
	32.00			11.00	13.00	14.00			14.00	16.00	16.50		
	40.00			14.00	13.00	10.00			14.50	14.00	13.00		
8	47.00	39.80	9.26	12.00	11.00	10.00	12.00	1.95	16.30	17.00	16.50	15.90	3.27
	35.00			12.00	10.00	10.00			15.50	17.00	15.00		
	26.00			12.00	11.00	11.00			19.00	18.00	15.60		
	43.00			16.00	13.00	15.00			10.00	19.00	14.80		
	48.00			11.00	13.00	13.00			15.00	14.30	15.50		
9	29.00	42.60	16.47	13.00	13.00	10.00	12.07	1.64	14.00	15.00	14.00	16.07	1.52
	22.00			13.00	12.00	10.00			12.00	15.00	13.00		
	47.00			13.00	14.00	13.00			15.00	17.00	18.00		
	60.00			10.00	15.00	13.00			15.00	21.00	21.00		
	55.00			10.00	12.00	10.00			16.00	18.00	17.00		
10	60.00	61.60	4.77	14.00	12.00	13.00	12.93	1.30	20.00	16.00	20.00	18.07	2.92
	60.00			11.00	14.00	13.00			15.00	20.00	20.00		
	70.00			13.00	16.00	15.00			16.00	21.00	21.00		
	58.00			12.00	9.00	10.00			17.00	13.00	16.00		
	60.00			14.00	15.00	13.00			22.00	20.00	14.00		

ตารางที่ ผ-22 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

สัปดาห์	น้ำเสีย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	11.00	13.20	1.92	2.00	2.50	2.50	2.00	0.38	5.00	4.50	5.00	5.00	0.46
	16.00			1.50	2.50	1.50			5.00	5.00	4.00		
	13.00			2.00	2.00	2.00			4.60	5.40	5.50		
	14.00			1.50	2.00	2.00			4.50	5.70	5.60		
	12.00			2.00	2.50	1.50			5.20	5.00	5.00		
2	14.00	13.60	2.70	3.50	4.00	3.00	3.50	0.54	5.00	4.00	4.50	5.00	0.74
	12.00			3.00	3.53	3.50			4.80	5.00	6.00		
	13.00			3.00	4.50	3.50			4.60	5.40	6.00		
	11.00			3.50	2.50	4.00			4.50	5.70	6.00		
	18.00			4.00	2.90	4.00			4.00	4.00	5.50		
3	15.00	14.50	2.50	5.00	5.50	6.00	4.75	0.85	7.00	7.50	6.00	6.75	0.55
	14.00			4.50	5.80	4.40			6.50	6.50	5.50		
	10.50			5.00	4.00	4.50			6.50	6.50	7.00		
	16.00			4.80	5.00	5.80			7.00	6.80	6.80		
	17.00			3.00	4.50	3.50			7.50	6.70	7.50		
4	13.00	14.80	1.79	7.00	5.00	4.00	6.30	1.00	10.00	9.00	8.00	8.27	1.22
	17.00			7.00	8.00	5.50			9.00	8.00	8.00		
	15.00			6.50	6.50	7.00			5.00	9.00	10.00		
	16.00			6.00	5.50	7.00			8.00	7.00	8.00		
	13.00			6.50	6.00	7.00			9.00	8.00	8.00		
5	21.00	16.00	3.30	8.70	10.00	8.50	9.10	0.75	9.50	10.00	10.30	10.75	1.34
	13.50			9.50	9.00	9.00			12.00	9.00	8.50		
	13.00			9.00	8.50	8.80			11.00	11.00	11.50		
	15.00			8.50	11.00	9.00			12.80	12.00	11.00		
	17.50			8.00	10.00	9.00			12.00	11.80	8.80		
6	20.00	16.80	3.11	9.00	8.00	10.00	9.50	1.09	13.00	12.00	12.00	11.47	1.64
	16.00			9.00	10.00	12.00			14.00	13.00	9.00		
	15.00			10.00	11.00	10.00			14.00	12.00	9.00		
	20.00			10.00	8.90	8.50			12.00	10.00	11.00		
	13.00			9.10	8.00	9.00			10.00	10.00	11.00		
7	28.00	22.80	3.70	9.20	12.00	10.00	10.35	1.56	14.20	11.50	11.60	13.70	1.55
	23.00			11.50	11.60	9.00			13.20	14.00	13.50		
	18.00			12.00	11.80	8.80			15.00	12.50	15.50		
	21.00			12.00	7.50	10.00			15.50	16.00	11.00		
	24.00			11.50	8.00	10.35			15.00	13.50	13.50		

ลำดับ	น้ำเสีย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
8	36.00	28.60	8.53	12.00	11.80	8.80	10.50	1.30	13.00	17.00	16.00	14.15	3.11
	38.00			12.00	7.50	10.00			15.30	18.00	18.00		
	26.00			10.00	11.00	10.50			11.50	11.60	15.00		
	17.00			11.50	11.60	9.00			14.30	17.00	16.00		
	26.00			10.20	11.00	10.60			12.00	7.50	10.00		
9	44.00	37.80	5.40	11.50	12.50	13.00	11.23	1.24	17.00	18.00	16.00	15.45	3.48
	34.00			11.00	11.00	11.50			18.00	18.00	15.60		
	36.00			12.80	12.00	11.00			19.00	18.00	15.20		
	32.00			10.60	10.00	8.00			10.00	19.00	15.00		
	43.00			12.00	11.00	10.50			15.00	10.00	8.00		
10	60.00	53.00	10.95	12.00	10.00	11.00	11.53	2.39	19.00	19.00	16.00	17.73	2.84
	50.00			12.00	13.00	12.00			18.00	19.00	17.00		
	60.00			15.00	8.00	15.00			22.00	15.00	21.00		
	60.00			11.00	16.00	10.00			21.00	21.00	16.00		
	35.00			9.00	10.00	9.00			15.00	13.00	14.00		

ตารางที่ ผ-23 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจียบขาวแปลงประปา

ลำดับที่	ประปา															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3.00	3.00	0.00	10.00	10.50	0.50	4.50	4.00	2.00	3.63	0.79	4.50	4.00	2.50	3.75	0.58
	3.00			11.00			4.50	4.50	3.00			4.50	4.20	3.00		
	3.00			10.00			4.00	4.00	2.50			4.00	3.20	3.80		
	3.00			11.00			4.50	3.50	3.00			3.50	4.00	3.80		
	3.00			10.50			4.00	3.50	3.00			4.00	4.20	3.10		
3	4.00	4.00	0.00	16.00	14.80	2.77	5.00	6.00	7.00	4.40	1.80	5.00	6.00	6.00	4.60	1.64
	4.00			10.00			5.00	2.00	3.00			4.00	2.00	3.00		
	4.00			16.00			6.00	7.00	2.00			7.00	6.00	3.00		
	4.00			17.00			5.00	4.00	2.00			5.00	5.00	2.00		
	4.00			15.00			5.00	5.00	2.00			6.00	6.00	3.00		
4	4.00	4.00	0.71	19.00	17.20	6.50	9.00	5.00	7.00	7.47	2.50	9.00	7.00	5.00	6.87	1.85
	3.00			25.00			9.00	8.00	6.00			8.00	8.00	6.00		
	5.00			21.00			10.00	13.00	8.00			9.00	10.00	7.00		
	4.00			11.00			6.00	6.00	2.00			5.00	7.00	3.00		
	4.00			10.00			7.00	9.00	7.00			7.00	7.00	5.00		
5	3.00	4.00	1.00	25.00	19.60	5.27	11.00	10.00	12.00	11.90	3.17	8.00	9.00	11.00	10.70	2.14
	3.00			23.00			8.00	8.00	11.80			8.00	9.00	10.50		
	5.00			13.00			17.00	16.00	12.20			11.00	13.00	10.70		
	4.00			15.00			10.00	7.00	11.70			8.00	15.00	10.60		
	5.00			22.00			17.00	15.00	11.80			14.00	12.00	10.75		
6	5.00	6.00	1.00	39.00	38.67	6.01	18.00	23.00	18.00	16.56	3.17	13.00	17.00	17.00	13.00	2.42
	5.00			30.00			11.00	12.00	11.00			9.00	10.00	10.00		
	6.00			47.00			17.00	18.60	18.00			14.00	15.00	12.00		
	7.00			38.60			17.00	18.30	16.50			15.00	12.00	13.00		
	7.00			38.75			16.00	18.00	16.00			14.00	13.00	11.00		
7	7.00	7.00	0.00	45.00	43.25	3.34	27.00	23.00	23.00	19.75	3.09	18.00	17.00	16.50	16.63	3.31
	7.00			38.00			19.00	17.00	19.00			13.00	13.00	14.00		
	7.00			47.00			16.00	21.00	19.00			25.00	15.00	22.00		
	7.00			43.00			20.40	14.00	18.50			13.00	18.10	16.00		
	7.00			43.25			19.80	20.00	19.60			16.00	17.00	15.80		

ตารางที่ ผ-24 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบขาวแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ลำดับที่	ประปา+ปุ๋ย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	5.00	3.60	0.89	18.00	14.67	2.48	6.50	5.50	3.50	4.41	0.85	7.00	5.00	4.00	4.70	0.75
	3.00			11.00			4.00	4.00	3.70			4.30	5.00	4.00		
	3.00			15.00			5.00	4.00	3.50			5.00	4.00	4.00		
	4.00			14.65			4.40	4.50	3.80			5.00	4.50	4.70		
	3.00			14.70			5.00	5.00	3.70			5.00	4.50	4.50		
2	5.00	5.00	0.00	23.00	23.00	0.71	7.00	7.00	5.50	6.50	0.68	7.50	7.50	6.00	7.00	0.76
	5.00			22.00			6.50	8.00	6.00			8.00	6.50	6.00		
	5.00			24.00			6.50	7.50	6.50			7.00	7.00	7.50		
	5.00			23.00			7.00	6.00	6.00			6.00	8.00	7.00		
	5.00			23.00			6.00	6.00	6.00			8.00	7.00	6.00		
3	5.00	5.00	0.00	40.00	34.33	4.80	8.50	8.50	11.50	6.83	1.80	8.00	5.00	10.00	7.39	1.70
	5.00			36.00			7.00	6.00	4.50			7.00	7.00	5.00		
	5.00			27.00			5.00	6.50	4.00			6.00	10.00	4.50		
	5.00			35.65			7.00	6.80	7.00			8.00	8.50	8.40		
	5.00			33.00			7.00	6.80	6.40			8.00	7.00	8.50		
4	7.00	5.00	1.41	30.00	35.40	6.19	15.00	9.00	9.50	9.70	1.79	17.00	10.00	9.00	9.50	2.65
	4.00			37.00			12.00	9.00	9.00			6.00	9.00	8.50		
	6.00			45.00			11.00	9.50	9.00			10.00	11.00	10.00		
	4.00			30.00			8.00	8.70	9.70			7.50	8.00	11.00		
	4.00			35.00			8.00	9.00	9.10			7.00	7.00	11.50		
5	10.00	9.00	1.00	30.00	38.67	10.63	18.00	20.00	18.00	17.00	2.24	20.00	19.50	16.00	15.17	2.48
	8.00			56.00			18.00	20.00	17.00			14.00	14.00	14.00		
	10.00			30.00			13.00	13.00	16.00			12.00	11.00	17.00		
	8.00			38.00			16.00	15.00	20.00			15.00	14.00	16.00		
	9.00			39.35			17.00	16.00	18.00			16.00	13.00	16.00		
6	13.00	12.00	2.65	51.60	51.60	0.76	20.00	16.00	21.00	20.00	3.32	15.00	16.00	17.00	17.56	3.55
	15.00			52.60			24.00	21.00	25.00			23.00	23.00	23.00		
	8.00			50.60			13.00	16.00	24.00			10.00	14.00	17.00		
	13.00			52.00			22.00	21.00	21.00			18.00	19.00	16.50		
	11.00			51.20			20.00	18.00	18.00			17.00	16.00	18.90		
7	15.00	14.60	3.21	65.25	60.33	3.72	21.00	19.00	25.00	24.90	2.34	14.00	20.00	21.00	20.70	3.20
	15.00			60.90			27.00	24.00	24.80			21.00	20.00	22.80		
	19.00			54.80			27.00	25.00	25.00			26.00	27.00	21.00		
	10.00			60.60			26.00	25.00	24.00			18.00	23.00	20.00		
	14.00			60.10			27.00	28.00	25.70			18.00	20.00	18.70		

ตารางที่ ผ-25 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจียบขาวแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

สัปดาห์	น้ำเสีย															
	ใบ/ ต้น		SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
	x						1	2	3			1	2	3		
1	4.00	4.00	0.00	23.00	23.00	0.71	8.00	8.00	6.00	8.00	1.04	8.00	7.00	7.50	7.50	0.69
	4.00			24.00			8.00	9.00	7.00			9.00	8.00	7.50		
	4.00			23.00			8.00	8.00	6.80			8.20	7.60	7.60		
	4.00			23.00			8.50	7.50	8.00			7.20	6.80	7.40		
	4.00			22.00			7.50	9.80	9.90			6.00	7.00	7.70		
2	4.00	4.00	0.00	25.00	25.00	2.12	10.00	9.00	7.00	8.67	1.02	7.00	9.00	8.00	8.00	0.93
	4.00			28.00			10.00	8.50	8.50			8.00	8.00	8.00		
	4.00			22.00			9.00	9.00	8.00			9.00	9.00	7.00		
	4.00			25.00			9.30	9.00	7.00			8.00	8.00	9.00		
	4.00			25.00			9.00	9.80	7.00			6.00	9.00	7.00		
3	5.00	4.40	0.55	28.00	26.67	3.62	9.00	12.00	11.00	8.89	1.69	9.00	9.00	11.00	8.56	1.29
	4.00			20.80			8.00	11.00	9.00			8.00	9.00	8.50		
	4.00			29.00			5.00	8.00	7.00			8.00	7.60	6.00		
	4.00			29.80			9.00	8.80	8.00			10.00	8.00	7.00		
	5.00			25.75			8.90	9.00	9.60			10.50	8.60	8.20		
4	6.00	6.00	0.00	22.00	29.67	7.11	17.00	12.00	13.00	13.78	1.73	13.00	11.00	13.00	12.67	1.41
	6.00			23.80			13.00	14.00	11.00			13.00	16.00	10.00		
	6.00			39.50			16.00	16.00	12.00			12.00	14.00	12.00		
	6.00			33.15			14.00	13.50	13.00			13.00	11.50	13.00		
	6.00			29.90			15.00	15.00	12.20			12.00	14.00	12.60		
5	6.00	7.40	1.14	27.00	35.50	13.59	20.00	18.00	12.00	18.25	2.69	15.00	15.00	10.80	14.38	1.52
	9.00			27.00			18.00	22.00	17.00			14.00	18.00	14.80		
	8.00			59.00			19.00	18.00	17.80			13.00	15.00	15.00		
	7.00			29.00			19.00	24.00	19.00			15.00	13.00	14.50		
	7.00			35.50			17.00	17.00	16.00			14.00	14.00	14.60		
6	8.00	8.40	0.55	35.00	45.00	10.00	22.00	21.00	23.00	22.33	2.07	16.00	15.00	16.00	17.00	1.81
	9.00			40.00			24.00	27.00	20.00			18.00	18.00	19.00		
	8.00			60.00			24.00	22.00	17.90			19.00	18.00	14.00		
	9.00			50.00			21.00	23.00	22.00			20.00	16.00	17.00		
	8.00			40.00			22.00	24.00	22.00			14.00	18.00	17.00		
7	8.00	8.60	0.55	56.00	59.00	2.00	28.00	24.00	27.00	26.50	1.16	20.00	21.00	20.00	20.33	1.54
	8.00			61.00			27.00	27.00	26.00			23.00	21.00	21.00		
	9.00			60.00			25.00	28.00	26.50			19.00	18.00	22.00		
	9.00			60.00			25.00	28.00	26.50			20.00	19.00	23.00		
	9.00			58.00			26.00	27.00	26.50			20.00	18.00	20.00		

ตารางที่ผ-26 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงประปา

สัปดาห์	ประปา															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.00	5.60	0.89	7.50	9.50	1.50	2.00	1.50	2.00	2.20	0.43	2.50	3.00	3.50	4.30	0.85
	5.00			1.50			2.00	2.20	3.50			4.00	4.20			
	7.00			2.50			2.00	2.50	5.00			5.00	4.50			
	6.00			3.00			2.50	2.80	5.50			4.60	4.80			
	5.00			2.00			2.50	2.00	5.00			4.50	4.90			
3	6.00	6.00	0.00	15.00	15.00	0.71	3.10	3.00	3.00	3.10	0.18	6.00	6.00	6.40	6.00	0.86
	6.00			3.00			3.20	3.50	6.80			5.00	6.00			
	6.00			2.90			2.80	3.30	8.00			7.00	6.00			
	6.00			3.00			3.00	3.20	6.00			6.00	5.00			
	6.00			3.20			3.00	3.30	4.80			6.00	5.00			
4	7.00	7.40	2.07	15.00	18.80	2.68	5.00	3.00	4.00	4.33	0.56	8.00	6.00	7.00	7.20	0.56
	8.00			5.00			4.50	4.50	8.00			7.00	7.00			
	9.00			4.00			4.00	4.50	7.00			7.00	7.00			
	9.00			4.00			5.00	4.50	7.00			8.00	7.00			
	4.00			4.00			5.00	4.00	7.00			8.00	7.00			
5	26.00	10.00	9.06	50.00	39.20	10.45	12.00	5.00	9.00	6.27	2.28	22.00	19.00	22.00	13.00	4.81
	6.00			7.00			8.00	6.00	13.00			14.00	10.00			
	4.00			5.00			4.00	5.00	8.00			7.00	9.00			
	8.00			6.50			8.00	3.50	14.00			15.00	12.00			
	6.00			5.50			6.00	3.50	11.00			11.00	8.00			

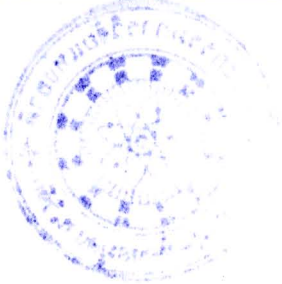
ตารางที่ ผ-27 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

สัปดาห์	ประปา+ปุ๋ย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4.50	4.75	0.50	11.00	10.10	0.89	2.00	1.50	3.00	2.42	0.63	5.00	4.00	5.00	4.42	0.56
	5.00			11.00			2.00	3.00	3.00			5.00	4.00	3.50		
	5.25			10.00			3.00	2.00	2.50			4.00	5.00	3.80		
	5.00			9.50			3.00	1.50	2.00			4.50	5.20	4.30		
	4.00			9.00			2.50	3.50	1.80			5.00	4.00	4.00		
3	5.00	5.00	0.00	24.00	23.83	0.19	7.00	6.50	6.50	5.89	0.63	11.00	9.50	10.00	9.11	1.41
	5.00			24.00			6.50	6.00	5.50			10.00	8.70	6.00		
	5.00			23.55			5.00	5.50	4.50			9.00	10.00	7.00		
	5.00			23.80			6.00	6.00	6.00			9.80	8.00	10.00		
	5.00			23.80			5.80	5.80	5.70			9.60	7.50	10.50		
4	7.00	6.40	0.55	32.50	30.50	2.50	8.50	9.00	6.80	8.29	0.90	15.00	15.50	10.50	13.45	3.70
	6.00			31.00			9.00	9.00	7.50			13.50	13.00	12.50		
	6.00			27.00			8.00	7.50	7.00			12.50	12.00	11.00		
	6.00			29.00			9.00	9.00	7.00			11.00	11.00	9.50		
	7.00			33.00			8.50	9.00	9.50			25.00	15.50	14.30		
5	9.00	7.40	1.14	36.00	49.10	7.59	8.00	10.00	9.00	8.55	1.51	17.00	16.50	15.00	14.20	2.94
	8.00			53.50			8.00	7.00	8.00			18.00	12.00	13.00		
	6.00			51.00			8.50	8.50	10.00			11.00	15.50	18.00		
	7.00			50.00			8.50	6.50	8.00			12.00	12.00	18.00		
	7.00			55.00			6.20	10.00	12.00			10.00	10.00	15.00		



ตารางที่ ผ-28 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

สัปดาห์	น้ำเสีย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	2.00 4.00 3.00 3.00 3.00	3.00	0.71	4.50 3.50 5.00 4.00 3.00	4.00	0.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4.00 5.00 4.00 5.00 5.00	4.60	0.55	7.50 9.00 10.00 7.50 9.00	8.60	1.08	2.40 1.50 1.50 1.00 1.50	2.00 1.60 1.80 1.60 1.60	2.40 2.30 1.40 1.40 1.50	1.70	0.41	3.40 3.00 3.50 3.00 3.20	3.50 3.40 3.00 3.00 3.00	3.50 3.00 3.00 3.20 3.30	3.20	0.21
3	5.00 4.00 7.00	5.20	1.30	19.00 16.00 18.00	18.00	2.12	3.50 3.00 4.50	4.00 4.20 4.60	5.00 4.70 4.00	4.30	0.68	6.00 7.00 9.00	8.00 7.50 7.00	6.00 7.00 8.00	7.80	1.05
	4.00 6.00			21.00 16.00			4.50 6.00	4.50 4.00	4.00 4.00			8.00 9.00	9.20 8.50	7.80 9.00		
4	6.00 6.00 6.00 3.00 5.00	5.20	1.30	26.00 17.00 23.00 20.00 27.00	22.60	4.16	6.50 4.50 6.50 4.50 6.00	5.00 3.50 8.00 4.50 6.00	4.50 4.00 7.00 3.00 4.00	5.17	1.42	10.00 7.00 12.00 9.00 10.00	10.00 5.00 12.00 8.00 9.80	8.50 7.00 9.00 5.00 8.00	8.69	2.11
5	9.00 6.00 5.00 7.00 7.00	6.80	1.48	43.00 42.00 38.00 41.00 45.00	41.80	2.59	9.00 7.00 7.00 4.50 4.00	10.00 6.00 6.50 7.00 6.50	10.00 3.50 4.00 6.50 7.00	6.57	2.03	17.00 13.00 13.00 11.00 9.00	17.00 12.00 13.00 12.00 11.00	17.00 10.00 11.00 12.00 11.00	12.60	2.53



ตารางที่ ผ-29 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงประปา

สัปดาห์	ประปา															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	3.00 4.00 4.00 4.00 5.00	4.00	0.71	8.00 10.00 10.00 8.00 11.00	9.40	1.34	3.00 3.50 3.00 3.00 4.00	2.50 4.00 4.00 3.00 3.00	3.00 3.50 3.50 1.00 2.50	3.10	0.76	5.00 5.00 5.00 5.00 6.00	4.00 6.00 6.00 4.00 5.00	4.00 6.00 4.50 2.00 5.00	4.83	1.06
2	6.00 6.00 6.00 5.00 6.00	5.80	0.45	12.00 13.00 12.00 10.00 14.00	12.20	1.48	5.00 5.00 5.00 4.00 5.00	5.00 4.00 4.00 3.00 6.00	6.00 6.00 4.00 2.50 5.00	4.63	1.04	7.00 7.00 8.00 7.00 8.00	7.00 7.00 6.00 5.00 9.00	7.00 8.00 6.00 4.00 8.00	6.93	1.28
3	8.00 9.00 8.00 9.00 10.00	8.80	0.84	16.00 18.00 17.00 16.00 16.00	16.60	0.89	6.00 7.00 6.00 6.00 7.00	6.00 6.00 7.00 5.50 7.00	5.00 7.00 6.00 6.50 5.00	6.20	0.70	8.00 10.00 9.00 9.00 10.00	9.00 9.00 9.00 10.00 10.00	7.00 10.00 9.00 10.00 8.00	9.13	0.92
4	16.00 9.00 13.00 11.00 8.00	11.40	3.21	13.00 17.00 18.00 18.00 19.00	17.00	2.35	9.00 7.00 7.00 8.00 6.00	10.00 7.00 7.00 8.00 7.00	11.00 7.00 6.00 9.00 7.00	7.73	1.44	12.00 10.00 9.00 11.00 10.00	14.00 9.00 10.00 11.00 10.00	9.00 9.00 9.00 12.00 9.00	10.27	1.49
5	17.00 15.00 15.00 20.00 15.00	16.40	2.19	20.00 17.00 17.00 17.00 17.00	17.60	1.34	8.00 6.50 7.00 8.00 9.00	7.00 7.00 7.00 8.00 9.00	9.00 6.00 9.00 9.00 8.00	7.83	1.03	11.00 10.00 11.00 9.00 12.00	12.00 9.00 12.00 9.00 11.00	10.00 10.00 13.00 14.00 11.00	10.93	1.49

ตารางที่ ผ-30 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

สัปดาห์	ประปา+ปุ๋ย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	6.00	6.00	0.00	9.50	9.50	0.79	4.00	4.00	4.50	4.00	0.63	8.00	9.00	9.45	8.00	0.90
	6.00			10.00			4.00	5.00	4.50			7.00	8.00	9.50		
	6.00			9.00			3.50	5.00	3.00			7.50	7.00	9.00		
	6.00			8.50			3.50	4.00	3.50			8.50	7.50	8.00		
	6.00			10.50			4.00	4.50	3.00			7.50	7.00	7.00		
2	7.00	8.60	1.34	10.00	13.60	2.51	5.00	5.50	5.50	6.60	1.23	8.00	10.00	10.00	9.40	1.31
	10.00			14.00			6.00	5.50	7.00			8.00	8.00	9.00		
	8.00			13.00			6.50	6.50	6.00			8.00	8.50	8.00		
	8.00			14.00			6.00	6.50	7.00			9.50	10.00	12.00		
	10.00			17.00			8.00	9.00	9.00			10.00	11.00	11.00		
3	12.00	13.00	2.24	20.00	20.50	0.84	8.50	9.00	9.50	10.23	1.35	11.00	13.00	13.50	13.23	1.22
	17.00			22.00			10.00	11.00	10.50			14.00	15.00	13.00		
	12.00			20.00			8.50	10.00	9.50			12.50	15.00	15.00		
	12.00			20.50			12.00	12.00	13.00			13.00	12.00	14.00		
	12.00			21.00			9.00	10.00	11.00			12.00	13.50	12.00		

ตารางที่ ผ-31 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

สัปดาห์	น้ำเสีย															
	ใบ/ ต้น	x	SD	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
							1	2	3			1	2	3		
1	6.00	6.40	1.14	10.00	10.20	1.10	3.50	4.00	4.00	3.37	0.48	6.00	6.00	6.00	5.33	0.82
	8.00			3.50			3.50	2.50	5.50			5.50	4.00			
	7.00			4.00			3.50	3.00	7.00			5.00	4.00			
	6.00			3.50			3.00	2.50	6.00			5.00	5.00			
	5.00			3.50			3.50	3.00	5.00			5.50	4.50			
2	9.00	6.60	1.82	18.00	14.80	2.17	7.00	7.00	8.00	6.07	0.96	12.00	11.00	11.00	8.70	1.89
	8.00			6.00			5.50	6.50	10.00			7.00	9.50			
	6.00			5.50			6.00	6.00	8.00			8.00	9.00			
	5.00			6.00			7.00	5.50	8.00			9.00	6.00			
	5.00			5.00			6.00	4.00	8.00			9.00	5.00			
3	10.00	9.80	0.45	20.00	19.50	1.12	7.00	7.00	7.00	7.37	0.48	11.00	12.00	12.00	10.73	0.96
	10.00			8.00			7.00	8.00	11.00			11.00	12.00			
	10.00			7.00			7.00	8.00	10.00			11.00	11.00			
	10.00			7.50			7.00	8.00	9.00			9.00	10.00			
	9.00			8.00			7.00	7.00	11.00			10.00	11.00			

ตารางที่ ผ-32 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของตัวปูแปลงประปา

ลำดับที่	ประปา												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	17.00	9.90	4.07	5.00	3.50	3.00	4.00	0.83	6.00	4.00	4.50	4.65	0.82
	9.00			3.00	3.50	3.50			6.50	5.00	4.50		
	9.00			5.00	4.00	6.00			5.00	5.00	3.30		
	7.50			4.50	4.00	4.20			5.00	4.00	4.00		
	7.00			3.50	3.80	3.50			4.00	4.50	4.50		
4	10.00	10.20	1.30	4.00	4.00	4.00	4.00	0.48	5.00	6.00	5.40	5.10	0.91
	9.00			4.00	3.50	3.50			4.00	5.00	3.80		
	9.00			4.80	4.50	4.50			5.00	6.50	3.80		
	11.00			3.60	3.00	4.00			5.00	5.30	6.00		
	12.00			4.60	4.00	4.00			4.00	6.50	5.20		
5	13.00	14.00	1.46	4.00	3.80	4.00	4.00	0.11	5.00	6.00	5.50	5.50	0.46
	14.00			4.00	3.90	4.20			5.20	6.00	5.30		
	13.50			4.00	3.80	4.00			6.00	6.50	5.40		
	16.50			4.00	4.00	4.10			5.30	5.00	5.50		
	13.00			4.00	4.20	4.00			5.50	4.80	5.50		
6	13.00	14.90	1.75	4.50	5.00	5.50	4.35	0.65	8.00	6.00	10.00	6.65	1.51
	16.50			3.50	3.00	4.80			6.00	6.50	6.00		
	14.00			4.50	3.60	4.80			5.00	7.00	6.00		
	14.00			4.30	4.35	5.00			5.00	8.00	6.80		
	17.00			4.20	4.00	4.20			4.00	7.50	8.00		
7	27.00	24.00	6.48	4.20	5.60	5.00	5.60	0.68	8.00	6.00	10.00	6.75	1.52
	25.00			4.50	6.00	5.20			6.00	6.50	6.00		
	13.00			6.00	5.00	6.00			5.00	7.00	8.00		
	30.00			6.20	6.00	6.00			5.00	8.00	6.50		
	25.00			5.60	6.50	6.20			4.00	7.50	7.80		

ลำดับ	ประปา												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
8	60.00	60.60	2.61	6.00	6.70	6.20	5.56	0.70	7.00	6.00	9.00	6.85	1.35
	60.00			5.50	5.50	5.50			6.20	6.50	7.00		
	65.00			7.00	5.00	5.00			5.20	7.00	7.80		
	60.00			6.00	5.00	5.00			6.00	9.00	6.20		
	58.00			5.00	5.50	4.50			4.00	7.80	8.00		
9	70.00	67.00	3.00	6.00	6.00	5.00	5.74	0.52	7.20	6.90	8.00	7.28	0.89
	68.00			6.50	5.00	5.30			6.50	7.00	7.50		
	68.00			6.50	5.50	6.50			7.00	6.00	9.00		
	67.00			5.60	5.40	6.00			6.20	6.50	7.00		
	62.00			6.00	5.50	5.30			8.40	8.70	7.30		
10	76.00	76.00	12.08	7.00	7.50	6.00	6.80	0.46	10.90	15.00	10.80	11.54	1.53
	58.00			6.50	6.50	6.20			12.00	10.00	12.00		
	78.00			6.50	6.50	7.00			13.00	9.00	11.60		
	76.00			7.00	6.80	6.80			11.00	11.00	11.00		
	92.00			7.50	6.70	7.50			14.00	11.50	10.30		
11	150.00	155.00	3.54	8.50	8.50	11.50	7.17	1.49	10.00	13.00	12.00	12.75	1.65
	160.00			7.00	6.00	6.00			10.00	15.00	12.80		
	155.00			5.00	6.50	6.50			14.00	14.00	12.70		
	155.00			7.00	6.80	7.00			12.70	16.00	13.00		
	155.00			7.00	6.80	7.50			11.00	13.00	12.00		
12	180.00	210.00	26.46	8.00	8.00	8.00	9.83	1.32	13.00	11.00	13.00	14.41	2.16
	200.00			10.00	11.00	11.00			13.00	13.50	15.00		
	250.00			10.00	10.50	11.00			13.00	13.00	14.00		
	220.00			9.00	8.00	10.50			18.00	16.30	16.00		
	200.00			12.00	10.00	10.50			17.00	18.00	12.40		

ตารางที่ ผ-33 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ลำดับ	ประปา+ปุ๋ย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	8.00	8.00	1.41	3.50	2.50	3.00	2.50	0.56	3.00	2.50	3.00	3.00	0.46
	10.00			3.20	3.00	2.50			2.50	3.00	3.10		
	6.00			2.10	3.00	2.30			3.50	3.70	3.00		
	8.00			2.00	2.80	2.00			3.80	3.50	2.80		
	8.00			1.60	2.00	2.00			2.70	2.30	2.60		
3	15.00	13.50	1.22	3.00	3.00	3.00	3.42	0.43	4.50	5.00	5.00	5.00	0.60
	12.00			4.50	3.50	3.50			5.50	5.00	5.00		
	14.00			3.50	3.60	3.70			5.00	4.00	5.50		
	12.50			3.00	3.40	3.30			5.00	4.00	4.50		
	14.00			4.00	3.30	3.00			5.00	6.00	6.00		
4	20.00	18.70	2.44	4.00	3.00	3.50	3.51	0.56	5.50	5.50	4.50	5.00	0.65
	15.50			4.00	3.70	4.00			6.00	5.00	5.50		
	22.00			3.30	3.00	4.50			5.00	4.50	6.20		
	18.00			3.20	3.00	4.00			4.50	4.00	5.00		
	18.00			2.50	3.00	4.00			4.00	4.80	5.00		
5	27.00	21.90	3.58	4.80	4.50	4.00	3.97	0.72	6.00	5.80	6.00	5.90	1.21
	20.50			4.20	4.50	4.00			5.00	6.20	5.00		
	18.00			3.40	3.50	3.20			5.50	5.30	5.20		
	20.00			3.00	2.50	4.00			5.00	4.00	5.50		
	24.00			5.00	4.50	4.50			8.00	8.00	8.00		
6	24.00	24.30	4.35	4.00	4.00	4.70	4.35	0.78	6.00	6.00	6.00	6.40	1.04
	18.00			4.00	3.50	3.00			5.50	5.00	4.50		
	23.50			3.50	4.50	4.50			5.50	6.50	6.30		
	26.00			4.00	5.00	5.50			7.00	7.50	7.00		
	30.00			6.00	4.50	4.50			8.00	7.40	7.80		
7	30.00	30.00	7.07	4.50	5.00	6.00	5.13	0.57	7.00	7.00	7.50	7.33	0.45
	30.00			5.00	6.00	5.00			8.00	8.00	6.50		
	30.00			4.50	5.50	4.70			7.00	7.50	7.00		
	40.00			6.00	4.50	5.20			7.30	7.50	7.30		
	20.00			5.00	4.40	5.60			8.00	6.90	7.50		

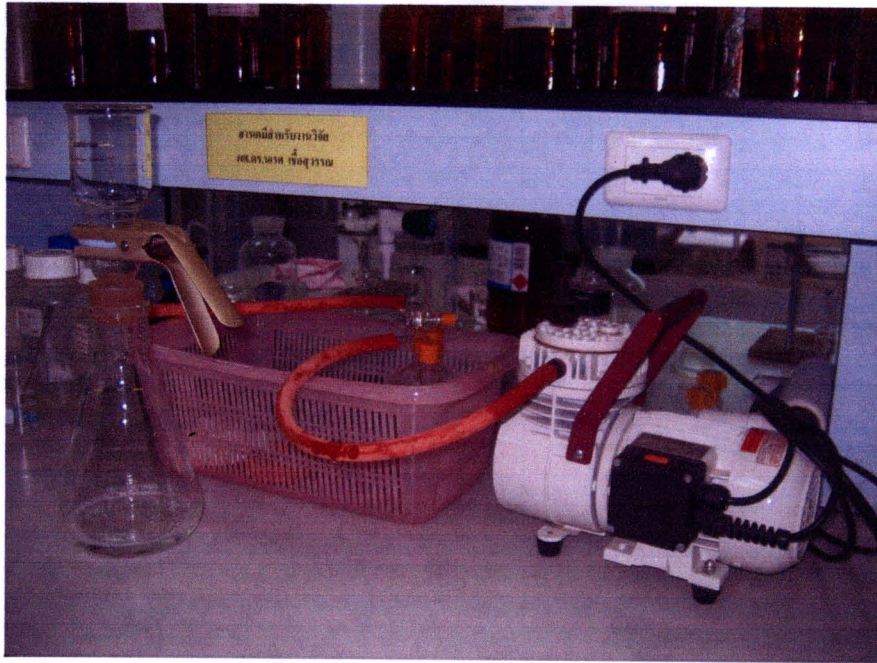
ลำดับ	ประปา+ป๊อ												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
8	60.00	54.00	5.48	6.00	4.80	5.20	5.27	0.42	9.00	8.50	8.60	8.50	0.49
	50.00			5.30	6.00	5.30			9.00	7.60	8.00		
	50.00			5.80	5.50	4.50			8.50	9.00	9.00		
	50.00			5.00	5.30	5.20			7.60	8.50	9.00		
	60.00			5.10	5.00	5.10			8.00	8.60	8.60		
9	55.00	60.00	3.54	4.50	4.50	6.00	6.11	0.92	9.20	8.30	8.60	8.50	0.59
	60.00			7.00	7.00	8.00			8.60	8.00	8.00		
	65.00			5.50	5.50	7.00			8.50	8.00	10.00		
	60.00			6.00	6.00	6.10			7.60	8.50	8.00		
	60.00			6.20	6.30	6.10			9.00	8.60	8.60		
10	145	145.00	9.35	6.50	7.00	8.00	7.17	0.80	7.00	8.00	8.00	9.50	1.54
	150			7.00	8.00	9.00			10.00	9.00	10.00		
	155.00			7.30	7.00	8.00			8.50	8.00	8.40		
	145.00			6.00	7.00	6.80			10.00	9.60	12.00		
	130.00			6.80	7.10	6.00			11.00	12.00	11.00		
11	180	160.00	15.81	7.80	7.00	6.00	7.21	0.71	9.50	9.00	10.00	11.50	1.76
	170.00			7.00	7.00	6.80			11.00	9.00	11.00		
	160.00			8.20	7.50	6.30			12.00	11.00	13.00		
	150.00			7.90	7.50	8.00			13.00	14.00	13.00		
	140.00			7.80	6.00	7.30			14.00	13.00	10.00		
12	190.00	191.67	2.12	10.00	9.00	8.00	8.27	1.22	17.00	17.00	17.00	12.60	2.53
	192.50			9.00	8.00	8.00			13.00	12.00	10.00		
	190.00			5.00	9.00	10.00			13.00	13.00	11.00		
	195.00			8.00	7.00	8.00			11.00	12.00	12.00		
	190.85			9.00	8.00	8.00			9.00	11.00	11.00		

ตารางที่ ผ-34 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว

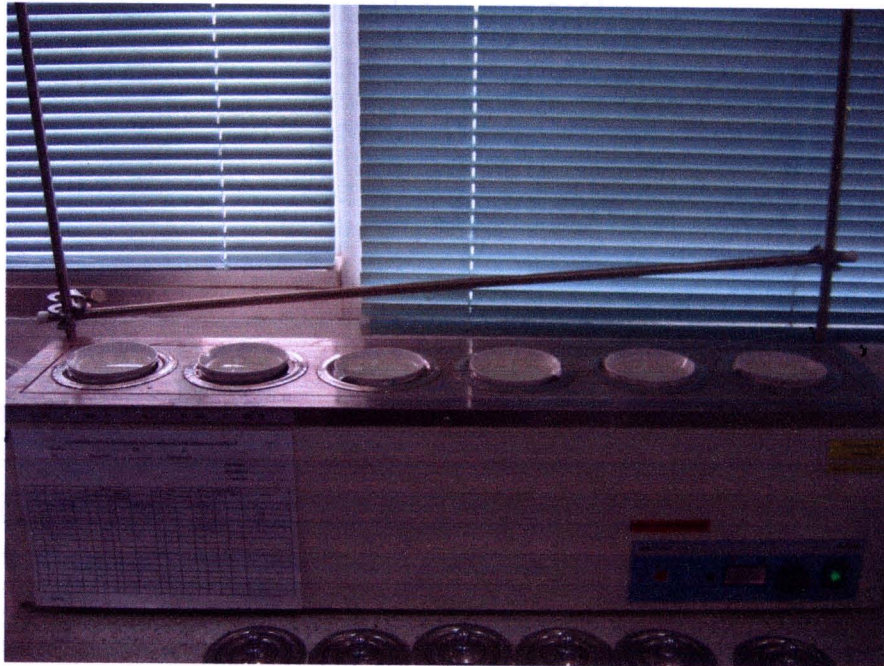
ลำดับที่	น้ำเสีย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
1	10.00	10.03	0.77	2.00	1.50	3.00	2.42	0.63	2.50	2.40	2.60	2.50	0.54
	11.00			2.00	3.00	3.00			2.80	3.00	2.30		
	10.50			3.00	2.00	2.50			3.00	2.40	2.60		
	9.00			3.00	1.50	2.00			1.50	2.00	3.00		
	9.64			2.50	3.50	1.80			1.60	2.30	3.50		
2	15.00	10.40	2.88	3.50	4.00	4.00	3.37	0.48	5.00	5.50	6.00	4.75	0.85
	8.00			3.50	3.50	2.50			4.50	5.80	4.40		
	11.00			4.00	3.50	3.00			5.00	4.00	4.50		
	8.00			3.50	3.00	2.50			4.80	5.00	5.80		
	10.00			3.50	3.50	3.00			3.00	4.50	3.50		
3	16.00	15.80	0.84	3.00	4.00	4.00	3.70	0.41	5.00	6.00	5.00	4.90	0.48
	17.00			4.50	3.50	3.80			5.50	5.00	4.90		
	15.00			3.00	3.50	3.40			4.00	4.30	4.30		
	16.00			4.00	3.70	3.60			5.00	5.00	4.80		
	15.00			4.00	3.50	4.00			5.00	4.70	4.95		
4	16.00	16.00	0.71	3.00	3.00	2.50	3.71	0.98	5.00	4.00	4.00	4.90	0.54
	16.00			3.60	4.00	3.00			6.00	5.50	5.00		
	17.00			5.00	4.50	2.50			5.00	5.00	5.00		
	16.00			5.00	4.50	2.50			5.00	5.00	4.00		
	15.00			4.50	3.00	5.00			5.00	5.00	5.00		
5	19.00	18.00	1.00	4.00	4.00	4.00	3.77	0.78	7.00	5.00	6.00	5.00	0.85
	19.00			3.50	5.00	3.00			4.00	5.00	4.00		
	17.00			3.00	5.00	3.00			5.00	5.00	4.00		
	17.00			4.00	5.00	3.00			6.00	5.00	4.00		
	18.00			3.00	3.00	4.00			5.00	5.00	5.00		
6	28.00	22.40	4.04	4.50	4.00	4.50	3.77	0.75	6.00	6.00	6.00	5.60	0.51
	24.00			3.00	3.00	5.00			6.00	6.00	6.00		
	19.00			3.00	4.00	5.00			5.00	5.00	5.00		
	23.00			3.00	4.00	3.00			6.00	5.00	5.00		
	18.00			4.00	3.00	3.50			6.00	6.00	5.00		
7	24.00	19.40	2.97	3.50	5.00	4.00	4.67	1.10	5.00	6.00	7.00	6.93	1.22
	19.00			4.00	5.00	3.50			7.00	7.00	6.00		
	20.00			5.00	5.00	4.00			9.00	8.00	7.00		
	18.00			4.00	5.00	4.00			7.00	7.00	5.00		
	16.00			7.00	7.00	4.00			8.00	9.00	6.00		

ลำดับค่าห้	น้ำเสีย												
	สูง (ซม.)	x	SD	ความกว้างใบ (ซม.)			x	SD	ความยาวใบ (ซม.)			x	SD
				1	2	3			1	2	3		
8	90.00	69.50	14.43	4.80	5.50	4.00	4.80	0.56	7.20	8.00	6.80	7.20	1.01
	73.00			5.00	5.00	4.00			8.00	5.90	7.00		
	50.00			4.00	5.00	4.00			7.50	7.00	5.00		
	69.50			5.50	5.60	4.80			7.60	9.00	6.00		
	65.00			4.90	4.80	5.10			8.00	7.00	8.00		
9	82.00	89.00	4.00	6.00	5.00	5.50	5.36	0.69	7.00	8.00	8.50	8.50	0.82
	90.00			5.50	5.00	5.30			8.00	8.00	8.50		
	92.00			6.50	5.00	5.30			9.00	8.00	8.50		
	91.00			6.50	5.00	5.30			10.00	9.50	8.50		
	90.00			4.00	4.50	6.00			8.00	10.00	8.00		
10	120.00	115.00	4.12	7.00	6.00	4.00	5.70	0.86	8.00	8.00	8.00	8.67	0.90
	110.00			6.00	6.00	5.50			8.00	8.00	9.00		
	115.00			6.00	6.00	5.00			9.00	9.00	8.00		
	112.00			4.50	4.50	6.00			8.00	10.00	8.00		
	118.00			6.00	7.00	6.00			9.00	11.00	9.00		
11	163.00	152.20	40.86	7.00	5.00	6.00	5.88	0.85	8.00	9.00	8.00	9.00	1.60
	103.00			6.00	5.00	6.00			7.00	8.00	9.00		
	125.00			5.00	5.00	5.70			8.00	6.00	9.00		
	210.00			6.50	6.00	8.00			10.00	12.00	10.00		
	160.00			6.00	5.00	6.00			11.00	11.00	9.00		
12	240.00	260.00	14.58	13.00	13.00	8.00	7.33	2.72	15.00	15.50	10.50	13.45	3.70
	260.00			9.00	5.00	7.00			13.50	13.00	12.50		
	280.00			5.00	8.00	8.00			12.50	12.00	11.00		
	265.00			7.00	5.00	7.00			11.00	11.00	9.50		
	255.00			4.00	6.00	5.00			25.00	15.50	14.30		

ภาคผนวก ข
รูปภาพที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย



รูปที่ ผ-1 เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าของแข็ง



รูปที่ ผ-2 การวิเคราะห์หาค่าของแข็งละลายโดยใช้เครื่องอิงน้ำ



รูปที่ ผ-3 เตาเผาอุณหภูมิสูง



รูปที่ ผ-4 ตัวอย่างพืชหลังจากการเผาที่ 550 °C



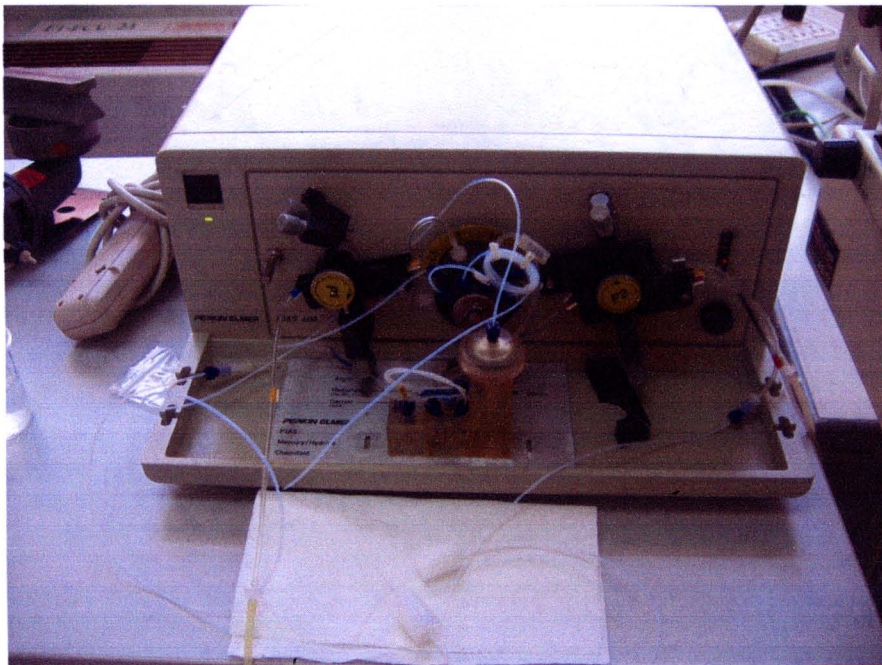
รูปที่ ผ-5 การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสโดยใช้เตาย่อย



รูปที่ ผ-6 การย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยใช้เตาย่อย



รูปที่ ผ-7 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method



รูปที่ ผ-8 อุปกรณ์สำหรับดูดตัวอย่างเข้าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์



รูปที่ ผ-9 การวิเคราะห์หาค่าไขมันและน้ำมัน โดยใช้เครื่องสกัดชอกซ์เลต



รูปที่ ผ-10 ชาวบ้านเยี่ยมชมแปลงเพาะปลูก



รูปที่ ผ-11 ลงพื้นที่ให้ความรู้แก่ชุมชนบ้านละลมหม้อ



รูปที่ ผ-12 ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลชุมชนบ้านละลมหม้อ



รูปที่ ผ-13 ลงพื้นที่ให้ความรู้แก่ชุมชนบ้านลำโรงเหนือ



รูปที่ ผ-14 ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลชุมชนบ้านลำโรงเหนือ

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาว สิริภรณ์ โพธิวิชยานนท์
(ภาษาอังกฤษ) Miss Siraporn Potivichayanon
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1016 00092 26 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-3936 โทรสาร 0-4422-3920 E-mail: siraporn@sut.ac.th,
possil2@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2548 Ph.D. (Biology) International Program, Faculty of Science, Mahidol University
พ.ศ. 2541 วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
Odor treatment, Biodegradation and Bioremediation, Ecological sanitation
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุ
สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย
ในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :
 - เรื่องที่ 1 Removal of hydrogen sulfide by fixed-film bioscrubber
 - เรื่องที่ 2 การย่อยสลายไซยาไนด์ด้วยจุลินทรีย์
 - เรื่องที่ 3 Water management and sanitation in a community
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
 - เรื่องที่ 1 Removal of hydrogen sulfide by fixed-film bioscrubber. (ผู้วิจัยหลัก)
แหล่งทุน Asian Development Bank (ADB)
 - เรื่องที่ 2 Optimization of bioscrubber system for hydrogen sulfide removal. (ผู้ช่วยวิจัย)
แหล่งทุน Asian Development Bank (ADB)
 - เรื่องที่ 3 การประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดของ

ห้องปฏิบัติการ: กรณีการชะแค้นเมียมและตะกั่วจากภาชนะเซรามิก
ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี: ภายได้โครงการการพัฒนากรอบนโยบายการเพิ่ม
ศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เพื่อการเสริมสร้างความเข้มแข็งของ
อุตสาหกรรมของประเทศไทยในการรับรองผลกระทบจากการ
ประกาศใช้ระเบียบว่าด้วยสารเคมี (REACH) ของสหภาพยุโรป (ผู้ร่วม
วิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เรื่องที่ 4 Water management and sanitation in a community (ผู้วิจัยหลัก)

แหล่งทุน ภายได้ความร่วมมือ การแนะนำและปรึกษาของ Swedish International
Development Cooperation Agency (Sida) ในโปรแกรม International
Training Programme (ITP) in Ecological Alternatives in Sanitation โดย
Stockholm Environment Institute (SEI)

งานตีพิมพ์เผยแพร่

Potivichayanon S, Pokethitiyook P, Kruatrachue M. 2006. Hydrogen
sulfide removal by a novel fixed-film bioscrubber system. Process
Biochem 41: 708-715.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :

เรื่องที่ 1 การย่อยสลายไซยาไนด์ด้วยจุลินทรีย์

แหล่งทุน เงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนา นักวิจัยรุ่นใหม่
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถานภาพ เสร็จสิ้นร้อยละ 90

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายนเรศ เชื้อสุวรรณ

Mr.Nares Chuersuwan

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3200700200714

3. ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. สถานที่ทำงาน สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ต.สุรนารี อ.เมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-223-927 โทรสาร 044-223-920 อีเมล nares@sut.ac.th

ที่อยู่ปัจจุบัน 370/114 ซ.สุขุมวิท 50 ถ.สุขุมวิท พระโขนง คลองเตย กทม.

5. ประวัติการศึกษา

2544 Ph.D. (Environmental Sciences), Rutgers University, New Jersey, USA.

2539 M.S. (Environmental Sciences), Rutgers University, New Jersey, USA.

2532 B.Sc. (Sanitary Science), Mahidol University

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

มลพิษของบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

- การศึกษาหาสัดส่วนของแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาด 10 และ 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
- พัฒนารูปร่างความรู้ทางวิชาการด้านคุณภาพอากาศระยะที่ 1
- การประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดของห้องปฏิบัติการ: กรณีการชะเคดเมียมและตะกั่วจากภาชนะเซรามิก ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- Risk assessment of using treated excreta for a small household cultivation: a case from Thailand.

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

- Chuersuwan, N., Nimrat, S., Lekphet, S. Kerdumrai, T. (2008). Levels and major sources of PM-2.5 and PM-10 in Bangkok Metropolitan Region. *Environmental International* (In press).
- Chuersuwan, N., Nimrat, S., Lekphet, S. Kerdumrai, T. (2005). Levels and major sources of PM-2.5 and PM-10 in Bangkok Metropolitan Region. Proceeding from

the Third International Symposium on Air Quality Management in Urban, Regional, and Global Scales, Turkey, 26-30 September, 2005. (สำเร็จ)

- Lekphet, S., Panichayapichet, P., Suwanchoojit, A., Simachaya, W., and Chuersuwan, N. (2004). "Decision support model for integrated water resource management: A case study from the Ta-Chin River, Thailand". Proceedings from the 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Conference, Singapore, July 5-8, 2004. (สำเร็จ)
- Chuersuwan, N. (2003). Spatial distributions of ambient PM-10 and PM-2.5 in Bangkok. 2nd National Environmental Conference, Environmental Engineering Association of Thailand, Khon Khen, January 22-24, 2003. (สำเร็จ)
- Nimrat, S., Thongnoppakun, S., Chuersuwan, N., and Vuthiphandchai, V. (2003). Toxicity and biodegradation of amido black and malachite green by acclimated activated sludge under aerobic and aerobic denitrifying conditions Proceedings Asian Waterqual 2003, IWA-Asia Pacific Regional Conference, Bangkok, October 19-23, 2003. (สำเร็จ)
- Chuersuwan, N., Turpin, B. J., and Pietarinen, C. (2000). Evaluation of time-resolved PM_{2.5} data in urban/suburban areas of New Jersey. *J. Air and Waste Management Association* 50: 1780-1789. (สำเร็จ)
- Chuersuwan, N., and Makekhayai, S. (1999). Evaluation of mercury concentrations from an incinerator, *Burapha University J.* 30: 121-131. (สำเร็จ)

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ:

- พัฒนารูปร่างความรู้ทางวิชาการด้านคุณภาพอากาศระยะที่ 1 (อยู่ระหว่างดำเนินการ – หัวหน้าโครงการ)
- การเสริมสร้างและพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและป่าต้นน้ำ : กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำมูล (อยู่ระหว่างดำเนินการ – หัวหน้าโครงการ)
- ผลกระทบสุขภาพจากอุตสาหกรรม (อยู่ระหว่างดำเนินการ- ร่วมวิจัย)

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนลิน สิทธิธูรณ์

(ภาษาอังกฤษ) Miss Nalin Sidditooton

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 5299-00348 16 8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้

สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

หมายเลขโทรศัพท์ 044-223928 โทรสาร 044-223920 E-mail: pinnalin@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2540 วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2543 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สุขภาพสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Community Health, Food Sanitation, Food Hygiene and Safety

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

งานวิจัยในประเทศ

1. หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “การใช้ดัชนีทดสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ”

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

1. ผู้ร่วมวิจัยเรื่อง “Removal of mercury cadmium and lead by the use of selected microalgal strains”

2. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการการพัฒนาและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสม”

3. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง “การประเมินสารปนเปื้อนในข้าวอินทรีย์เขตอีสานใต้”

(โครงการย่อยในชุด “โครงการวิจัยโครงการพัฒนาการผลิตพืชอินทรีย์ครบวงจรในเขตอีสานใต้”)

4. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการพัฒนาระบบประกันคุณภาพการให้บริการการท่องเที่ยว”

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :

1. โครงการวิจัยเรื่อง “การใช้ดัชนีทดสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ”

แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 70

ประวัติผู้ช่วยโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวรุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์

(ภาษาอังกฤษ) Miss Rujirat Kitleartpornpairoat

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 4097 00127 34 7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-3973 โทรสาร 0-4422-3972 E-mail : rujirata@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545 วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2540 วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยบูรพา

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Water and Waste water Analysis

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพ

ในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละ
ข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น

7.1 งานวิจัยที่ทำสำเร็จแล้ว :

เรื่องที่ 1 การย่อยสลายมาลาไคน์กรีน โดยใช้ Activated sludge (ผู้วิจัยหลัก)

แหล่งทุน Asian Development Bank (ADB)

7.2 งานวิจัยที่กำลังทำ :

เรื่องที่ 1 การย่อยสลายไซยาไนด์ด้วยจุลินทรีย์ (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน เงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวมุกดา เลี้ยงเสรี

(ภาษาอังกฤษ) Miss Mukda Liangsee

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 2 4999 00016 60 5

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยวิจัย

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

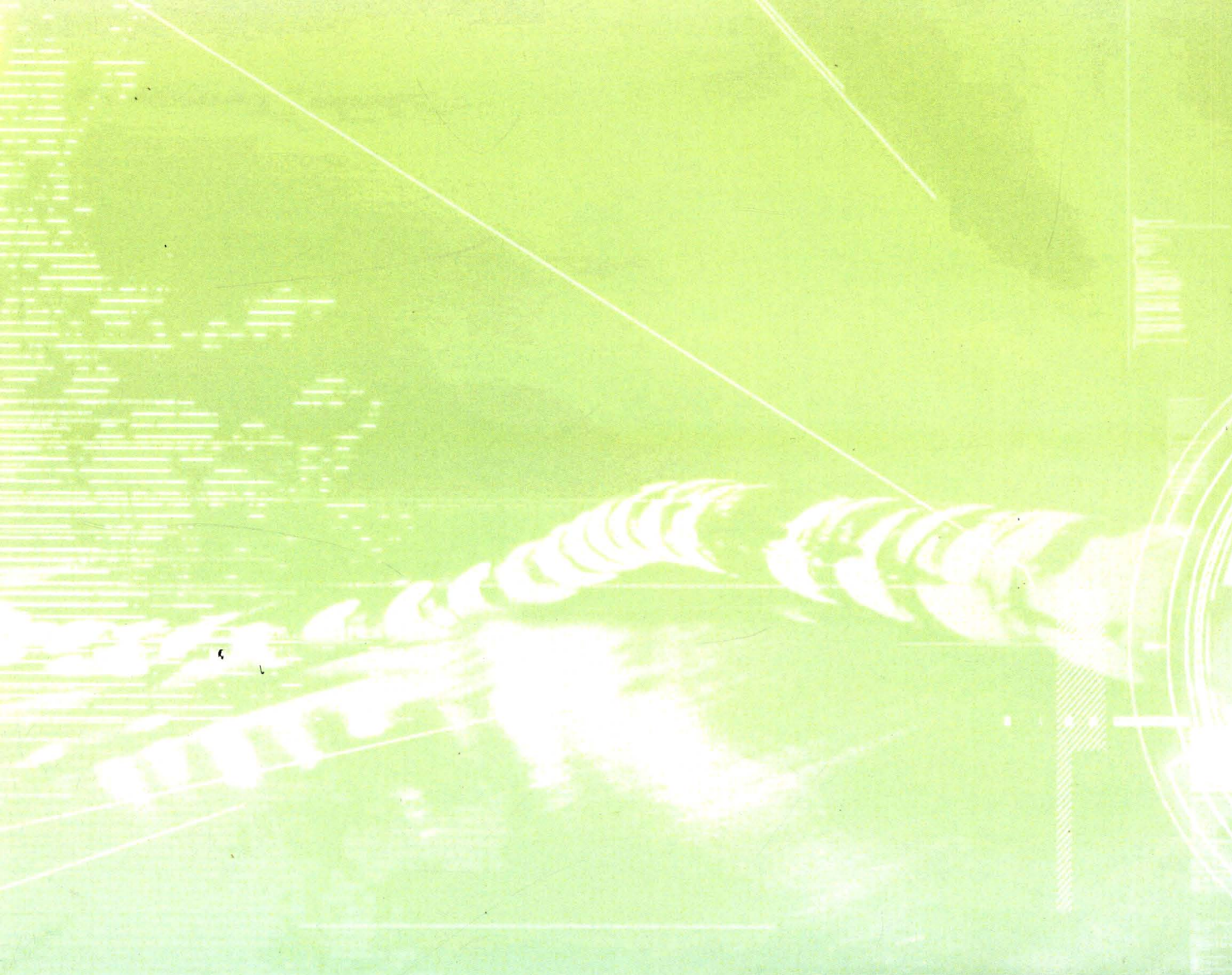
สาขานาณาสังเคราะห์ศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-3970

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551 วท.บ. (อนาณาสังเคราะห์ศาสตร์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เลขที่ 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000