

สุขภัณฑ์คัดแยกปัสสาวะมนุษย์เพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม (Urine separated toilet for agricultural production and environmental protection)

อานัฐ ตันโซ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ราชบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ประเพณีวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, arnat009@yahoo.com

การใช้น้ำปัสสาวะในการปลูกพืชนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่าและปลอดภัยกว่าการนำอุจจาระไปใช้ แต่จะนำปัสสาวะมาใช้ได้อย่างไรนั้น หลายคนคงยังคิดไม่ออกว่าจะจัดการสิ่งขับถ่ายของไทยในปัจจุบันด้วยวิธีใด เพราะอุจจาระและปัสสาวะจะไหลรวมกันอยู่ในถังเก็บใบเดียว การที่จะนำเฉพาะน้ำปัสสาวะไปใช้ก็ต้องมีวิธีการคัดแยกปัสสาวะออกจากอุจจาระเป็นอันดับแรก ทั้งนี้ ร่างกายของมนุษย์ปกติจะผลิตน้ำปัสสาวะและเก็บแยกไว้ต่างหากจากอุจจาระโดยธรรมชาติอยู่แล้ว ทำให้เราสามารถเก็บน้ำปัสสาวะได้โดยง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ยาก เพียงแต่ถ่ายปัสสาวะใส่ในภาชนะแล้วนำไปใช้ (Schonning and Stenstrom, 2004) เช่น ปัสสาวะลงในขวด ถัง หรือภาชนะแยกเก็บไว้ นี่เป็นวิธีการง่าย ๆ ที่ทุกบ้านทำได้สำหรับสุขภาพบุรุษ แต่กับสุขภาพสตรีแล้วคงเป็นเรื่องยาก เทคโนโลยีการผลิตสุขภัณฑ์แบบใช้น้ำน้อยของ เจทวิช (Jet VC) สัญชาติ นอร์เวย์ ซึ่งผลิตใน พ.ศ. ๒๕๕๒ เป็นสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งปั๊มดูดอุจจาระแทนการชำระล้างด้วยน้ำแบบปกติ ระบบนี้จะใช้น้ำเพียง ๑ ลิตร/ครั้ง เท่านั้น (สุขภัณฑ์ทั่วไปใช้ ๘ ลิตร/ครั้ง) หากมีคนใช้ห้องน้ำ ๑๐,๐๐๐ คน/ปี ก็จะสามารถประหยัดน้ำถึง ๑๕๓,๓๐๐ ลูกบาศก์เมตร ลดปริมาณสิ่งปฏิกูลที่ต้องกำจัดลงถึงร้อยละ ๙๐ คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ถึง ๔๕๙,๙๐๐ ยูโร หรือ ๑๘,๘๕๕,๙๐๐ บาท หากสถานธุรกิจเมืองไทยต้องจ่ายค่าน้ำประมาณเท่านี้ในการให้บริการห้องน้ำแก่คน ๑๐,๐๐๐ คน ธุรกิจนั้นคงอยู่ยาก ดังนั้น โกลุสุขภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อให้เหมาะกับสรีระของคนไทยทั้งชายและหญิง และประหยัดน้ำได้ จึงเป็นเรื่องที่ต้องได้รับการพัฒนาและนำไปใช้งานแทนสุขภัณฑ์แบบเดิม เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการลดค่าน้ำ การผลิตปุ๋ยทางเกษตร และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

อุจจาระและปัสสาวะที่คัดแยกได้โดยมากจะนำไปใช้ในการปลูกพืชทางการเกษตร โดยปกติปัสสาวะสามารถคัดแยกและนำมาใช้ได้เลยเพราะปลอดภัยจากเชื้อก่อโรคและไม่มียีนเห็บเห็บนำรังเกียจอย่างอุจจาระ ส่วนอุจจาระจะต้องนำไปผ่านกระบวนการกำจัดเชื้อโรคก่อนใช้ การใช้น้ำปัสสาวะปลูกพืชนั้นมีงานวิจัยหลายโครงการ เช่น โครงการอีโคแซนเรส (Eco San Res) ประเทศสวีเดน ได้รวบรวมปัสสาวะจากอาคารที่พักอาศัยซึ่งเก็บไว้ในถังใต้ดินเป็นเวลา ๖ เดือน แล้วนำไปใช้ในแปลงเกษตร พบว่าได้ผลดี องค์การเทโปสอีโค (Tepos-Eco) ประเทศเม็กซิโก ทดสอบใช้ปัสสาวะที่ตกเก็บได้จากสุขาสาธารณะในเมืองไปใช้ปลูกพืชพวกข้าวโพด ข้าวสาลี

และข้าวโอ๊ต ในแปลงปลูกของเกษตรกรในท้องถิ่น ส่วนองค์การนาซา (NASA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทดลองใช้ปัสสาวะในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งบางแห่งเรียกพีโพนิกส์ (peeponics) โดยใช้น้ำปัสสาวะเจือจางร้อยละ ๐.๕ ปลูกมะเขือเทศเชอรี่ ซึ่งให้ผลผลิตถึง ๒๑๐ ผลต่อต้น และโครงการหมู่บ้านต้นแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือ อีโควิลเลจ (eco-village) ในมุนส์การ์ด (Munksgard) ประเทศเดนมาร์ก ใช้โถสุขภัณฑ์แบบที่สามารถคัดแยกปัสสาวะออกจากอุจจาระ และต่อท่อจากทุกบ้านให้ไหลไปรวมกันในบ่อเก็บรวมหลังหมู่บ้าน แล้วนำปัสสาวะที่ได้ไปใช้ปลูกพืช ซึ่งพบว่าได้ผลดีมาก

การพัฒนาโถสุขภัณฑ์คัดแยกปัสสาวะและอุจจาระที่เหมาะสมกับคนไทย



ภาพที่ ๑ การพัฒนาโถสุขภัณฑ์คัดแยกปัสสาวะและอุจจาระสำหรับใช้ในโครงการร่วมกันระหว่างหน่วยงาน ๔ แห่ง คือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สวทช. กองทุนสิ่งแวดล้อม (สผ.) และบริษัท ชิกม่า เซรามิค จำกัด

ด้านธาตุอาหารพืชในน้ำปัสสาวะ จากการวิเคราะห์พบว่า พืชต้องการธาตุอาหาร ๑๖ ธาตุ โดยที่ ๓ ธาตุพืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก ๑๓ ธาตุนั้น พืชได้จากดินที่พืชเจริญอยู่ แบ่งเป็นธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ธาตุอาหารรอง คือ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) อีกทั้งจุลธาตุ คือ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl) จากการวิเคราะห์น้ำปัสสาวะ มนุษย์พบว่าธาตุอาหารที่สำคัญดังนี้

ไนโตรเจน (N) ร้อยละ ๗๕-๙๐ ถูกขับออกมาในรูปของยูเรีย ส่วนที่เหลือเป็นแอมโมเนียม และ Creatinine (Lentner et al., 1981) ประสิทธิภาพของไนโตรเจนในน้ำปัสสาวะในการปลูกพืชขึ้นใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับ ปุ๋ยเคมียูเรียและปุ๋ยแอมโมเนียม (Kirchman & Peettersson, 1995; Richert Stintzing et al., 2001)

ฟอสฟอรัส (P) ร้อยละ ๙๕-๑๐๐ ในน้ำปัสสาวะเป็นสารอนินทรีย์ ถูกขับถ่ายออกมาในรูปไอออน ฟอสเฟต (Lentner et al., 1981) ไอออนนี้จะเป็นประโยชน์แก่พืชโดยตรง ดังนั้น จึงทำให้มีประสิทธิภาพสูง ในการส่งเสริมการเจริญของพืชเท่ากับปุ๋ยฟอสเฟต (Kirchmann and Pettersson, 1995)

โพแทสเซียม (K) ในน้ำปัสสาวะถูกขับออกมาในรูปไอออน ซึ่งเป็นประโยชน์แก่พืชโดยตรงเพราะมี ลักษณะเช่นเดียวกับปุ๋ยเคมี ดังนั้น การให้ปุ๋ยจึงควรให้ประโยชน์แก่พืชแบบเดียวกัน

ตารางที่ ๑ ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในน้ำปัสสาวะของผู้ใหญ่ ๑ คน

ธาตุอาหาร	ปริมาณ (กรัม)
ยูเรีย (ไนโตรเจน)	๖-๑๘๐
ครีเอไทน์ (ไนโตรเจน)	๐.๓-๐.๘
แอมโมเนีย (ไนโตรเจน)	๐.๔-๑.๐
กรดยูริก (ไนโตรเจน)	๐.๐๐๘-๐.๒
โซเดียม	๒.๐-๔.๐
โพแทสเซียม	๑.๕-๒.๐
แคลเซียม	๐.๑-๐.๓
แมกนีเซียม	๐.๑-๐.๒
คลอไรด์	๔.๐-๘.๐
ฟอสเฟต (ฟอสฟอรัส)	๐.๗-๑.๖
อนินทรีย์ซัลเฟต (ซัลเฟอร์)	๐.๖-๑.๘
อินทรีย์ซัลเฟต (ซัลเฟอร์)	๐.๐๐๖-๐.๒

ที่มา : กองบรรณาธิการ วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ (๒๕๕๐)

ไนโตรเจนที่วิเคราะห์พบในน้ำเสียจากบ้านเรือนนั้น ส่วนใหญ่มาจากน้ำปัสสาวะเนื่องจากปัสสาวะมนุษย์จะมีธาตุไนโตรเจนที่วิเคราะห์พบว่าสูงกว่าร้อยละ ๐.๕-๑ และจากการประเมินการขับถ่ายธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของประชากรในประเทศจีน เกาหลีใต้ ประเทศอินเดีย ประเทศแอฟริกาใต้ และประเทศยูกันดา พบว่ามีการขับถ่ายไนโตรเจนออกมา ๓.๕, ๑.๙, ๒.๓, ๓.๐ และ ๒.๒ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อคนต่อปี และมีการขับถ่ายฟอสฟอรัสออกมาปีละ ๐.๔, ๐.๒, ๐.๓, ๐.๓ และ ๐.๓ กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อคนต่อปี (Jonsson and Vinneras, 2004)

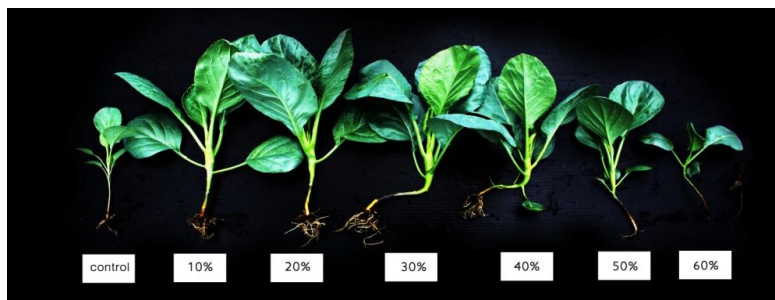
มีผู้ทดลองใช้น้ำปัสสาวะมนุษย์ปลูกพืชในหลายประเทศ ตั้งแต่อดีตจวบจนปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะทดลองใช้น้ำปัสสาวะในการปลูกธัญพืชจำพวกข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ตัวอย่างเช่น ประเทศสวีเดนทดลองใช้น้ำปัสสาวะปลูกข้าวบาร์เลย์ พบว่าให้ผลผลิตสูงร้อยละ ๙๐ เทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมและปุ๋ยไนเตรดปลูก (Johansson et al., 2001; Richert Stintzing et al., 2001; Rodhe et al., 2004) และทดสอบใช้น้ำปัสสาวะมนุษย์ปลูกข้าวสาลีในแปลงเกษตรอินทรีย์ช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิเปรียบเทียบกับมูลไก่แห้งและปุ๋ยที่ผลิตจากเนื้อและกระดูกสัตว์ โดยใช้น้ำปัสสาวะในฤดูใบไม้ผลิอัตรา ๔๐, ๘๐ และ ๑๒๐ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ หรือ ๖.๒๕ ไร่ และใช้น้ำปัสสาวะอัตรา ๗๕๐, ๑,๐๐๐ และ ๑,๕๐๐ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ในฤดูหนาว ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเมื่อใช้น้ำปัสสาวะ ๑๘ กิโลกรัม มูลไก่ ๑๔ กิโลกรัม และปุ๋ยจากเนื้อและกระดูก ๑๐ กิโลกรัม ตามลำดับ (Lundstrom and Linden, 2001)

นอกจากนี้ ยังมีการทดลองใช้น้ำปัสสาวะกับข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกในโรงเรือนและแปลงทดลองในประเทศเยอรมนี ซึ่งก็พบว่าแปลงที่ใช้น้ำปัสสาวะจะให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Simons and Clemens, 2004) และมีการใช้น้ำปัสสาวะทดลองปลูกผักกาดหอมในประเทศเม็กซิโกเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักที่ผสมน้ำปัสสาวะ ในอัตราไนโตรเจนทั้งหมด ๑๕๐ กิโลกรัมต่อพื้นที่ ๑ เฮกตาร์ ผลการทดลองพบว่า น้ำปัสสาวะส่งผลให้ผลผลิตผักกาดหอมมีคุณภาพดีมาก เหมาะมากที่จะใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับปลูกพืช (Hakan et al., 2004)

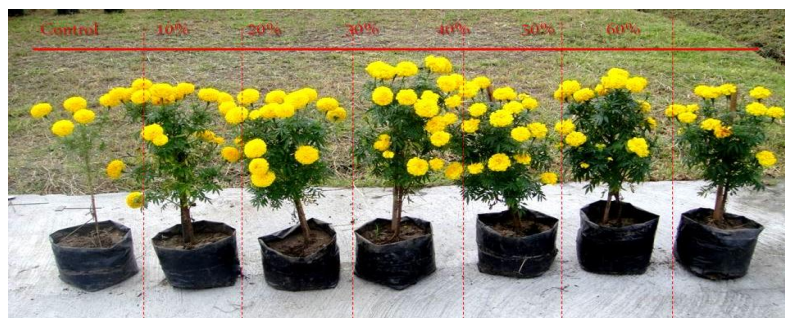
ในประเทศไทยก็มีงานวิจัยการใช้น้ำปัสสาวะปลูกพืชและได้ผลดีเช่นเดียวกัน โดยทดสอบที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน โดยได้รับทุนวิจัยจากโครงการเครือข่าย สวทช. ภาคเหนือ และกองทุนสิ่งแวดล้อม (สผ.) จากการทดสอบในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ผักคะน้า ดอกดาวเรือง มันสำปะหลัง และยางพารา พบว่า การใช้น้ำปัสสาวะที่ความเข้มข้นร้อยละ ๔๐-๖๐ ส่งผลให้พืชเหล่านี้เจริญเติบโต ออกดอก และติดผล ได้ตามปกติ โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยเคมี หากใช้เข้มข้นกว่านี้ต้นพืชจะเหี่ยวตาย หรือใช้น้อยกว่านี้ต้นพืชจะเจริญเติบโตได้ช้าและต้นแกร็น ใบเหลือง นอกจากนี้พบว่า การใช้น้ำปัสสาวะร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา ๑ : ๑ ส่งผลให้ต้นมันสำปะหลังเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ใช้เฉพาะน้ำปัสสาวะหรือเฉพาะปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้น ในอนาคตอันใกล้นี้ การใช้น้ำปัสสาวะแก่กลุ่มพืชอาหารสัตว์ พืชพลังงาน ยางพารา ปาล์ม หรือไม้ไผ่เร็ว น่าจะเป็นทางเลือกในการลดต้นทุนได้



ภาพที่ ๒ การทดสอบความเข้มข้นของการใช้น้ำปัสสาวะมนุษย์ปลูกข้าวโพด



ภาพที่ ๓ การทดสอบความเข้มข้นของการใช้น้ำปัสสาวะมนุษย์ปลูกผักคะน้า



ภาพที่ ๔ การทดสอบความเข้มข้นของการใช้น้ำปัสสาวะมนุษย์ปลูกดอกดาวเรือง

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ. (๒๕๕๐). น้ำปัสสาวะปุ๋ยชั้นดีจากฝีมือมนุษย์ทดแทนปุ๋ยเคมีดีต่อสภาพแวดล้อม. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ, ๑๐ : ๒๗-๓๗.

อานัฐ ตันโช. (๒๕๖๒). คัดแยกอุจจาระและปัสสาวะมนุษย์เพื่อการเกษตรและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน EU. พิมพ์ครั้งที่ ๕. Trio Advertising & Media Co.,Ltd.

Hakan, J., R., S., Anna, V., Bjorn and Eva S. (2004). *Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production. EcoSanRes Publication Series. Report 2004-2. Stockholm Environment Institute. Stockholm, Sweden.* [http:// www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

- Johansson, M., H., Jonsson, C., Hoglund, A. Richert Stintzing and L. Rodhe. (2001). *Urine separation – closing the nutrient cycle. Stockholm Water Company. Stockholm. Sweden.* http://www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/English/Urinsep_eng.pdf.
- Jonsson, H. and B. Vinneras. (2004). Adapting the nutrient content of urine and faeces in different countries using FAO and Swedish data. In: *Ecosan – Closing the loop. Proceedings of the 2nd international symposium on ecological sanitation, incorporating the 1st IWA specialist group conference on sustainable sanitation, 7th-11th April 2003, Lubeck, Germany.* pp. 623–26.
- Kirchmann, H. and S. Pettersson. (1995). Human urine–chemical composition and Fertilizer Efficiency. *Fertilizer Research*, 40, 149–54.
- Richert Stintzing, A., L. Rodhe and H. Akerhielm. (2001). Human urine as fertilizer-plant nutrients, application technique and environmental effects (In Swedish, English summary). JTI-Rapport Lantbruk and Industri 278. *Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering.*
- Rodhe, L., A. Richert Stintzing and S. Steineck. (2004). Ammonia emissions after application of human urine to C soil for barley growth. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 68, 191–98.
- Schonning, C. and T-A. Stenstrom. (2004). Guidelines for the safe use of urine and faeces in ecological sanitation systems. report 2004–1. EcoSanRes Programme. *Stockholm Environment Institute.*
- Simons, J. and J. Clemens. (2004). ‘The use of separated human urine as mineral fertilizer’. In: *Ecosan–Closing the loop. Proceedings of the 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, incorporating the 1st IWA specialist group conference on sustainable sanitation, 7th–11th April 2003, Lubeck.* pp 595–600.