ABSTRACT

Both of chemical and organic fertilisers are often added to land in order to increase the yield of agricultural products. Over dosing of fertiliser always happens where the high intensity of agriculture is encouraged. Generally, the agriculture is acknowledged as a dominant cause of water pollution, especially euthrophication, which is related to the loss of nutrients including of nitrogen and phosphorus. Perhaps the environmentally safe practices in fertiliser application may reduce the loss of fertiliser and water pollution. The mathematical model namely UNSAT is employed to predict the transport of nutrients through soil layer. The nitrogen and phosphorus can be carried by the percolating water. In sand layer, the nitrogen and phosphorus can move as quickly as the infiltration water, because the nutrients can migrate freely without retardation. In soil layer with organic matter enriching, the nitrogen and phosphorus can be retarded by soil organic matter. Manure can more level up the soil organic matter than chemical fertiliser. Since the pH of manure is slightly alkaline, the dissolubility of phosphorus and organic matter is reduced. Thus, nutrients can be stored in soil in a longer period, if manure is applied. Besides, the sustainability on agricultural and minimising the impacts of agriculture on water resource are other key issues, the soil conditioning processes are introduced to decrease the loss of nutrients from soil. Firstly, the oily food waste (OFW) is added to the soil to increase the soil organic matter. The oily food waste is enriched of fat and oil, which are known as organic carbon compounds, but it is hydrophobic material. The OFW cannot directly vanish on soil because it can block the water to penetrate to root of plants. The OFW must be composting to transfer the fat and oil to be soil organic matter prior to apply to land. The microbes are naturally observed when soil is enriched with organic matter. A 5% of OFW is mixed with soil, and composted at 40% of moisture content, for 30 days is a suitable condition for soil microbes to degrade fat and oil to be organic matter. When the soil organic matter is increased, the nitrogen compounds can be effectively retarded onto soil. However, nitrogen compounds released from manure can be more highly stored into OFW conditioned soil than one from chemical fertiliser. The nitrogen compounds are turned to be ammonia-nitrogen, increasing the amount of available nitrogen in soil. Secondly, the alkaline stabilisation is investigated to enhance soil phosphorus adsorptive capacity. The alkaline materials involving of zeolite and dolomite are utilised, since they contain highly content of calcium ions. Almost of available phosphorus are stable at pH of 6-7, in a form of P bound to Ca. The findings suggest that zeolite conditioned soil prefers to pH of 6.5-7, as calcium ion can effectively escape from zeolite, when the pH of system is slightly acidic. When applying the acidic chemical fertiliser, the zeolite can highly recharge the calcium ions to soil, conducting the high P adsorptive

capacity. Both primary and secondary P adsorption processes are obtained by organic matter and calcium ion, respectively, whenever soil is conditioned with zeolite. On the other hand, dolomite conditioned soil prefers to pH of 6. Since dolomite is strongly alkaline material, the acidic pH is suited to dilute the calcium ions. However, the loss of organic matter is also increased, if soil pH is at acid. Applying manure can compromise the loss of soil organic matter. The primary P adsorption process by organic matter plays a significant role in P adsorption onto dolomite stabilised soil. Finally, the alternative solution for enhancing the soil organic matter and P adsorptive capacity is introduced and the biosoil is fabricated by alkaline conditioning biosolids. The biosolids are collected from the wasted sludge port at the domestic wastewater treatment plants. The mixed alkaline materials including of quick lime and fly ash are added to biosolids and maintained the pH at 12 for 72 hour. This process can dewater the biosolids, kill pathogen and reduce an unpleasant odour. Since the biosolids predominantly contain the organic nitrogen compounds, the pH at 12 can slightly affect to the N content in biosolids. The biosoil can provide the highly contents of organic matter and N and P. The pH of biosoil is highly alkaline, it can be effectively store P. The tests confirm that the adsorptive capacity of biosoil is relatively high and almost of P is stored in a form of reactive P, which is available for plant uptaking. This research can bring the benefits to agriculture by reducing the loss of fertiliser and providing sustainable development in agriculture.

Keywords: Adsorption isotherm, Alkaline stabilisation, Breakthrough curves of soil nutrients, Dolomite, Nitrogen, Oily food waste, Phosphorus, Soil organic matter, UNSAT Program, Zeolite.

บทคัดย่อ

ทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์มักใส่ลงในดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การใช้ปุ๋ยที่เกินความจำเป็นสามารถพบได้ในพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกพืชตลอดทั้งปี โดยทั่วไป เกษตรกรรมจัดเป็นสาเหตุของมลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น บางทีการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมก็สามารถบรรเทาการสูญเสียปุ๋ย และปัญหามลพิษทางน้ำ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ UNSAT ได้ใช้เพื่อการคาดการณ์การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในชั้นดิน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจะถูกพาไปด้วยน้ำที่ซึมลงดิน ในชั้นดินทราย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วเท่ากับการเคลื่อนที่ของน้ำที่ซึมลงดิน เนื่องจากธาตุอาหารเหล่านี้เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ปราศจาการหน่วง ในชั้นดินที่อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะถูกหน่วงด้วยอินทรียวัตถุในดิน ปุ๋ยคอกสามารถเพิ่มระดับอินทรียวัตถุในดินได้มากกว่าปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยคอกมีค่าพีเอชเป็นด่างอ่อนๆ จึงลดการละลายของฟอสฟอรัสและอินทรียวัตถุได้ ดังนั้นธาตุอาหารจึงเก็บกักได้นานกว่าหากใช้ปุ๋ยคอก นอกจากนี้ ความยั่งยืนด้านการเกษตร และการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำที่มีสาเหตุมาจากการเกษตรเป็นอีกประเด็นหลัก การปรับคุณภาพดินจึงถูกนำเสนอเพื่อลดการสูญเสียของธาตุอาหารจากดิน อย่างแรก เศษอาหารไขมันถูกนำมาปรับสภาพดินเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุ เศษอาหารไขมันอุดมไปด้วยไขมันและน้ำมัน ซึ่งเป็นแหล่งของสารอินทรีย์คาร์บอน แต่เศษอาหารไขมันจะเป็นสารที่ไม่ชอบน้ำ เศษอาหารไขมันจึงไม่สามารถเติมลงดินได้โดยตรงเพราะอาจขวางกั้นการซึมของน้ำสู่รากพืช เศษอาหารไขมันจะต้องผ่านการหมักเพื่อเปลี่ยน น้ำมันและไขมันเป็นอินทรียวัตถุก่อนที่จะเติมลงสู่ดิน จุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่อยู่ในดินจะพบได้ในดินที่อุดมไปด้วยอินทรียวัตถุ เศษอาหารไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ถูกผสมกับดินแล้วหมักที่ความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วัน เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยสลายไขมันและน้ำมันเป็นอินทรียวัตถุ เมื่ออินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น สารประกอบไนโตรเจนจะถูกหน่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามไนโตรเจนที่มาจากปุ๋ยคอกสามารถดูดซับบนดินปรับสภาพด้วยเศษอาหารไขมันได้ดีกว่าไนโตรเจนที่มาจากปุ๋ยเคมี สารประกอบไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ซึ่งเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่พืชนำไปใช้ได้ในดิน อย่างที่สอง กระบวนการปรับเสถียรอัลคาไลน์ถูกใช้เพื่อการเพิ่มการดูดซับฟอสฟอรัสบนดิน สารอัลคาไลน์จะประกอบด้วย ซีโอไลต์และโดโลไมท์ เนื่องจากสารทั้งสองชนิดมีแคลเซียมอิออนเป็นองค์ประกอบ ฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้ส่วนใหญ่จะเสถียรที่ค่าพีเอช 6-7 และอยู่ในรูปสารประกอบฟอสฟอรัส-แคลเซียม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าดินปรับเสถียรด้วยซีโอไลต์ที่พีเอชเท่ากับ 6.5-7 มีความเหมาะสม เนื่องจากแคลเซียมสามารถหลุดจากซีโอไลต์ได้ดีเมื่อดินเป็นกรดอ่อนๆ เมื่อเติมปุ๋ยเคมีที่เป็นกรด ซีโอไลต์จะเติมแคลเซียมอิออนให้ดิน ทำให้ความจุการดูดซับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น กระบวนการดูดซับฟอสฟอรัสขั้นปฐมภูมิ และทุติยภูมิจะเกิดขึ้นโดยอินทรียวัตถุ และแคลเซียมอิออน ตามลำดับ เมื่อดินถูกปรับสภาพดินซีโอไลต์ ในทางตรงข้าม ดินที่ปรับสภาพด้วยโดโลไมท์จะต้องปรับพีเอชที่ 6 เนื่องจากโดโลไมท์เป็นสารอัลคาไลน์เข้มข้น สภาพพีเอชที่เป็นกรดจึงเหม่ะสมต่อการละลายของแคลเซียมอิออน อย่างไรก็ตามการสูญเสียสารอินทรีย์ในดินจะเพิ่มขึ้น เมื่อดินมีค่าพีเอชที่เป็นกรด การเติมปุ๋ยคอกสามารถชดเชยการสุญเสียอินทรียวัตถุได้ การดูดซับขั้นปฐมภูมิด้วยอินทรียวัตถุมีบทบาทสำคัญในการดูดซับฟอสฟอรัสบนดินปรับ

สภาพด้วยโดโลไมท์ สุดท้าย ทางเลือกสำหรับการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และความจุในการดูดซับฟอสฟอรัส คือการพัฒนาดินชีวภาพด้วยกระบนการปรับสภาพตะกอนจุลินทรีย์ด้วยสารอัลคาไลน์ ตะกอนจุลินทรีย์ได้มาจากส่วนทิ้งตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน สารอัลคาไลน์ที่ใช้จะผสมจากปูนขาว และเถ้าลอย แล้วนำไปผสมกับตะกอนจุลินทรีย์ รักษาค่าพีเอชไว้ที่ 12 เป็นเวลา 72 ชั่วโมง กระบวนการนี้สามารถลดน้ำในตะกอนจุลินทรีย์ ฆ่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และลดกลิ่นเหม็น เนื่องด้วยตะกอนจุลินทรีย์มีสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก การปรับค่าพีเอชที่ 12 จึงส่งผลต่อระดับไนโตรเจนในดินชีวภาพเพียงเล็กน้อย ดินชีวภาพยังคงมีอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงเช่นเดิม ดินชีวภาพมีค่าพีเอชที่เป็นด่างแก่จึงเหมะสมต่อการเก็บกักฟอสฟอรัส การทดสอบยืนยันว่าความจุของการดูดซับของดินชีวภาพค่อนข้างสูง ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเก็บกักในรูปของฟอสฟอรัสที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งสามารถนำไปใช้โดยพืชได้ งานวิจัยนี้จึงสร้างประโยชน์ต่อการเกษตรในแง่ของการลดการสูญเสียปุ๋ย และก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านการเกษตร

คำสำคัญ: ไอโซเทอมการดูดซับ, การปรับเสถียรอัลคาไลน์, เส้นโค้งเบรคทรูของธาตุอาหารในดิน, โดโลไมท์, ไนโตรเจน, เศษอาหารไขมัน, ฟอสฟอรัส, อินทรียวัตถุในดิน, โปรแกรมคำนวณ UNSAT, ซีโอไลต์