บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการและแนวคิดพื้นฐาน

การที่จะนำเอากากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต้องอาศัยกระบวนการผลิตที่จะทำให้กากตะกอนสามารถขึ้นรูปได้ โดยต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติการใช้งานของผลิตภัณฑ์และกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่นการขึ้นรูป การเผา เป็นต้น กระบวนการผลิต เม็ดดินเผา ต้องอาศัยส่วนผสมหลักคือ ดินเหนียว และน้ำ โดยในแต่ละพื้นที่แต่ละภูมิภาคจะมีการใช้ส่วนผสม และอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่ความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน

แนวคิดในนำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเม็ดดินเผาสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในกากตะกอนประกอบไปด้วยธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกันซึ่งธาตุบางชนิดเช่นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซี่ยม ซึ่งจะมีผลในการปรับปรุงคุณภาพของเม็ดดินเผาเนื่องจากแร่ธาตุที่อยู่ในกากตะกอนมีคุณสมบัติเป็นธาตุที่พืชต้องการ นอกจากนั้นกากตะกอนยังทำให้วัสดุ มีความพรุนตัวและเบา ดังนั้นการนำกากตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้งานกับผลิตภัณฑ์สำหรับปลูกพืชเม็ดดินเผาดินเผาจึงมีประโยชน์ 2 ส่วนคือการนำของเสียคือกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมกลับมาใช้ใหม่และการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชเม็ดดินเผาให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมทุกขั้นตอนตั้งแต่การล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การล้างวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรกล ตลอดจนการทำ ความสะอาดโรงงาน ลักษณะของน้ำเสียประเภทนี้จะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบกระบวนการผลิต รวมทั้งระบบควบคุมและบำรุงรักษา องค์ประกอบของน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปสารอินทรีย์ (Organic Matters) สารอนินทรีย์ (Inorganic Matters)อาทิ สารเคมี โลหะหนัก เป็นต้น

ลักษณะของน้ำเสีย มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1 สารอินทรีย์ หมายถึง สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต ทั้งสัตว์และพืช มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน-คาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย ตัวอย่างของสารอินทรีย์ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen

Demand-BOD)

2 สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อาจจะไม่ทำ ให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอนินทรีย์ที่จำ เป็นต้องได้รับการบำ บัดในกระบวนการบำ บัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นต้น

3 โลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร จนเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำ จัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำ หรับในเขตชุมชนอาจมีสารพิษ มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ เป็นต้น

4 ไขมัน น้ำมันและกรีส (Fat Oil and Grease) สารประกอบนี้เกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้งจนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งยังไม่มีกรรมวิธีการเก็บรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้สำ หรับการขนส่งและการกำ จัดอย่างถูกวิธี ส่วนน้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่าง ๆจำ เป็นต้องมีการสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำ จัดไขมันในเบื้องต้นก่อน

5 ความร้อน ทำ ให้เกิดการแบ่งชั้น (Strastification) ของน้ำจะเร่งปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ ทำ ให้เกิดสภาพเน่าเหม็นขึ้นได้ อุณหภูมิของน้ำ
ที่เหมาะสม สำ หรับในกระบวนการบำบัดน้ำเสียควรอยู่ประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส ความร้อนของ
น้ำเสียทำ ให้จุลินทรีย์บางชนิดในถังย่อยสลายตายหรือเจริญเติบโตช้าลง และมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้ ความร้อนของน้ำเสียเกิดจาก Condenser Boiler และขบวนการทำ ความร้อน
อื่น ๆ ดังนั้นจึงควรปรับอุณหภูมิของน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัด

6 ของแข็ง (Solids) หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำ
และทำ ให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การตรวจวัดหาค่าของแข็งนี้ทำ ทั้งในน้ำดิบที่นำ มาทำ น้ำประปา น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และจากแหล่งอื่น
ๆ ดังนั้นการตรวจวัดค่าของแข็งจึงมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำ ไปใช้

7 สีและความขุ่น เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในน้ำ

8 กรดและด่าง (pH) การอ่านค่าความเป็นกรด-ด่างมีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยสารละลายที่มีค่าpH ต่ำกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกรด เท่ากับ 7 เรียกว่าสารละลายเป็นกลาง (Neutral Solution) สูงกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นด่าง น้ำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีค่า pHใกล้เคียง หรือเท่ากับ 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่า pH ของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9

9 จุลินทรีย์ (Microorganism) โดยทั่วไปสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ Eucaryotes, Eubacteria และ Archaebacteria โดยสองกลุ่มหลังนี้มักจะเรียกรวมกันว่ากลุ่ม Procaryotic ซึ่งมีแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบและมีบทบาทสำ คัญต่อการบำ บัดน้ำเสีย ส่วนจุลินทรีย์ในกลุ่ม Eucaryotes ที่มีบทบาทสำ คัญต่อการบำ บัดน้ำเสียได้แก่ รา (Fungi) โปรโตซัว (Protozoa) Rotifers และสาหร่าย (Algae)

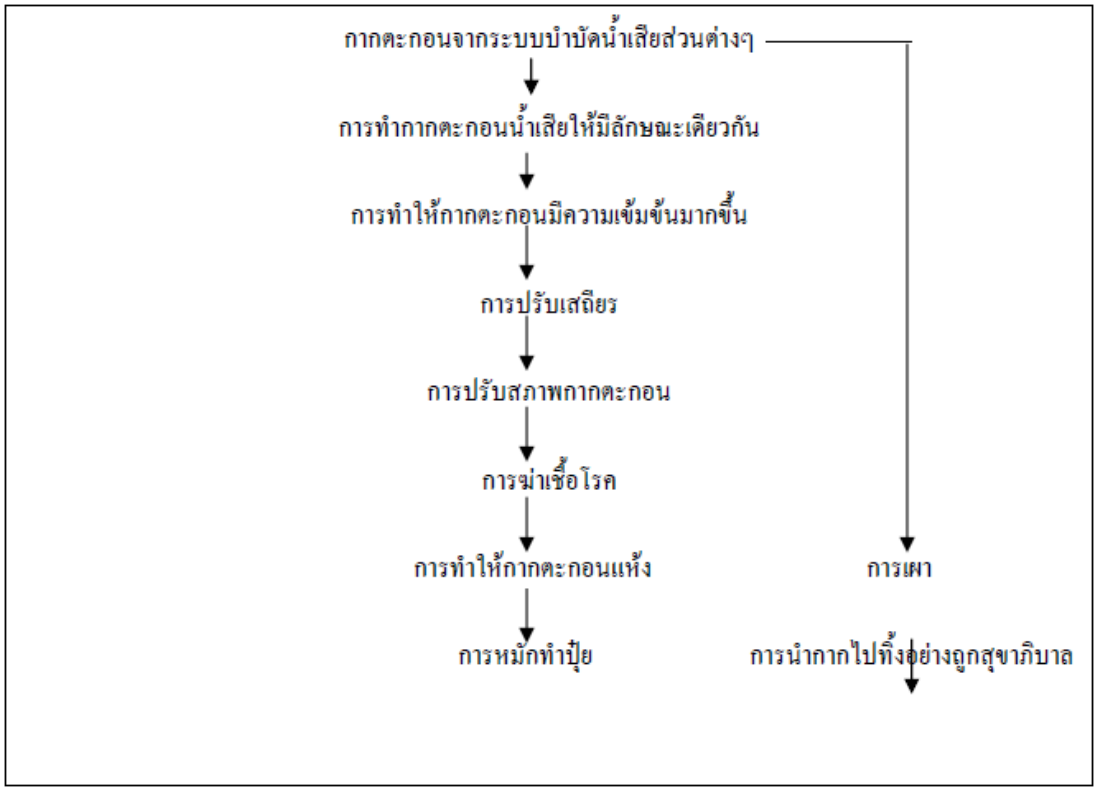
น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จะเป็นสารประเภทใดขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่ใช้ ถ้าเป็นอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ และการบำบัดน้ำเสียจะใช้การบำบัดแบบชีววิทยาโดยใช้จุลินทรีย์ในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นเซลล์ใหม่ สุดท้ายจะได้กากตะกอนออกมาเป็นจำนวนมาก กากตะกอนที่เกิดขึ้นสามารถนำ ไปกำ จัดโดยการถมที่ หรือ สามารถนำ ไปหมักทำ เป็นปุ๋ยได้

สำหรับอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารอนินทรีย์เป็นส่วนประกอบในการผลิต เช่น อุตสากรรมกระดาษอุตสาหกรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมฟอกย้อม-สิ่งทอ และอุตสาหกรรมชุบโลหะ เหล่านี้เป็นต้น ก่อนที่จะนำ น้ำเสียไปทำ การบำบัดแบบชีววิทยาในขั้นสุดท้ายต้องมีการกำ จัดสารอนินทรีย์ที่เป็นพิษออกไปก่อน เช่น กรด ด่าง สารเคมี โลหะหนัก เพื่อว่ากากตะกอนที่ได้จากการบำบัดแบบชีววิทยาสามารถที่จะนำ ไปใช้ประโยชน์ได้

กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ในการกำจัดน้ำทิ้งโดยทั่วไปมักมีตะกอน (sludge) เกิดขึ้นด้วยเสมอ ตะกอนที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น ตะกอนที่เกิดจากการกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานชุบโลหะและตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ ได้แก่ ตะกอนที่เกิดจากการกำจัดน้ำทิ้งด้วยทางชีววิทยา เช่นระบบ AS(Activated Sludge) ตะกอนเหล่านี้มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่มาก จึงต้องนำไปกำจัดด้วยวิธีกรรมต่างๆ ระบบกำจัดตะกอนเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบบำบัดน้ำทิ้ง

กากตะกอนน้ำเสียที่ได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียทั้งจากกระบวนการทางกายภาพ ทางชีวภาพ ทางเคมีและทางกายภาพ-เคมี จำเป็นต้องทำการบำบัดก่อน ก่อนที่จะนำไปกำจัดทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกต่อไป รูปแบบการจัดการกากตะกอนตั้งแต่ต้นจนถึงเสร็จสิ้นกระบวนการได้แสดงเป็นลำดับขั้นตอนโดยอาจไม่ได้ใช้ทุกกระบวนการก็ได้ ดังแผนรูป



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการจัดการกากตะกอน
ที่มา: นิสา พักตร์วิไล, 2546มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge) และการเกิดตะกอนลอย (Rising Sludge)

ตะกอนไม่จมตัว (bulking sludge) เกิดจากสภาวะที่มีจุลินทรีย์จำพวกเส้นใย (filamentous organism) มากเกินไป โดยจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศไม่จับตัวกันเป็นฟล็อค (floc) เมื่อไหลไปยังถังตกตะกอนจะพบว่าตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้จะลอยขึ้นมาคล้ายลูกคลื่นเป็นชั้นตลอดทั่วทั้งถังตกตะกอน

การควบคุมจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเติมคลอรีนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในตะกอนจุลินทรีย์ที่สูบกลับ (return sludge), การป้องกันการเกิดจุลินทรีย์เส้นใยในระบบนั้นต้องควบคุมให้ระบบมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ได้แก่ การควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศไม่ให้น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และการเติมสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่พอเหมาะ การควบคุมพีเอชไม่ให้ต่ำกว่า 6.5 เป็นต้น

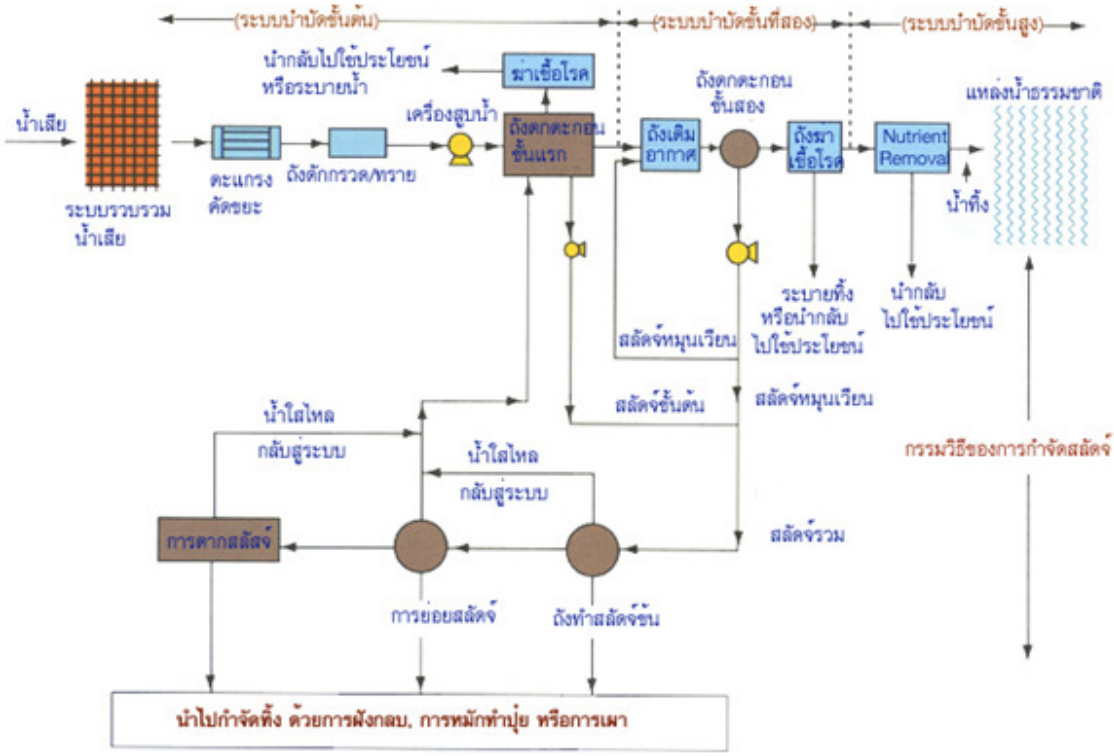
ตะกอนลอย (rising sludge) เกิดจากสภาวะดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไนไตรท์ และไนเตรท เป็นก๊าซไนโตรเจน โดยก๊าซไนโตรเจนจะสะสมตัวอยู่ใต้ชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจนมากพอที่จะดันให้ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านั้นลอยขึ้นมาเป็นก้อนใหญ่ ๆ

เมื่อลอยขึ้นมาจนถึงผิวน้ำแล้วจะแตกกระจายออกเป็นแผ่นมองเห็นฟองก๊าซเล็ก ๆ ลอยขึ้นมากับตะกอน

การแก้ปัญหาตะกอนลอย ได้แก่ การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจากถังตกตะกอนเพื่อลดระยะเวลาเก็บกักตะกอนในถังตกตะกอน หรือลดอายุสลัดจ์ (sludge Age) โดยการเพิ่มอัตราการระบายตะกอนส่วนเกิน (excess Sludge) ทิ้ง

การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอก จากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบการกำจัดกากตะกอนน้ำเสีย

1.การทำข้น (Thickener) โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

2. การทำให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือใช้กระบวนการไร้อากาศ เพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัวสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น

3. การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) เพื่อทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

4. การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (sludge drying bed)

การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal)

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็นและมีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้วในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

การฝังกลบ (Landfill): เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับอีก ชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting): เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

การเผา (Incineration): เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ตั้งแต่ร้อยละ 40 ของของแข็งขึ้นไป) มาเผา เพราะเนื่องจากไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้

กากตะกอนน้ำเสียชุมชนมีองค์ประกอบของธาตุอาหารและอินทรียสารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช กากตะกอนสามารถให้ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช แต่จะมี ปริมาณโพแทสเซียม (K) น้อย อินทรีย์สารที่อยู่ในกากตะกอนจะมี

ปริมาณใกล้เคียงกับในดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืช ในการนำกากตะกอนน้ำเสียชุมชนมาใช้ในการเกษตรมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ กลิ่น ลักษณะ ตะกอน จุลินทรีย์ก่อโรค ความเหมาะสมของพื้นที่และดิน ความเป็นพิษของสารอินทรีย์ในกากตะกอน เกลือและ โลหะหนัก (Jacobs, 1981)

กากตะกอน 3 ชนิด ได้แก่ กากตะกอนที่ไม่ได้ย่อยสลาย กากตะกอนที่ย่อยสลายแล้ว และปุ๋ยหมักที่ผลิตจากกากตะกอน

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

พารามิเตอร์	กากตะกอนที่ไม่ได้ย่อยสลาย	กากตะกอนที่ย่อยสลายแล้ว	ปุ๋ยหมักที่ผลิต จากกากตะกอน	มาตรฐานปุ๋ย อินทรีย์
ค่าพีเอช	6.97	7.08	8.12	-
ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนส์ต่อ	1.89	2.06	1.49	≤ 10
เมตร)	75.41	72.50	54.35	≤ 30
ความชื้น(%)	30.09	26.20	24.97	≥ 20
อินทรียวัตถุ (%)	17.45	15.20	14.48	-
อินทรียคาร์บอน (%)	4.53	4.28	5.89	≤ 20
คาร์บอนต่อไนโตรเจน				

* มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร 2551

กรมวิชาการเกษตร 2551[Online]. Available:

http://www.en.mahidol.ac.th/journal/20092_fp/03usanee.pdf

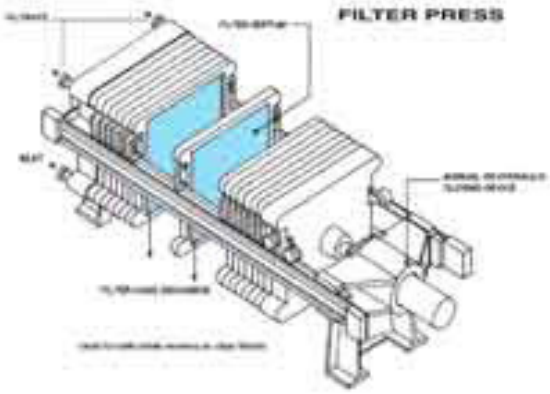
การกำจัดกากตะกอนในการบำบัดน้ำเสีย

การกำจัดกากตะกอนเพื่อลดปริมาตรและปริมาณของสารอินทรีย์ให้มีความเข้มข้นน้อยลง เป็นการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของของแข็งให้มีมากขึ้น เพื่อที่ให้กากตะกอนสามารถรักษารูปทรงไว้ได้สะดวกในการขนย้าย หรือการนำไปเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซชีวภาพ วิธีลดปริมาตรด้วยการลดปริมาณน้ำในกากตะกอนทำได้หลายวิธี คือ

1. ลานตากตะกอนฐานทราย (Sand Drying Bed)
2. ระบบรีดด้วยความดัน (Filter Press)
3. การรีดด้วยสายพาน (Belt Fiter Press)

ภาพที่2.3 แสดงลานตากตะกอนฐานทราย (Sand Drying Bed)

การนำกากตะกอนมาตากแดดบนฐานทราย เป็นการลดปริมาณน้ำที่มีอยู่ในกากตะกอนด้วยวิธีง่ายๆ โดยอาศัยแดด ลม และการซึมผ่านวัสดุกรองทรายที่เตรียมไว้ เป็นการลดน้ำที่ดีวิธีหนึ่งกากตะกอนจะถูกสูบมาตากบนฐานทรายที่เตรียมไว้ ให้มีความหนาประมาณ 10-20 เซนติเมตร น้ำจะซึมผ่านชั้นทรายซึ่งหนาประมาณ 10-25 เซนติเมตรลงมายังชั้นกรวดที่หนาประมาณ 20-45 เซนติเมตร และผ่านเข้ามายังท่อระบายน้ำ ส่วนหนึ่งจะระเหยไปด้วยลมและความร้อน กำหนดให้ตะกอนตากแห้งให้วันเดียว ตะกอนที่ตากแห้งแล้วจะมีของแข็งมากกว่า 30% สามารถตักใส่รถขนย้ายได้ง่าย การตากตะกอนบนฐานทรายนี้จะมีปัญหาในฤดูฝน จึงอาจต้องมีหลังคากั้น (เลื่อนได้) กากตะกอนจะแห้งช้าลง จึงควรลดความหนาให้น้อยลง วิธีนี้จะใช้พื้นที่มาก แต่ไม่ต้องใช้เครื่องจักรดูแลควบคุมง่าย วิธีนี้มีราคาถูกหากที่ดินบริเวณนั้นมีราคาไม่สูง



ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องรีดด้วยความดัน

ระบบนี้จะต้องใช้เครื่องมือในการรีดเอาน้ำออก เครื่องรีดจะประกอบด้วยแผ่นเหล็กหลายๆ แผ่นประกบกันอยู่บนโครง โดยมีผ้ากรองหนาแทรกอยู่ระหว่างแผ่นเหล็ก ตัวแผ่นเหล็กจะเจาะรูขนาดเล็กเป็นจำนวนมากเพื่อให้น้ำไหลออก กากตะกอนที่จะป้อนเข้าเครื่องรีดจะต้องผสมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม ปูนขาว เกลือเหล็ก และโพลิเมอร์ เป็นต้น ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ โดยมีค่าพีเอชไม่เกิน 10 แล้วสูบเข้าเครื่องรีดตรงกลางโครงแผ่นเหล็กจนเต็ม แผ่นเหล็กจะถูกแรงดันอัดเข้าหากันด้วยระบบไฮโดรลิก รีดน้ำให้ผ่านผ้ากรองและรูเล็กๆ ที่เจาะเอาไว้ ส่วนเนื้อกากตะกอนจะติดอยู่ภายในเมื่ออุดตันแรงดันจะสูงขึ้นจนถึงจุดที่ตะกอนแห้งเครื่องจึงหยุดทำงานและคลายแผ่นเหล็กออก กวาดเอากากตะกอนที่ติดอยู่ออกมา แล้วจึงล้างผ้ากรองบรรจุผ้ากรองกลับเข้าไปใหม่เพื่อทำการกรองครั้งต่อไป การทำงานจะทำเป็นช่วงๆ ในแต่ละช่วงจะใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ตะกอนที่กวาดออกมาจะมีของแข็งประมาณร้อยละ 30-35 ตะกอนที่แห้งขนย้ายได้สะดวก หรือจะนำไปตากหรืออบแห้งเก็บไว้บำรุงต้นไม้ต่อไปการรีดน้ำออกดด้วยวิธีนี้จะแพงกว่าวิธีการนำกากตะกอนมาตากแดดบนฐานทราย เพราะต้องใช้เครื่องมือและผู้ควบคุมที่มีความรู้ และยังต้องใช้สารเคมีอีกด้วย อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ยังเป็นที่นิยมกัน เพราะใช้พื้นที่น้อย ประสิทธิภาพการลดปริมาณน้ำสูง น้ำที่รีดออกมาสะอาดพอที่จะนำไปรดต้นไม้ได้

ภาพที่ 2.5 แสดงการรีดด้วยสายพาน (Belt Filter Press)

ระบบนี้จะใช้เครื่องรีดด้วยสายพาน เครื่องรีดจะประกอบด้วยลูกกลิ้งเป็นจำนวนมากกับสายพานกรองสองชุดกากตะกอนที่ผสมกับสารเคมีแล้วจะถูกระบายลงบนสายพานกรอง น้ำบางส่วนจะไหลลงผ่าผ้ากรองโดยแรงโน้มถ่วง เมื่อสายพานเคลื่อนผ่านลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะรีดเอาน้ำออก ส่วน

เนื้อตะกอนจะติดอยู่ที่สายพานกรอง แล้วจะถูกมีดปาดให้หลุดออกมา สายพานกรองจะถูกทำความสะอาด โดยการฉีดน้ำย้อนกลับ และสายพานจะหมุนกลับไปรับกากตะกอนใหม่ ทำอย่างนี้เรื่อยไปจนหมดกากตะกอนที่เตรียมไว้ กากตะกอนที่ถูกมีดปาดลงมาจะมีของแข็งสูงประมาณร้อยละ 20-35 แห้งมากพอที่จะทำการขนย้ายไปได้ง่าย วิธีนี้สะดวกกว่าวิธีรีดด้วยความดัน จึงเป็นที่นิยมกันมากกว่า

ข้อดีของการรีดเอาน้ำออก

- การรีดเอาน้ำออกเป็นการลดปริมาตรของกากตะกอน และเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของของแข็ง ทำให้กากตะกอนแห้ง ขนถ่ายได้สะดวก
- สามารนำกากตะกอนไปอบแห้ง ทำปุ๋ย หรือนำไปถมดิน หรือเผาได้ง่ายขึ้น
- การรีดเอาน้ำออกทำให้แบคทีเรียตายหรือไม่ทำงาน มีกลิ่นน้อยลง

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อดีข้อเสียของระบบ

	Sand Drying Bed	Filter Press	Belt Filter Press
ลักษณะตะกอน	ความชื้นปานกลาง	ความชื้นต่ำ	ความชื้นต่ำ
การควบคุมระบบ	ง่าย	ปานกลาง	ปานกลาง
พื้นที่ที่ใช้	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ความสามารถในการแยกตะกอนจากน้ำ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
การใช้งาน	ไม่ต่อเนื่อง	ไม่ต่อเนื่อง	แบบต่อเนื่อง
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง

ข้อควรระวัง

หากนำกากตะกอนที่รีดเอาน้ำออกแล้วไปถมที่ จะต้องให้ไกลจากแหล่งน้ำผิวดิน ไม่ตรงกับจุดที่น้ำไหลลงชั้นบาดาล หรือบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย หากมีความจำเป็นที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ควรปูพื้นด้วยดินเหนียวกันซึม หรือยางสังเคราะห์ซึ่งจะทำให้ต้องต้องลงทุนสูง

ที่มาของข้อมูล : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

คุณสมบัติของกากตะกอนน้ำเสีย

กากตะกอนน้ำเสียมีคุณสมบัติทางด้านกายภาพและทางด้านเชื้อเพลิง ซึ่งสุริยา ชัยเดชทยากุล (สุริยา 2547) ได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของกากตะกอนน้ำเสียโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ พบว่ากากตะกอนทั่วไป 50-100 mesh ซึ่งขนาดที่มีมากที่สุดคือ 100 mesh (คิดเป็น 80% ของกากตะกอนทั้งหมด) ปริมาตรจำเพาะ 1,093 cm3/kg ลักษณะทั่วไปเกาะตัวเป็นแผ่นขนาด 20 x 50 x 5 mmมีสีน้ำตาลเข้ม และกลิ่นค่อนข้างเหม็น สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง พบว่ามีปริมาณความชื้น 78% ถ่านคงตัว 8.3% สารระเหย 10.3% เถ้า 36.9% กำมะถัน 0.23% และค่าความร้อน 2,832 Kcal/kgจากคุณสมบัติของกากตะกอนน้ำเสียทางด้านเชื้อเพลิง พบว่า กากตะกอนยังมีค่าความร้อนซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานได้ แต่ทั้งนี้ อาจจะต้องเพิ่มวัสดุอื่นๆ ที่ช่วยเพิ่มความร้อนเพื่อนำไปอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ทดแทนเชื้อเพลิงในปัจจุบันได้ โดยวัสดุที่จะต้องใช้ในการผสมดังกล่าว ควรเป็นวัสดุที่หาง่าย อาจเป็นวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งอาจต้องกำจัดทิ้ง หรือใช้วัชพืชต่างๆ อาทิเช่น แกลบ ผักตบชวา ซังข้าวโพด ใบอ้อย เพื่อที่จะนำวัสดุนั้นมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

กระบวนการผลิตเม็ดดินเผา

วัตถุดิบในการผลิต

ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเม็ดดินเผา ดินเหนียวนั้นเป็นดินที่พบโดยทั่วไปในที่ราบลุ่มเกิดจากการไหลตัวลงสู่ที่ต่ำของดินชั้นแรก (primary) แล้วทับถมปะปนกับซากพืชซากสัตว์ โดยทั่วไปดินเหนียวจะเป็นดินที่มีความทนไฟที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำคือประมาณ 1000 – 1100 องศาเซลเซียส และหลังจากเผาแล้วจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ (absorption water) ประมาณ 10% และเมื่อเผาแล้วดินเหนียวจะมีลักษณะสีน้ำตาลแดง ดินเหนียว เป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดพามาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียว จะประกอบด้วยแร่เคโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ โดยแร่เคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียว มักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบแร่ดินชนิดอื่นๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ (monmorillonite) อิลไลต์ (illite) ควอร์ทซ์ (quartz) แร่ไมกา (mica) แร่เหล็กออกไซด์ (iron oxide) รวมทั้งมักมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ดินเหนียวมีสีต่างๆ เกิดจากการมีแร่ธาตุชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน อาทิ สีดำ เทา ครีม และน้ำตาล ดินเหนียวที่มีสีเทาหรือดำนั้น จะมีอินทรีย์วัตถุปนมาก ส่วนดินเหนียวสีครีมหรือน้ำตาล มาจากแร่เหล็กที่ปะปนอยู่
เหตุผลที่ต้องนำดินเหนียวมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีด้วยกัน 4 ประการ คือ

1 ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินปั้นให้ดีขึ้น

2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนเผาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การสูญเสียเนื่องจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาในขณะมีการเคลื่อนย้ายลดน้อยลง

3 ช่วยทำให้น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบมีการไหลตัวดีขึ้น

4 ดินเหนียวบางชนิดมีความสามารถช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสารในเนื้อดินปั้นในขณะทำการเผา เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

การนำดินเหนียวมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ก็มีข้อเสีย คือ

1 ในดินเหนียวมักมีสิ่งสกปรก เช่น Fe_2O_3 และ TiO_2 ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณ TiO_2 มาก

2 ทำให้ความโปร่งแสงของผลิตภัณฑ์น้อยลง

3 ดินเหนียวมีส่วนประกอบไม่แน่นอนฉะนั้นทำให้เกิดความยุ่งยากในการควบคุมน้ำดินสำหรับเทแบบ

การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ได้แก่ เช่นดินเหนียว และส่วนผสมต่าง ๆ นำมาเข้าสู่ระบบการบดและขนาดของอนุภาค ต่อจากนั้นจึงนำน้ำดินไปรีดน้ำออก หรือกรองอัดน้ำดิน เพื่อให้ได้ดินนำไปขึ้นรูปต่อไป

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบแล้วหลังจากนั้นก็นำวัตถุดิบที่ได้มาขึ้นรูปโดยกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบมีหลายรูปแบบได้แก่

1. การหล่อแบบ การหล่อแบบคือการนำวัตถุดิบที่อยู่ในรูปของเหลวเทลงในแบบให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการตามแบบ การหล่อแบบมีสองลักษณะคือ

2 .การเทแบบโดยให้น้ำดินแข็งตัวอยู่ในแบบ เรียก Solid Casting ซึ่งเหมาะกับการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาและรูปร่างแปลกๆ

3 การเทแบบโดยมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้ง เรียก Drain Casting ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผนังบางและต้องการความหนาสม่ำเสมอ

4. การขึ้นรูปโดยการอัด เป็นวิธีการที่ใช้ขึ้นรูปสำหรับวัตถุดิบที่เป็นลักษณะผง โดยการนำวัตถุดิบมาใส่ลงในแบบแล้วอัดด้วยแรงทำให้วัตถุดิบยึดติดกัน

การเผาผลิตภัณฑ์

สำหรับกระบวนการในการเผาผลิตภัณฑ์นั้น ดินเผาที่ผ่านการขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วก็จะถูกนำมาเผาเมื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรง กระบวนการเผา (sintering) คือกระบวนการที่ทำให้อนุภาคของวัตถุดิบหลอมเป็นเนื้อเดียวกันทำให้เกิดพันธะยึดเหนี่ยวต่อกันซึ่งการเผานั้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยกำหนดคุณสมบัติของชิ้นงาน

การเผาผลิตภัณฑ์เม็ดดินเผาครั้งแรกเรียกว่าเผาดิบ โดยเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาให้สูงขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงรูปไม่แตกชำรุดผลิตภัณฑ์เม็ดดินเผาที่ผ่านการเผาดิบแล้วจะถูกนำไปใช้

การปลูกพืชไร้ดิน

พืชไฮโดรโปรนิกส์หรือพืชไร้ดิน (Hydroponics) คือพืชที่มีวิธีการปลูกเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยใช้วัสดุต่างๆ ในการปลูกเช่นนำทราย กรวด ดินเผา หรือวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ดินโดยพืชจะสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกเหล่านี้ได้จากการได้รับสารละลายธาตุอาหารสำหรับพืชที่มีผสมกับปุ๋ยหรือธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชต้องการผ่านทางราก ซึ่งระบบการปลูกพืชไร้ดินที่นิยมปลูกมากที่สุดในปัจจุบันคือระบบการปลูกพืชที่ใช้น้ำเป็นวัสดุปลูกข้อดีของพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินก็คือพืชที่ปลอดจากจลิทรีย์ที่อาจจะมีตกค้างอยู่ในดินส่วนในเรื่องของยากำจัดศัตรูพืชจะป้องกันโดยปลูกในโรงเรือนป้องกันแมลงและใช้สารชีวภาพอาจจะมีการใช้สารเคมีบ้างในช่วงแรกแต่เมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยวก็จะงดใช้ (อรสา ดิสถาพร, 2549)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีชื่อเรียกในภาษาไทยหลายชื่อ เช่น การปลูกพืชไร้ดิน การปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชในสารอาหารพืช

การปลูกพืชในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดินที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชโดยให้รากพืชสัมผัสสารอาหารโดยตรงที่ไม่มีดินเป็นเครื่องปลูก สามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ ตามระบบหรือวิธีการปลูกและความหมายของคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษ 2 คำ คือคำว่า Soilless Culture และคำว่า Hydroponics

ความหมาย

ความหมายของคำว่า “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน” จากคำว่า Soilless culture เป็นวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุในการปลูกแต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ โดยพืชจะใช้วัสดุปลูกเป็นที่ยึดเกาะของรากและสามารถได้รับธาตุอาหารต่างๆ ผ่านสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุต่างๆ ที่พืชต้องการ (Nutrient Solution) ซึ่งสามารถแบ่งประเภทตามวัสดุที่ใช้ได้ดังนี้

วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์สาร คือ

(1) วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ทราย กรวด หิน เกล็ด หินภูเขาไฟ หินซีลท์

(2) วัสดุที่ผ่านขบวนการโดยใช้ความร้อน เช่น ดินเผา เม็ดดินเผา ใยหินหรือร็อควูล เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลไลน์

(3) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษอิฐจากการทำอิฐมอญ เศษดินเผาจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผาวัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร เช่น

(1) วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยและเส้นใยมะพร้าว แกลบและขี้เถ้า เปลือกถั่ว พีท

(2) วัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล วัสดุเหลือใช้จากโรงงานกระดาษ

วัสดุสังเคราะห์ เช่น เมล็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ และ สารดูดความชื้น เส้นใยพลาสติก แม้ว่าเราเรียกวัสดุที่ใช้ปลูกพืชนี้ด้วยคำรวมๆ ว่า ซับสเตรท (Substrate)
แต่ถ้ามีการใช้วัสดุปลูกพืชเป็นวัสดุใดวัสดุหนึ่งแบบเจาะจงก็จะเรียกชื่อตามวัสดุที่ใช้ปลูก เช่น

การปลูกโดยการใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก หรือ Sand culture

การปลูกโดยการใช้หินกรวดเป็นวัสดุปลูก หรือ Gravel culture

การปลูกโดยการใช้ร็อควูลเป็นวัสดุปลูก หรือ Rockwool culture

การปลูกโดยการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูก หรือ Sawdust culture

1.2 ความหมายของคำว่า “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน” จากคำว่า Hydroponics เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก (nonsubstrate หรือ water culture) กล่าวคือจะทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรงนั่นเอง ทั้งนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิ ความเข้มข้นของธาตุอาหารและปริมาณอากาศที่ละลายในสารละลายธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

ประโยชน์ของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินกับสภาพความเป็นอยู่ การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นวิทยาการทางวิทยาศาสตร์และศิลปะผสมกันที่สามารถใช้ปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ไม่ว่าจะเป็นการปลูกจำนวนน้อยเพื่อบริโภคในครัวเรือนหรือการผลิตเชิงธุรกิจ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการสำหรับผู้ปลูกที่มีพื้นที่ปลูกน้อย เช่น แฟลต จึงสามารถปลูกได้แม้ในเมืองที่แออัดคับแคบด้วยผู้คน เช่น ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน เนเธอร์แลนด์ อังกฤษ เบลเยี่ยม การปลูกแบบขนาดเล็กๆ เพื่อปลูกไว้ดูเล่น และมีอาหารจากการปลูกเพื่อบริโภคในครอบครัวจะไม่มีความยุ่งยากในการปลูก และดูแลรักษาคล้ายคลึงกับการทำสวน ตามปกติที่ให้ความเพลิดเพลิน การเรียนรู้เบื้องต้นในการปลูกพืช แต่ถ้าเป็นการปลูกแบบเชิงการค้าจะต้องมีการใช้เทคนิค หลักการต่างๆ ในการควบคุมการผลิตมากยิ่งขึ้น

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินกับการผลิตเชิงธุรกิจ วิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถใช้ปลูกพืชได้หลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการปลูกพืชแต่ละชนิด ตั้งแต่ผัก ผลไม้ ไม้ดอก ไม้ประดับ พืชไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่การผลิตเชิงธุรกิจส่วนมากนิยมปลูกพวกพืชผัก ไม้ผลที่เป็นพืชที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุสั้น

คุณภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (อิทธิสุนทร นันทกิจ)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดในการ ไม่ใช้ดิน โดยต้องคำนึงถึงคุณภาพของน้ำที่เหมาะสม ถ้าคุณภาพน้ำไม่ดีเราไม่สามารถที่จะทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้เลย เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะเป็นตัวกำหนดว่าการปลูกพืชจะได้ผลหรือไม่ ธาตุแต่ละตัวที่มีโอกาศเจือปนอยู่ในน้ำจากแหล่งต่างๆดังนี้

1.Sodium และ Chorine

ธาตุทั้งสองตัวนี้พืชสามารถดูดใช้ได้ในปริมาณที่ไม่มากนักเมื่อเรานำน้ำที่มีเกลือของ NaCl มาใช้ในระบบ N.F.T. หรือในวัสดุปลูกจะมีการสะสมของเกลือทั้งสอง เนื่องจากพืชจะดูดใช้ในปริมาณที่น้อย ซึ่งถ้ามีการสะสมเป็นปริมาณมากในวัสดุปลูกหรือในสารละลายก็จะเป็นพิษต่อพืชเราจำเป็นจะต้องใช้น้ำเปล่าชะเกลือที่สะสมออก หรือถ้าเป็นระบบ N.F.T. จะต้องมีการเปลี่ยนสารละลายใหม่ทั้งหมด และการที่จะกำจัดเกลือทั้งสองชนิดนี้ออกจากน้ำเป็นสิ่งที่ทำได้ยากและไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย ดังนั้นน้ำที่มีเกลือของ NaCl เป็นองค์ประกอบอยู่สูงจึงไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้

2.Calcium และ Magnesium

ธาตุทั้งสองนี้เป็นธาตุที่พืชต้องการ ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาซึ่งในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชเราสามารถนำปริมาณของธาตุนี้ที่มีอยู่ในน้ำมาหักออกจากปริมาณปุ๋ยที่จะเติมเข้าไป

3.Sulphate

เป็นธาตุที่เหมือนกับ Na และ Cl คือพืชดูดใช้ได้ในปริมาณจำกัดดังนั้นถ้ามีปริมาณมากเกินไปในน้ำก็จะมีการสะสมได้100

4.Bicarbonate

อนุมูลไบคาร์บอเนตจะทำให้ค่า pH ของน้ำและสารละลายธาตุอาหารสูงขึ้น ทำให้การละลายตัวของธาตุอาหารบางตัวไม่ดี ระดับ pH ของสารละลายที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหารจะต้องอยู่ใช่วง 5.5 - 6 ถ้าค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารสูงเกินไป จะทำให้การละลายตัวของอนุมูล Carbonate และ Phosphate ลดลงโดยจะตกตะกอนกับ Ca และ Mg ซึ่งตะกอนนี้จะไปอุดตันหัวน้ำหยด ระบบท่อและเครื่องกรอง ทำให้ต้องล้างอยู่เสมอๆ

ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินปกติแล้วพืชจะเจริญเติบโตได้ดีนั้น ต้องมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมคือสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมเช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ ธาตุอาหารพืชที่มาจากดิน น้ำ และอากาศ (ออกซิเจน ไฮโดรเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์) รวมทั้งดินยังเป็นวัสดุที่รากใช้ยึดเกาะเพื่อตั้งลำต้นหนีแรงโน้มถ่วงของโลก การปลูกพืชบนดินโดยทั่วไปแม้ดินจะมีธาตุอาหาร และอากาศ อันเป็นปัจจัยที่พืชต้องการนั้นมักมีข้อด้อยคือ ดินจะไม่มีความอุดมสมบูรณ์ครบถ้วนตามที่พืชต้องการ กล่าวคือ ดิน

จะมีคุณสมบัติที่ไม่แน่นอนแตกต่างกันไป ตามสภาพพื้นที่ เช่น โครงสร้างของดิน ปริมาณธาตุอาหาร หรือความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ไม่เหมาะสม ซึ่งจะยุ่งยากต่อการปรับปรุงดินและเสียค่าใช้จ่ายสูง ปัญหาเหล่านี้ ทำให้ได้ผลผลิตที่ไม่แน่นอน ซึ่งต่างจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินซึ่งพืชจะได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชครบถ้วนและเหมาะสมกับชนิดและภาวะของพืช ทั้งยังอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (EC: Electro-conductivity) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อพืชอยู่ตลอดเวลา ในระบบที่มีวัสดุปลูกแทนดิน วัสดุจะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่รากใช้ยึดเกาะแทนดิน และในระบบที่ปลูกบนน้ำจะมีการใช้วัสดุต่างๆ เช่น ฟองน้ำ โฟม เชือก ในการช่วยยึดให้ลำต้นตั้งตรง สำหรับการดูดซึมธาตุอาหารเข้าไปใช้นั้น ไม่มีความแตกต่างทางสรีรวิทยาของรากพืชที่จะนำธาตุอาหารเข้าไปใช้ ทั้งจากการปลูกบนดินตามธรรมชาติ หรือจากการปลูกพืช ที่ไม่ใช้ดิน รากพืชจะดูดเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตด้วยกระบวนการต่างๆ ได้เช่นเดียวกัน

ธาตุอาหารและสารละลายธาตุอาหาร

ในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ปัจจัยหลักที่ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโต คือ ธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบในการให้ต้นพืชเจริญเติบโต พืชมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่ต่างกันซึ่งหากใช้ไม่เหมาะสมก็จะทำให้พืชเติบโตไม่ปกติ นอกจากนี้ การให้ธาตุอาหารให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมถ้าให้อย่างใดอย่างหนึ่งมากหรือน้อยพืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ ในการเจริญเติบโตได้

รูปของธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ ในสารละลาย

1. C(คาร์บอน), H(ไฮโดรเจน), O(ออกซิเจน), N(ไนโตรเจน), S(ซัลเฟอร์) รูปอิออนในสารละลายคือ (HCO)3- , (NO3)-, (NH4)-, (SO4)2- ตามลำดับ
(นอกจากนี้ยังสามารถได้รับในรูปก๊าซด้วย) เป็นองค์ประกอบหลักในการเจริญเติบโตของพืช

2. P(โพแทสเซียม) ,B (โบรอน) รูปอิออนในสารละลาย คือ (PO4)3- ,(BO3)3- ใช้ในปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายพลังงาน และการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต

3. K(โพแทสเซียม), Mg(แมกนีเซียม) , Ca(แคลเซียม), Cl(คลอรีน) รูปอิออนในสารละลายคือ K+, (Mg)2+, (Ca)2+, Cl-
เป็นองค์ประกอบจำเพาะของสารอินทรีย์และใช้ในการสร้างสมดุลของอิออนต่างๆในเซลล์

4. Cu(ทองแดง), Fe(เหล็ก), Mn(แมงกานีส),Mo(โมลิบดีนัม), Zn(สังกะสี) รูปอิออนหรือคีเลทในสารละลายคือ (Cu)2+, (Fe)2+,(Mn)2+ ,(MoMn4)2+, (Zn)2+
เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนและสารกระตุ้นของเอนไซม์ต่างๆ ในพืช

ข้อดีและข้อด้อยของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ข้อดี

1. สามารถทำการเพาะปลูกพืชได้ในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

2. ให้ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกสูงกว่า และสามารถทำการ ผลิตได้สม่ำเสมอ และต่อเนื่อง

3. อัตราการใช้แรงงานเวลาในการปลูก และค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

4. ใช้น้ำ และธาตุอาหารได้อย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้น้ำลดลงถึง 10 เท่าตัวของการปลูกแบบธรรมดา

5. ประหยัดเวลา และแรงงานในการเตรียมดิน และกำจัดวัชพืช

6. ลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันและกำจัดแมลงได้ 100%

7. สามารถปลูกได้ในเมืองเพราะใช้พื้นที่น้อยทำให้ประหยัดค่าขนส่ง

8. ผลผลิตมีคุณภาพ และไม่มีสารพิษตกค้าง และไม่มีปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน

9. ผลผลิต คุณภาพ และราคา ดีกว่าการปลูกบนดินมาก เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอน
และรวดเร็ว

10. ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ เช่นสารเคมีตกค้างในดิน การบุกรุกทำลายป่า เป็นต้น

ข้อด้อย

1. การลงทุนขั้นต้นสูงกว่าการปลูกบนดิน

2. ผู้ปลูกต้องมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินเป็นอย่างดี และมีประสบการณ์มากพอในการควบคุมดูแล

3. ต้องการการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนทิรา (มนทิรา, 2555) ได้ศึกษาการผลิตเม็ดดินเผาเป็นวัสดุปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 7 สิ่งทดลอง คือ เพอร์ไลท์ เม็ดดินเหนียว ชุดดินพังงา ขนาด 3-5 และ 6-8 มิลลิเมตร เม็ดดินเหนียว ชุดดินอยุธยา ขนาด 9-10 มิลลิเมตร เม็ดดินเหนียวเผา ชุดดินพังงาขนาด 3-5 และ 6-8 มิลลิเมตร เม็ดดินเหนียวเผา ชุดดินอยุธยา ขนาด 9-10 มิลลิเมตร นาน 45 วัน พบว่า เม็ดดินเหนียวหลังจากการเผาจะมีขนาดเล็กลง แต่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยเม็ดดินเหนียวเผา ชุดดินพังงา ขนาด 3-5 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อถ้วยปลูกมากที่สุดเฉลี่ย 15.52 กรัม ผักสลัดกรีนโอ๊คมีอัตราการงอกที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์

และหลังการเพาะเมล็ด 3 และ 7วัน ผักมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความสูงของลำต้นเฉลี่ย 1.75 เซนติเมตร แต่เมื่ออายุ 45 วัน เม็ดดินเหนียว ชุดดินอยุธยา ขนาด 9-10 มิลลิเมตร ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด โดยให้น้ำหนักสดผักเฉลี่ย 223.57 กรัม และให้น้ำหนักสดรากเฉลี่ย57.12 กรัม และเม็ดดินเหนียวเผา ชุดดินอยุธยา ขนาด 9-10 มิลลิเมตร ให้ความยาวรากดีที่สุด 28.43เซนติเมตร

ดวงกมล สุริยฉัตร (ดวงกมล และคณะ 2547) ได้ศึกษาแนวทางของการนำกากตะกอนจากโรงงานผลิตน้ำประปามาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ พบว่ากากตะกอนจากโรงงานผลิตน้ำมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับเป็นส่วนผสมในการผลิตเซรามิกส์ได้

พิทักษ์ เหล่ารัตนกุลและคณะ (พิทักษ์ และคณะ 2554) ได้ศึกษาการนำกากตะกอนจากโรงงานผลิตน้ำประปามาใช้เป็นวัสดุสำหรับใช้ในงานก่อสร้างพบว่าวัสดุที่เกิดจากการผสมระหว่างกากตะกอนจากโรงงานผลิตน้ำประปากับขี้เถ้ามีสมบัติที่ดี โดยมีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรงสูง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์คอนกรีตประเภทรับแรงกับไม่รับแรงได้เป็นอย่างดี

ปริญญรัตน์ (ปริญญรัตน์ ,2548) ศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียโรงงานแปรรูปผลไม้ในการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก ในการผลิตผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยผสมกากตะกอนอัดเม็ดในอัตรา1, 3, 6, 9 ตันต่อไร่ โดยเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 0.6 ตันต่อไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา1.5 ตันต่อไร่ จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากตะกอนอัดเม็ดพบว่า มีคุณสมบัติหลัก ดังนี้ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)เท่ากับ 6.37, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) เท่ากับ 76.0, ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 14.46%,อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 6.07, ไนโตรเจนทั้งหมด 5.23%, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 94.33 ppm และ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 906 ppm จากการทดลองพบว่าการใช้กากตะกอนอัดเม็ดอัตรา 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักผักสดเฉลี่ยของผักกาดเขียวกวางตุ้งสูงที่สุด คิดเป็น620 กรัม ต่อ 10 ต้น ซึ่งการใช้กากตะกอนอัดเม็ด จะทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสโปแตสเซียม แคลเซียมแมกนีเซียม ทองแดงเหล็ก แมงกานิส และสังกะสีในดินและในพืชสูงขึ้น ที่ สำคัญสามารถช่วยปรับสภาพดินให้มีอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นกากตะกอนน้ำเสียโรงงานแปรรูปผลไม้สามารถผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำหรับทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกในการปลูกพืชผักกินใบเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับพืชได้ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ คือควรมีการศึกษาถึงกากตะกอนน้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ เพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อม

ศุภกาญจน์ (ศุภกาญจน์ ,2553) ศึกษาประสิทธิภาพของกากตะกอนบ่อเกรอะในการปรับปรุงดินชุดดินปากช่องภายใต้การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กากตะกอนบ่อเกรอะเป็นแหล่งของวัสดุอินทรีย์ที่สำคัญแต่มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของเชื้อโรค การผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยการอบความร้อนเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสมต่อการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกาก

ตะกอนบ่อเกรอะ ทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ปราศจากเชื้อโรคและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตามปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตโดยวิธีดังกล่าวอาจมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของวัตถุดิบและวิธีการผลิต ดังนั้นจึงนำกากตะกอนบ่อเกรอะที่อบความร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส มาทดสอบประสิทธิภาพในการปรับปรุงดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorials in RCB มี 12 กรรมวิธี 4 ซ้ำ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของกากตะกอนบ่อเกรอะที่ผ่านการอบความร้อนกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ กรรมวิธีที่ใส่กากตะกอนน้ำเสียที่ผ่านการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในระบบ activated sludge และกรรมวิธีที่ใส่มูลไก่อัดเม็ด โดยใส่ในอัตราที่ให้ไนโตรเจน 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-8-4 8-8-4 และ 16-8-4 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ ทำการทดลองในชุดดินปากช่องและปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 2 ผลการทดลองพบว่า การใส่กากตะกอนบ่อเกรอะที่อบความร้อนทำให้ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นโดยมีความเข้มข้นเฉลี่ย 17-25 มิลลิกรัม P ต่อดิน 1 กิโลกรัม 128-174 มิลลิกรัม K ต่อดิน 1 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใส่มูลไก่อัดเม็ดซึ่งพบว่า ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 47-60 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 215-259 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่การใส่กากตะกอน activated sludge ทำให้ดินมีทองแดงและสังกะสีเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินในกรรมวิธีต่างๆ ไม่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมี 0-8-4 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพด 1,076-1,159 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งให้ผลผลิต 952 กิโลกรัม/ไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 8-8-4 และ 16-8-4 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ พบว่าทุกกรรมวิธีทั้งไม่ใส่และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 1,068-1,157 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากากตะกอนจากบ่อเกรอะที่อบความร้อนจนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส สามารถใช้ในการปรับปรุงดินและการผลิตพืชได้โดยมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากกากตะกอน activated sludge แต่ด้อยกว่ามูลไก่อัดเม็ด

สุจินันท์ ยิ้มคมขำ (2546) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากตะกอนมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงปัจจุบันที่โรงงานปูนซีเมนต์ใช้อยู่ คือ ลิกไนต์ เนื่องจากกากตะกอนมีค่าความร้อนประมาณ 1,200 – 1,600 แคลอรีต่อกรัม และกากตะกอนมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบปริมาณร้อยละ 21.97 จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์คือ หินปูน ซึ่งมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบได้บางส่วน เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการนำกากตะกอนมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์กับค่าใช้จ่ายจากวิธีการฝังกลบโดยเปรียบเทียบที่ปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งโรงงานเท่ากับ 250 ตันต่อเดือนพบว่าในหนึ่งเดือนค่าใช้จ่ายจากการนำกากตะกอนมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการนำกากตะกอนไปฝังกลบประมาณ 140,000 บาท จึงสรุปได้ว่ากากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษคราฟท์มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคและการเงินในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทดแทนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

สุริยา ชัยเดชทยากูล (2544)ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากส่วนผสมกากตะกอนน้ำเสียและเศษชิ้นไม้สับของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษโดยนำกากตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียมาผสมเศษชิ้นไม้สับจากการสับไม้ก่อนเข้าขบวนการผลิตเยื่อกระดาษ จำนวน 11 อัตราส่วนผสม ดังนี้ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 40:60 30:70 20:80 90:10 100:0 โดยน้ำหนัก แล้วทำการอัดแท่งเชื้อเพลิง เผาไหม้เป็นถ่านเชื้อเพลิงและทำการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงตามมารตฐาน ASTM รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการในการกำจัดวัสดุเหลือใช้ของโรงงานที่มีอยู่ปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนระหว่างกากตะกอนกับเศษชิ้นไม้สับตั้งแต่ 100:0 ถึง 40:60 โดยน้ำหนัก สามารถอัดขึ้นรูปเป็นแท่งได้ เมื่อนำไปเผาเป็นถ่านแล้ว นำมาทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงรวม 6 ด้าน คือ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย คาร์บอนคงตัว กำมะถันรวม และค่าความร้อน แล้วส่วนผสมที่ดีที่สุด พบว่า อัตราส่วน 70:30 มีคุณสมบัติดีที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นมีค่าใกล้เคียงกับฟืนแกลบนอกจากนี้ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 8 อัตราส่วน ซึ่งมีค่าประมาณ 4,090kcal/kg ยกเว้นอัตราส่วน 100:0 และ 90:10

ณริศรา และ พรเทพ (ณริศรา และ พรเทพ, ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหม้อน้ำดินเผาพื้นบ้านภาคเหนือและคุณสมบัติทางสุนทรียะ ได้กล่าวถึงคุณค่าทางนามธรรมคือคุณค่าทางด้านเนื้อหาของวัตถุ ที่สะท้อนอยู่ในรูปแบบของงานหม้อดินเผา ซึ่งผลจากการรับรู้ทางด้านจิตวิสัยหรือ เป็นคุณค่าที่เกิดจากโครงสร้างทางจิต ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สามารถบ่งบอกเรื่องราวต่างๆหรือสื่อความหมายทางด้านความเชื่อหรือความเป็นอยู่ที่แฝงอยู่ในวัตถุสามารถทำให้รู้สึกถึงความมีชีวิตชีวาของสิ่งนั้นๆ ลักษณะของคุณค่าทางนามธรรมสะท้อนให้เห็นแนวความคิดของแต่ละท้องถิ่นหรือแต่ละยุค หรือขนาดรูปลักษณ์ รวมทั้งรายละเอียด เช่น ลวดลาย เนื้อหาดังกล่าวดังกล่าวสามารถเสริมความเข้าใจแก่เนื้อหาภายนอก หรือคุณค่าทางรูปธรรม ซึ่งมีความสัมพันธ์กันเพื่อความสมดลต่อกันระหว่างคุณค่าทางรูปธรรมและคุณค่าทางนามธรรมที่ส่งผลต่อการรับรู้ของมนุษย์ ลักษณะคุณค่าทางนามธรรมที่แฝงอยู่วัตถุที่ปรากฏ ได้แก่ ความเชื่อและสัญลักษณ์

สนิท ปิ่นสกุล (สนิท, ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นเชียงเครือและอัตราส่วนผสมของเคลือสำหรับผลิตของที่ระลึกโดยการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการหล่อแบบจากการศึกษาพบว่าเนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงเฉลี่ยก่อนเผามากที่สุดคือเนื้อดินปั้นสูตรที่ 19 ความแข็งแรง 10.27 กก./ซม.^{2} ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 25 หินฟันม้าร้อยละ 5 ดินขาวระนองร้อยละ 25 ทรายน้ำจืดร้อยละ 45 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงเฉลี่ยก่อนเผาน้อยที่สุดได้แก่ เนื้อดินปั้นสูตรที่ 4 ความแข็งแรง 3.83 กก./ซม.^{2} ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 45

หินฟันม้าร้อยละ 35 ดินขาวระนองร้อยละ 5 ทรายน้ำจืดร้อยละ 15 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงเฉลี่ยหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 37 ความแข็งแรง 252.61 กก./ซม.^{2} ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 5 ดินขาวระนองร้อยละ 45 ทรายน้ำจืดร้อยละ 45 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 2 ความแข็งแรง 61.10 กก./ซม.^{2} ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 45 หินฟันม้าร้อยละ 15 ดินขาวระนองร้อยละ 5 ทรายน้ำจืดร้อยละ 35 ดินปั้นที่มีค่าความหนืดมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 19 ความหนืด 72.1 พอยส์ ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 25 หินฟันม้าร้อยละ 5 ดินขาวระนองร้อยละ 25 ทรายน้ำจืดร้อยละ 45 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความหนืดน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความหนืด 12.7 พอยส์ ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 45 ดินขาวระนองร้อยละ 45 ทรายน้ำจืดร้อยละ 5 เนื้อดินปั้นที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 6 การดูดซึมน้ำร้อยละ 4.32 ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 40 หินฟันม้าร้อยละ 10 ดินขาวระนองร้อยละ 10 ทรายน้ำจืดร้อยละ 40 เนื้อดินปั้นที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 8 ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 0.03 ในสูตรส่วนผสมมีดินเชียงเครือร้อยละ 40 หินฟันม้าร้อยละ 30 ดินขาวระนองร้อยละ 10 หินเขี้ยวหนุมานร้อยละ 20

ภาวิณี และ เกศริน (ภาวิณี และเกศริน, ม.ป.ป.)ได้ทำการศึกษา การปรับปรุงและควบคุมคุณภาพของการเตรียมน้ำเคลือบเซรามิกส์เพื่อลดตำหนิรอยแยก จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีปริมาณตัวช่วยหลอมมากเคลือบจะมีความมันวาวมากขึ้นถ้ามีปริมาณตัวช่วยหลอมน้อยเคลือบจะมีความด้านขึ้น เมื่อขนาดของอนุภาคน้ำเคลือบละเอียดจนเกินไปส่งผลให้เคลือบมีความหนืดน้อยเมื่อหลอม และเกิดการหดตัวมากขึ้น เมื่อบดเคลือบที่เวลาต่างกันพบว่าเคลือบที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยปริมาตรน้อยกว่า 7.41 ไมโครเมตร และร้อยละของกากค้างตะแกรงน้อยกว่า 0.05 ทำให้เกิดเคลือบแยกได้ เมื่อทดลองชุบความหนาของเคลือบที่เวลาที่ต่างกันซึ่งเคลือบที่มีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตร จะแยกกันได้ เมื่อใช้วิธีการเคลือบที่แตกต่างกันพบว่า การพ่นเคลือบจะให้ความหนาที่สม่ำเสมอกว่าจุ่มเคลือบ

เลอพงศ์ จารุพันธุ์ (เลอพงศ์ 2554) ได้ศึกษาศักยภาพของกากตะกอนปาล์มน้ำมันเบื้องต้นเพื่อนำไปสู่การผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอย่างกากตะกอนปาล์มน้ำมันนั้นมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหรือส่วนผสมในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการปลูกพืชได้ โดยตัวมุ่งหวังว่าตัวของบรรจุภัณฑ์กระถางนั้นจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินหลังการย่อยสลายไปตามธรรมชาติของกากตะกอนน้ำมันปาล์มโดยสามารถย่อยสลายได้เองและส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้น ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะ

ได้รับในท้ายที่สุดคือเป็นการส่งเสริมการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกที่โดยทั่วไปต้องใช้เวลาในการย่อยสลายที่ยาวนาน ส่งผลกะทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

สุทัศน์ และคณะ (สุทัศน์, 2556) ได้ทำการศึกษาการนำกากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการพัฒนาเครื่องปั้นดินเผา ผลการวิจัยได้ผลดังนี้

1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของกากตะกอนและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ผลการวิเคราะห์พบว่าวัตถุดิบหลักคือดินที่ได้จากแหล่งผลิตทั้งสองแหล่งผลิตคือจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีปริมาณของแร่ธาตุที่อยู่ในวัตถุดิบมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยพบว่าแร่ธาตุที่พบเป็นส่วนใหญ่คือซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำให้ดินเผาสุกตัวได้เร็วและเกิดความแข็งแรงหลังการเผา แร่ธาตุที่พบรองลงมา คืออะลูมิเนียมไดออกไซด์ที่ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการทนไฟได้ดี และออกไซด์เหล็กที่ทำให้ดินเผาที่ผ่านการเผาแล้วเป็นสีแดง และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกากตะกอนพบว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปามีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่มีค่าใกล้เคียงกับดิน คือประกอบไปด้วยซิลิกอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบหลัก รองลงมาคืออะลูมิเนียมออกไซด์ และออกไซด์ของเหล็ก ส่วนกากตะกอนจากโรงงานผลิตอาหารมีองค์ประกอบของธาตุที่แตกต่างจากดินเป็นอย่างมาก ดังนั้นกากตะกอนที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องปั้นดินเผาคือกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปานั่นเอง

2.การวิเคราะห์ผลของกากตะกอนที่ส่งผลต่อสมบัติเครื่องปั้นดินเผา

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเติมปริมาณกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนร้อยละ 10 และปริมาณกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาอุดรธานีร้อยละ 20 จะส่งผลให้เครื่องปั้นดินเผามีสมบัติดีที่สุด โดยค่าที่ได้แสดงผลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติของเครื่องปั้นดินเผาเมื่อเติมกากตะกอน

สมบัติ	กากตะกอนจากโรงผลิตสามเสน (ร้อยละ 10)	กากตะกอนจากโรงผลิตอุดรธานี (ร้อยละ 10)	ไม่ได้เติม
ร้อยละของการหดตัว	10.64	20.67	8.34
ร้อยละของน้ำหนักสูญหาย	9.25	13.70	7.67
ความสามารถในการรับแรงอัด (เมกกะพาสคาล)	12.63	10.01	9.81
ความหนาแน่น	1.85	1.78	1.80
ร้อยละของการดูดซึมน้ำ	14.23	22.34	17.19
ร้อยละของความพรุน	26.34	30.13	30.95

การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนร้อยละ 20 จะส่งผลให้เครื่องปั้นดินมีสมบัติที่ดีกว่าไม่ได้เติม โดยมีความสามารถในการรับแรงอัดเท่ากับ 12.63 เมกกะพาสคาล และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาอุดรธานีร้อยละ 20 จะส่งผลให้เครื่องปั้นดินมีสมบัติที่ดีกว่าไม่ได้เติม โดยมีความสามารถในการรับแรงอัดเท่ากับ 10.01 เมกกะพาสคาล ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของกากตะกอนมีความละเอียดและมีปริมาณแร่ธาตุที่ใกล้เคียงกับดินที่เป็นวัตถุดิบหลัก และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติของดินเผาที่มีการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาอุดรธานี พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนจะส่งผลให้เครื่องปั้นดินเผามีสมบัติที่ดีกว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาอุดรธานี ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบที่เป็นส่วนประกอบหลักของกากตะกอนจากโรงประปาสามเสน มีปริมาณธาตุหลักที่มีค่าใกล้เคียงกับดินซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเครื่องปั้นดินเผามากกว่ากากตะกอนจากโรงประปาอุดรธานี อย่างไรก็ตามกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาทั้งสองแหล่งจะส่งผลให้ชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผามีค่าร้อยละของการหดตัวสูงกว่าชิ้นงานที่ไม่ได้เติม ทั้งนี้เนื่องจากในตะกอนอาจมีสารออินทรีย์หรือสิ่งเจือปนอย่างอื่นปะปนอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อนำไปผสมกับกับดินแล้วเผาจึงทำให้เกิดการหดตัวของเครื่องปั้นดินเผา นอกจากนั้นลักษณะของกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจะมีลักษณะเป็นเนื้อดินเผาอุ้มน้ำได้ดีและจะเกิดการพองตัวเมื่อโดนน้ำ ทำให้เกิดการหดตัวสูงเมื่อแห้งและนำไปเผา

กรอบแนวคิด

การที่จะนำเอากากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต้องอาศัยกระบวนการผลิตที่จะทำให้กากตะกอนสามารถขึ้นรูปได้ โดยต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติการใช้งานของผลิตภัณฑ์และกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่นการขึ้นรูป การเผา เป็นต้น กระบวนการผลิต เม็ดดินเผา ต้องอาศัยส่วนผสมหลักคือดินเหนียว และน้ำ โดยในแต่ละพื้นที่แต่ละภูมิภาคจะมีการใช้ส่วนผสม และอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่ความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน

แนวคิดในนำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเม็ดดินเผาสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในกากตะกอนประกอบไปด้วยธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกันซึ่งธาตุบางชนิดเช่นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซี่ยม ซึ่งจะมีผลในการปรับปรุงคุณภาพของเม็ดดินเผาเนื่องจากแร่ธาตุที่อยู่ในกากตะกอนมีคุณสมบัติเป็นธาตุที่พืชต้องการ นอกจากนั้นกากตะกอนยังทำให้วัสดุ มีความพรุนตัวและเบา ดังนั้นการนำกากตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้งานกับผลิตภัณฑ์สำหรับปลูกพืชเม็ดดินเผาดินเผาจึงมีประโยชน์ 2 ส่วนคือการนำของเสียคือกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมกลับมาใช้ใหม่และการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลูกพืชเม็ดดินเผาให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น

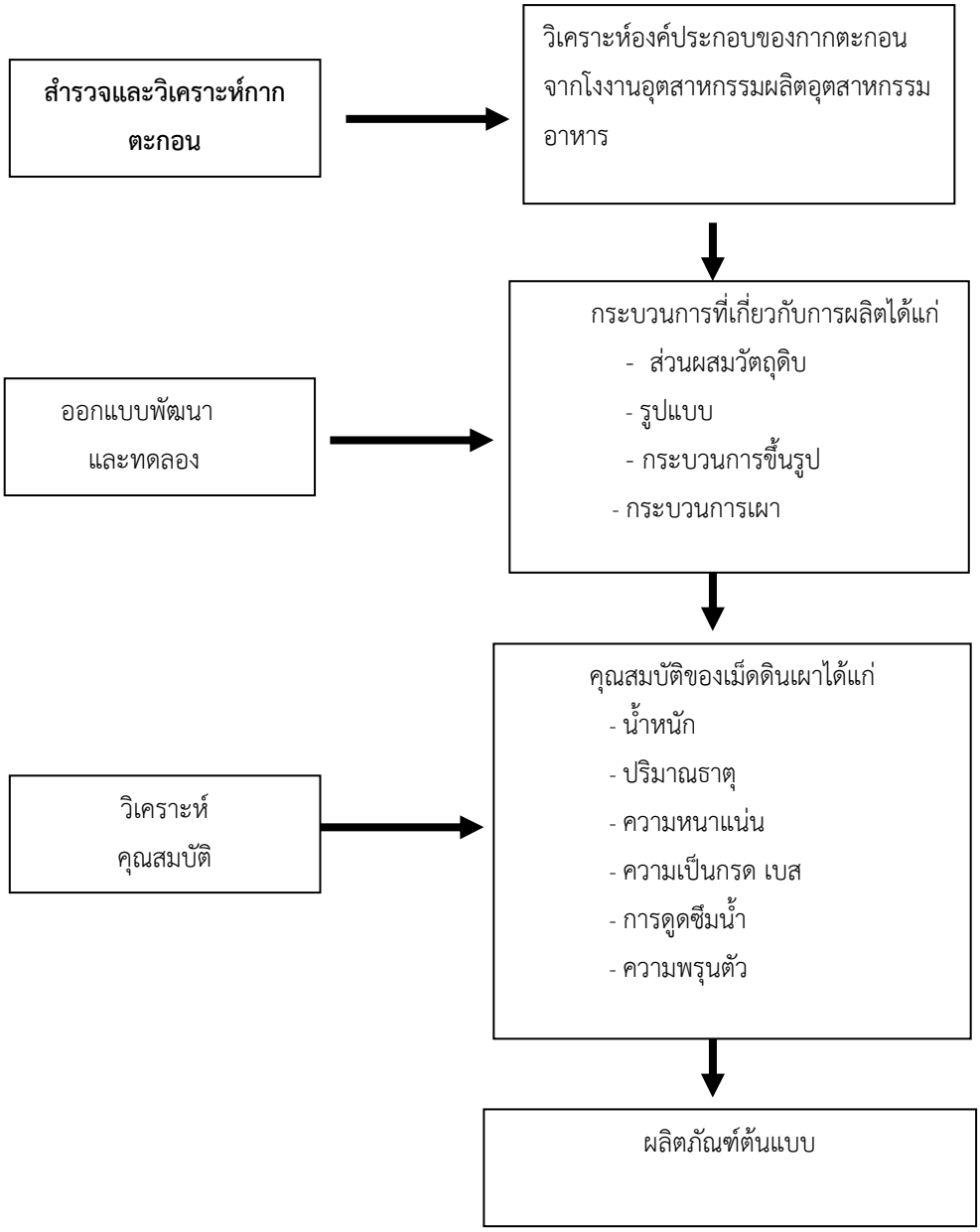
แนวทางในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

1.การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในกากตะกอนของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความแตกต่างกันของแต่ละอุตสาหกรรม

2.การทดลองผสมกากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดดินเผา พร้อมทดสอบคุณสมบัติเพื่อดูความเหมาะสมในการใช้งาน

3.การทดลองนำผลิตภัณฑ์เม็ดดินเผาที่ผลิตขึ้นไปปลูกพืชแล้วดูผลการเจริญเติบโตของพืช

สำหรับกรอบแนวคิดที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการวิจัยแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.5 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย