

# โครงการพัฒนาเครื่องแปรรูป เศษอาหารเป็นปุ๋ยน้ำโดยวิธี ทางชีวภาพและทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของปุ๋ยน้ำ

Design and development of food waste fermentor and  
the use of fermented product as Biofertilizer

## บทคัดย่อ

ปัญหาหมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ขยะสดและเศษอาหารในครัวเรือน ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน จากข้อมูลสถิติปี 2546 ของกองควบคุมมลพิษนั้นพบว่า ขยะที่ทิ้งในเขตกรุงเทพมหานครนั้นประกอบไปด้วยเศษอาหารเป็นจำนวนมาก (50% ของปริมาณเศษอาหารทั้งหมด) โดยการแปรรูปขยะเหล่านี้ให้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีมูลค่าเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ แนวทางหนึ่งในการแปรรูปคือการประยุกต์ใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษอาหารต่างๆ ให้เป็นชีวมวล (biomass) ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร วิธีการนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดิน ทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

ข้อเสนอโครงการนี้จะดำเนินการศึกษาการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกำจัดเศษอาหารจากโรงอาหารและนำกลับมาใช้ประโยชน์โดยการหมัก

เป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยชีวภาพ โครงการนี้เป็นความร่วมมือจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติและโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ภายใต้ชื่อโครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องแปรรูปเศษอาหารเป็นปุ๋ยน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ ในโครงการนี้จะศึกษาถึงสภาวะและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายเศษอาหารในเครื่องต้นแบบ และการออกแบบเครื่องแปรรูปให้มีความเหมาะสม นำไปใช้งานจริงได้นอกจากนั้น จะศึกษาและวิเคราะห์ต่อไปถึงคุณสมบัติของน้ำหมักที่ได้จากเครื่องแปรรูปนี้และนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับต้นไม้และเป็นหัวเชื้อในการทำปุ๋ยหมักเพื่อเปรียบเทียบกับการใช้หัวเชื้อตามท้องตลาด

## Abstract

Based upon a waste characterization study conducted by the Pollution Control Department of Thailand (PCD), around 50% of

the waste collected in Bangkok is food waste. Therefore, it is logical to target this waste portion, and find a way to reuse it and reduce landfill inputs. One way to reduce and reuse food waste is to do composting. Food waste can be composted into a beneficial soil amendment, thus greatly reducing the amount of material going into landfills. Not only is food composting a better use of organic resources than land filling, it can also decrease refuse collection costs over the long term.

The proposal is the continuation of the project done earlier on food waste bio-remediation in a 7-liter reactor. From prior experiment, it suggested that when food waste was fed with CaO and  $10^5$  spores/gram of *A. oryzae* OzyKat-1<sup>TM</sup> to the reactor and stirred constantly at 4 rpm for 6-7 days, 10-20% of food waste were degraded. The degraded food waste (bioextract) appeared to have brownish color, no odor, and its C/N ratio was lower than 20. Moreover, when the degraded food waste was diluted to 1:500, the solution had Nitrogen, Phosphorus, Potassium and organic acids in a level that was suitable to use as food sources for plants. When it was used as fertilizer on Chinese water chestnuts for 30-40 days, the plants showed to have good growth as if they were fertilized by urea solution.

This research project is the collaboration of the National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) and Chulachomklao Royal Military Academy. The purposes of this project is to design a 30-liter composter/reactor that would provide

optimal degradation conditions for food waste collected from the Chulachomklao Royal Military Academy's cafeteria, and turn it into usable bioextract. Bioextract will be collected and analyzed its compositions and efficiencies when used as supplements of fertilizer.

## หลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อน

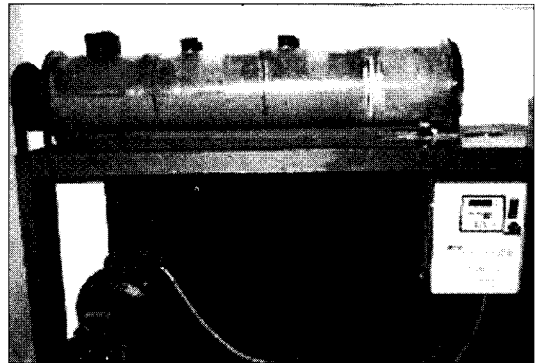
ปัญหาหมักภาวะต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ขยะสดและเศษอาหารในครัวเรือน ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน จากข้อมูลสถิติ พ.ศ. 2546 ของกองควบคุมมลพิษพบว่า ขยะที่ทิ้งในเขตกรุงเทพมหานครประกอบไปด้วยเศษอาหารเป็นจำนวนมาก (50% ของปริมาณเศษอาหารทั้งหมด) กระบวนการจัดการและกำจัดขยะเหล่านี้ในประเทศไทยปัจจุบันจะใช้วิธีการเผาซึ่งทำให้เกิดควันและก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ หรือการฝังกลบเพื่อให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติส่งผลทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้ในการกำจัดขยะเหล่านี้ โดยการแปรรูปขยะเหล่านี้ให้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีมูลค่าเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ แนวทางหนึ่งในการแปรรูปคือการประยุกต์ใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษอาหารต่างๆ ให้เป็นชีวมวล (biomass) ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร วิธีการนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดิน ทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

จากการศึกษาเบื้องต้นได้ทำการทดลองย่อยสลายเศษอาหารในครัวเรือนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องต้นแบบของบริษัทวนวิทย์ จำกัด (รูปที่ 1) ที่มีขนาดปริมาตร 7 ลิตร อัตราการกวน 4 รอบ/นาที ที่สภาวะการหมักอุณหภูมิห้อง โดยทำการเติมเศษอาหารครั้งละ 1-1.5 กิโลกรัม พร้อมกับเชื้อรา *A. oryzae* OzyKat-1<sup>TM</sup>  $10^5$  สปอร์/กรัมอาหาร และ ปูนขาว 0.2 เปอร์เซ็นต์ อย่างต่อเนื่องทุกวัน พบว่า เศษอาหารมีการย่อยสลาย 10-20 เปอร์เซ็นต์ ระยะ

เวลาในการย่อยสลายประมาณ 6-7 วัน น้ำหมัก  
 เศษอาหารที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาลอ่อน  
 ไม่มีกลิ่นเหม็น มีธาตุอาหารหลักเช่นไนโตรเจน  
 ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และกรดอินทรีย์ (เช่น กรด  
 แลคติก และกรดแอสिटิก) มีค่า C/N ratio น้อยกว่า  
 20 ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะแก่การนำไปใช้เป็นปุ๋ยน้ำ  
 ชีวภาพ และเมื่อนำน้ำหมักเศษอาหารมาเจือจางใน  
 อัตราส่วน 500 เท่า รดน้ำผักบุงและผักวางตั้งเป็น  
 เวลา 30-40 วัน พบว่าผักทั้งสองชนิดมีลำต้นใหญ่อวบ  
 ใบใหญ่ สีเขียวจนถึงเขียวเข้ม มีการเจริญเติบโตดี  
 เทียบเท่ากับรดด้วย 1 เปอร์เซ็นต์สารละลายปุ๋ยยูเรีย  
 น้ำหมักเศษอาหารที่ได้นั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติ  
 เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพแล้วยังมีความ  
 เป็นไปได้ที่จะนำไปใช้เป็นอาหารสุกรเนื่องจากมี  
 คุณค่าทางโภชนาการ จากการวิเคราะห์พบว่า มี  
 คาร์โบไฮเดรต 11.84 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.47  
 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.41 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุ 1.42  
 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษา น้ำหมักที่ได้จากการ  
 แปรรูปมีประสิทธิภาพที่สามารถประยุกต์ใช้เป็น  
 อาหารสัตว์ ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก  
 การแปรรูปนั้นสามารถใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์หรืออาหาร  
 เลี้ยงสุกรได้ โครงการนี้เป็นการใช้หลักการและ  
 พัฒนาจากเครื่องต้นแบบเดิม และนำมาใช้ในการ  
 เพิ่มระดับการผลิตน้ำหมักชีวภาพ (scale up  
 production) ที่ได้จากการย่อยสลายขยะที่เป็นเศษ  
 อาหารจากโรงอาหาร และเครื่องแปรรูปนี้จะ  
 สามารถแปรรูปได้ในปริมาตรประมาณ 30 ลิตร หรือ  
 10 ลิตรต่อวัน

โครงการนี้เป็นความร่วมมือจากศูนย์พันธุ-  
 วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติและ  
 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ภายใต้ชื่อ  
 โครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องแปรรูปเศษอาหาร  
 เป็นปุ๋ยน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่  
 จะศึกษาถึงสถานะและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการย่อย  
 สลายเศษอาหารในเครื่องต้นแบบ และการออกแบบ  
 เครื่องแปรรูปให้มีความเหมาะสม นำไปใช้งานจริงได้  
 นอกจากนั้น จะศึกษาและวิเคราะห์ต่อไปถึง

คุณสมบัติของน้ำหมักที่ได้จากเครื่องแปรรูปนี้เพื่อ  
 นำไปใช้เป็นปุ๋ยน้ำเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับต้นไม้



รูปที่ 1 เครื่องต้นแบบ

## วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องแปรรูปเศษ  
 อาหารขนาด 30 ลิตร
2. เพิ่มระดับการผลิต (Scale up produc-  
 tion) น้ำหมักชีวภาพจากการแปรรูปเศษอาหาร ให้  
 ได้ประมาณ 10 ลิตรต่อวัน
3. ศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำหมัก  
 เศษอาหารเพื่อนำไปพัฒนาเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพ
4. ทดสอบการใช้น้ำหมักที่ได้จากเครื่อง  
 แปรรูปเศษอาหารในการใช้เป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพเปรียบ  
 เทียบกับการใช้ปุ๋ยน้ำเคมี (ปุ๋ยยูเรีย 0.1%)
5. ศึกษาและวิเคราะห์ความปลอดภัยใน  
 ปุ๋ยน้ำชีวภาพ

ระยะเวลาโครงการ 12 เดือน เริ่มต้นเดือน  
 พฤศจิกายน 2547

## แนวทางปฏิบัติ

1. การพัฒนาและสร้างเครื่องแปรรูปเศษ  
 อาหาร
  - 1.1 เครื่องแปรรูปนั้นจะมีขนาด 30 ลิตร  
 ทำจากพลาสติกใส (Acrylic) ในแนวนานกับพื้น  
 ลักษณะคล้ายกับเครื่องต้นแบบที่สร้างมาก่อน โดยมี

ความยาว 96 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ซม. แบ่งออกเป็นสี่ส่วน ในแต่ละส่วนจะมีช่องด้านบนไว้สำหรับเก็บตัวอย่าง ในส่วนที่ 1 จะมีช่องสำหรับเติมเศษอาหาร เครื่องนี้จะบดอาหารด้วยใบพัดกวนที่ทำจากสแตนเลสกันสนิมและสามารถควบคุมความเร็วได้ ส่วนที่ 4 เป็นส่วนสำหรับเก็บพักเศษอาหารหลังจากการย่อยสลาย (finished product) ซึ่งจะนำไปใช้ในการทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ (bioextracts) ต่อไป

1.2 ลักษณะการย่อยสลายของเครื่องแปรรูปเศษอาหารนั้น จะทำงานโดยอาศัยเศษอาหารใหม่เคลื่อนที่แทนเศษอาหารที่ย่อยสลายแล้ว โดยทำการเติมเศษอาหารใหม่ในส่วนที่ 1 จนเต็มแล้วเศษอาหารจะเคลื่อนไปยังส่วนที่ 2 เมื่อส่วนที่ 2 เต็มก็จะเคลื่อนย้ายไปส่วนที่ 3 ต่อไป

1.3 การทดลองแปรรูปเศษอาหารโดยใช้เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น จะดำเนินการโดยที่สภาวะการหมักอุณหภูมิห้อง และมีการเติมเศษอาหารครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัม พร้อมกับเชื้อรา *A. oryzae* Trade name OzyKat-1™ ปริมาณ 10<sup>5</sup> สปอร์/กรัมอาหาร และปูนขาว 0.2 เปอร์เซ็นต์ อย่างต่อเนื่องทุกวัน และเก็บตัวอย่างน้ำหมักเศษอาหารนำมาวัดพีเอช ค่ากรดทั้งหมด และวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเศษอาหาร

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำชีวภาพ

2.1 ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ทางเคมีและจุลชีววิทยา ได้แก่ ค่าสารอาหารต่างๆ หรือ ค่า N/P/K, ปริมาณ TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), TP (Total Phosphorus), TK (Total Potassium), C/N ratio, ค่าความชื้น (% moisture), และ ค่าของแข็ง (% Total solid) โดยใช้วิธีของ Standard Methods for the examination of Water and Waste Water, APHA-AWWA-WPCF (2004), ปริมาณกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ (organic acids), ปริมาณแอลกอฮอล์ และชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate counts)

เช่น เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียแลคติก (Total lactic acid bacteria) และอื่นๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ยน้ำ

2.2 ปุ๋ยน้ำชีวภาพจะถูกนำไปศึกษาถึงผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชที่จะใช้ในการทดลองนี้คือผักบุงจิ้น เนื่องจากผักบุงจิ้นนั้นจะสามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ติดโรคยาก เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยเมล็ดพันธุ์ผักบุงจิ้นจะถูกนำไปแช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วนำมาตากให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้โดยวิธีการหยอดหลุม ระยะห่างหลุมละ 15 ซม. หลุมละ 3-5 เม็ด เมื่อเมล็ดงอกเป็นต้นกล้ามีใบ 2-3 ใบแล้วให้ถอนต้นกล้าออกเหลือเพียงหนึ่งต้นต่อหนึ่งหลุม

2.2.1 น้ำปุ๋ยชีวภาพที่ได้นั้นโปรดต้นผักบุงจิ้นในแปลงผักสี่แปลง ซึ่งมีขนาด 0.8 x 6 เมตร แต่ละแปลงจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนจะได้รับ treatment ต่างๆ กัน ดังนี้

**Treatment 1:** เข้าน้ำประปา 10 ลิตร เย็นรดน้ำประปา 10 ลิตร

**Treatment 2:** เข้าน้ำประปา 10 ลิตร เย็นรดน้ำปุ๋ยชีวภาพที่เจือจางในน้ำประปา 500 เท่า 10 ลิตร

**Treatment 3:** เข้า และ เย็น รดน้ำปุ๋ยชีวภาพที่เจือจางในน้ำประปา 500 เท่า 10 ลิตร

**Treatment 4:** เข้าน้ำประปา 10 ลิตร เย็นรดน้ำปุ๋ยยูเรีย 0.1% 10 ลิตร

การวาง treatment ต่างๆ นั้นจะสลับกันแบบ Latin Square Layout (Ciba and Geigy, 1992) ไปมาดังนี้:

3	1	2	4
1	4	3	2
4	2	1	3
2	3	4	1

2.2.2 การเจริญเติบโตของผักจะถูกบันทึกโดยการวัดความสูงและจำนวนใบทุก ๆ 48

ชั่วโมง และเมื่อผักเจริญเติบโตเต็มที่ ความสูง จำนวน ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจะถูกบันทึกไว้ เปรียบเทียบการเจริญเติบโต

3. การศึกษาและตรวจสอบความปลอดภัยทางด้านจุลชีววิทยาและด้านเคมีในปุ๋ยน้ำชีวภาพ ดำเนินการโดยนำตัวอย่างน้ำปุ๋ยหมักชีวภาพมาหา จำนวนเชื้อทั้งหมด (Total plate counts), ปริมาณ เชื้อก่อโรค เช่น เชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp., และ เชื้อ *Staphylococcus* spp. การวิเคราะห์ปริมาณ สารโลหะหนัก และ toxicity ของปุ๋ยน้ำชีวภาพ

4. การวางแผนทางสถิตินั้นจะมีการซ้ำ 3 duplicates ต่อ 1 treatment แล้ว analyze ทาง สถิติด้วย Least Square Means Analysis (LSM) และ student t-test ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัย สำคัญเท่ากับ 5% ( $\alpha = 0.05$ )

## ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องแปรรูปเศษอาหารที่มีความจุ 30 ลิตร และสามารถผลิตน้ำหมักโดยการย่อยสลายด้วยเชื้อ จุลินทรีย์ได้วันละประมาณ 10 ลิตร ซึ่งเครื่อง แปรรูปนี้จะมีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการ กำจัดขยะสดและเศษอาหารในระดับหมู่บ้าน โรงเรียน หรือโรงงานขนาดเล็ก

2. ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จากเครื่องแปรรูปเศษ อาหารนั้นจะสามารถช่วยปรับปรุงผลผลิตทาง เกษตรกรรมได้ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยน้ำเคมี (0.1% ปุ๋ยยูเรีย)

3. การเพิ่มระดับการผลิตในการแปรรูปเศษ อาหารเพื่อพัฒนาไปสู่ระดับโรงอาหาร หรือหมู่บ้าน ในอนาคต

4. ข้อมูลความปลอดภัยของน้ำปุ๋ยหมัก ชีวภาพเปรียบเทียบกับน้ำปุ๋ยหมักชีวภาพอื่นๆ เช่น EM.

## บรรณานุกรม

รจ วัลยะเสวี, ชลธิชา ขวลิตินิติธรรม และวิทยา รุ่งทิวาสวรรณ (2544). รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่อง “การศึกษาหาปัจจัย และสภาวะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายเศษอาหารและการทดลองย่อยสลายเศษอาหารในเครื่องต้นแบบ”. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544.

..... “รายงานการศึกษาหาปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายเศษอาหารและการทดลอง ย่อยสลายเศษอาหารในเครื่องต้นแบบ”. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2543.

Thobagious, G., Theisen, H., Vigil, S.. *Integrated solid waste Management. Engineering principles and mangement issues.* Mcgraw-Hill International Editions. (1993).

Theisen, H., Maxfield, P.L., Lynch, G.E.. “Solid Waste Mangement Planning: A Methodology”. *Journal of Environmental Health.* Vol. 38, No. 3. ,1975.