



## แนะนำปุ๋ย โบกาฉิ กับ การปรับปรุงดิน

สาร เอกโค เอเชีย ภาคพิเศษสำหรับสาร ECHO Development Notes  
ฉบับที่ 16 เดือนมีนาคม 2013

โดย ริค เบอร์เน็ต

ผู้อำนวยการ ศูนย์ เอกโค เอเชีย อิมแพค

### แนวคิดสำหรับปุ๋ยโบกาฉิ

ในปัจจุบันนี้ เกษตรกรและชาวสวนทุกแห่งทั่วโลกกำลังนำวิธีการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยที่เรียกว่าโบกาฉิมาใช้ โบกาฉิเป็นคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่อาจแปลตรงตัวเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยไม่ได้ความหมายครบถ้วน ตามความเห็นของคุณยูกิโกะ โอวานากิ เจ้าหน้าที่ของสถาบันพัฒนาชนบทแห่งเอเชีย (Asian Rural Institute หรือ ARI) ในประเทศญี่ปุ่น อย่างไรก็ตามโบกาฉิทุกชนิดล้วนผลิตมาจากขบวนการหมัก

มีโบกาฉิอย่างน้อยสองประเภทที่นักการเกษตร ชาวนาและชาวสวนทำการส่งเสริมและใช้กันอยู่ ประเภทแรกเราจะเรียกว่าเป็น**ปุ๋ยหมักโบกาฉิ** และอีกประเภทหนึ่งเป็น**โบกาฉิเศษอาหาร** ซึ่งทั้งสองประเภทจะมีการอธิบายไว้ในบทความนี้

### ปุ๋ยหมักโบกาฉิ

ปุ๋ยหมักโบกาฉิที่ได้รับการส่งเสริมและนำไปใช้โดยสถาบัน ARI และองค์กรอื่นๆในเอเชียนั้นประกอบไปด้วยมูลสัตว์แห้งและดินจากป่าเป็นส่วนใหญ่ ตามคำอธิบายของคุณยูกิโกะ มูลสัตว์จะมีธาตุอาหารและสารอินทรีย์ ส่วนดินจะเป็นตัวช่วยรักษาธาตุอาหารไม่ให้เสีย ช่วยดูดซับกลิ่นเหม็นและเป็นที่ย่อยอย่างดีสำหรับจุลินทรีย์ ถ้ามีการเติมถ่าน (เช่น แกลบดำหรือผงถ่านจากไม้) เข้าไปจะเป็นการเสริมประสิทธิภาพการทำงานในดินให้ดียิ่งขึ้น ต่อไปนี้เป็นส่วนประกอบต่างๆของโบกาฉิที่สถาบัน ARI แนะนำไว้:

- **มูลสัตว์แห้ง** ควรมีสัดส่วนร้อยละ 50-60 ของส่วนประกอบทั้งหมดของปริมาณโบกาฉิที่ทำ ซึ่งอาจเป็นมูลสัตว์จากวัว หมู แพะ ไก่ เป็ด ควายน รวมถึงมูลของค้างคาว
- **ดินจากป่า** ควรมีสัดส่วนร้อยละ 20-30 ของส่วนประกอบทั้งหมด
- **รำข้าว** เป็นแหล่งโปรตีนของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ควรมีสัดส่วนร้อยละ 10-20



- **แกลบดำ** ควรมีสัดส่วนร้อยละ 5-10
- ถ้าเป็นไปได้ อาจใส่จุลินทรีย์ท้องถิ่น(IMO)ที่มีประโยชน์ในปริมาณเล็กน้อย โดยเก็บจากป่าหรือพื้นที่เพาะปลูก และอาจใส่รำหมักชีวภาพ (FPJ) หรือกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ(EM) ที่จะช่วยในขบวนการหมัก โดยการใส่นั้นควรผสมกับน้ำ (ดูรายละเอียดที่บทความ *Multiplication and Use of Soil Microorganisms*, EDN 110, January 2011 by Dawn Berkelaar; <http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue110.pdf>) แม้สารละลายจุลินทรีย์เสริมนี้จะมีคำแนะนำว่าเป็นการช่วยกระตุ้นขบวนการหมักในการผลิตโบกาฉิ แต่ถ้าไม่สามารถหาสารละลายเสริมนี้ได้ก็ไม่ถือว่าเป็นอุปสรรคในการทำปุ๋ยหมักโบกาฉิเพราะจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นั้นมียูอยู่แล้วในดินและในมูลสัตว์

สถาบัน ARI แนะนำว่าการผสมส่วนประกอบเหล่านี้ทำได้ด้วย

การเทส่วนผสมทั้งหมดเป็นกองและใช้พลั่วพลิกผสมไปมาให้เข้ากัน และในขบวนการผสมและการหมักนี้ควรทำในร่มใต้หลังคาเพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดด ฝนและลม ขณะที่ใช้พลั่วผสมให้เติมน้ำ (ที่มีหรือไม่มี IMO, EM และ/หรือ FPJ) ในสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 ซึ่งระดับความชื้นนี้อาจตรวจสอบได้ด้วยการนำเอาส่วนผสมที่ผสมน้ำแล้วมาหนึ่งกำมือและบีบให้แน่น ถ้าไม่มีน้ำไหลออกมาโดยส่วนผสมยังอยู่ในรูปเดิมเมื่อแบมือและเมื่อเอานิ้วไปเคาะแล้วส่วนผสมแตกออก แสดงว่าได้ระดับความชื้นที่เหมาะสมแล้ว



นักศึกษาARIกำลังทำโบกาฉิ ในภาพ: Fr MacDonald จากมาลาริ(บนซ้าย), Eleazer จากอินเดีย (ล่างซ้าย) และ Gani จากอินโดนีเซีย (ล่างขวา) (ภาพจาก ARI)

**ปุ๋ยหมักโบกาฉิที่ผสมเสร็จใหม่นี้อาจใช้ฟางข้าวคลุมไว้ (หรือใช้วัสดุแห้งคล้ายกันนี้ที่หาได้) เพื่อรักษา ระดับความชื้นและความร้อนไว้ และทำการกลับกองเมื่อมีความร้อน (ประมาณ 60 องศาเซลเซียส) โดยปกติ แล้ววันละครั้ง ส่วนความชื้นควรตรวจสอบและปรับให้เป็นที่ร้อยละ 50 ถ้าจำเป็น เมื่ออุณหภูมิของปุ๋ยหมักโบกาฉิคงที่และเท่ากับอุณหภูมิในอากาศรอบๆบริเวณ และไม่ได้กลิ่นมูลสัตว์แล้ว แสดงว่าปุ๋ยหมักนี้พร้อมใช้ แล้ว และปุ๋ยนี้อาจนำไปทำให้แห้งและเก็บไว้ได้นาน 6 เดือนถึงหนึ่งปี**

เนื่องจากธาตุอาหารของปุ๋ยหมักโบกาฉิที่ทำเสร็จแล้วนี้ค่อนข้างเข้มข้น และส่วนผสมที่ต้องใส่เช่นรำข้าวอาจต้องไปซื้อ มา สถาบัน ARI จึงแนะนำว่าควรนำไปใช้อย่างประหยัด โดยอาจนำไปใส่เฉพาะบริเวณเหนือรากของต้นไม้ที่กำลังโต หรือผสมกับดินที่จะใช้ปลูกพืช

เอดโค เอเซียพบว่ามิข้อมูลอยู่น้อยมากเกี่ยวกับส่วนประกอบธาตุอาหารในปุ๋ยหมักโบกาฉิ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความ หลากหลายของส่วนผสมปุ๋ยหมักโบกาฉิ "ที่ตัวเอง" ในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ในปี 2011 องค์การพัฒนาในประเทศ เมียนมาร์ได้นำผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักโบกาฉิของตนเองมาวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยแมโจ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งปุ๋ยหมักโบกาฉิชนิดนี้ประกอบไปด้วยส่วนผสมของมูลไก่แห้ง (100 กก), ดินจากป่าไม้ (80 กก), กระจูดป่น (45 กก), รำข้าว (30 กก), ถั่วลิสงอัดก้อน (30 กก), ปลาป่น (30 กก), ขี้เถ้าจากฟืน (15 กก), แกลบดำ (15 กก), น้ำตาลแดง (1 กก), และ น้ำส้มคว้นไม้ (4 ลิตร) ซึ่งสูตรโบกาฉิที่ค่อนข้างเข้มข้นนี้มีส่วนผสมที่มาเสริมธาตุอาหารหลัก เช่นกระจูดป่นที่มาจากแทน ฟอสฟอรัส รวมถึงปลาป่นและถั่วอัดก้อนที่แทนไนโตรเจน

จากตัวอย่างสองชุดของโบกาฉิชนิดนี้ ผลของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้มีดังต่อไปนี้ (โดยเฉลี่ย):  
ค่า pH - 6.82; ค่าความนำไฟฟ้า (EC) - 10.34 dS / m; ไนโตรเจนทั้งหมด (N) - 1.93%; ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) - 2.47%; โปตัสเซียมทั้งหมด (K) - 1.31%

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติในประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานสำหรับปุ๋ยหมักเพื่อการค้าที่ใช้ กับปุ๋ยชีวภาพทั่วไป โดยตามมาตรฐานอย่างเป็นทางการนี้ ค่าเฉลี่ย pH ของตัวอย่างโบกาฉิจากเมียนมาร์(6.82) ตกอยู่ในช่วงค่าที่เป็นที่ยอมรับได้คือ 5.5-8.5 อย่างไรก็ตามค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยของตัวอย่างนี้ (10.34 dS / m) ถือว่าสูงกว่าค่ากำหนดที่ค่า EC ของปุ๋ยหมักเพื่อการค้าต้องต่ำกว่าหรือเท่ากับ 3.5 dS / m และยิ่งสูงกว่าค่ากำหนดของปุ๋ย ธรรมชาติของกรมส่งเสริมการเกษตรของไทยที่ต้องต่ำกว่า 6 dS / m การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย N-P-K ของตัวอย่างจาก เมียนมาร์อยู่ที่ 1.93-2.47-1.31 ซึ่งสูงกว่าค่ากำหนดของรัฐบาลไทยที่ให้ปุ๋ยหมักเพื่อการค้าต้องมี N ค่ามากกว่าหรือ เท่ากับ 1.0 % จากน้ำหนัก, ต้องมี P มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 % จากน้ำหนัก และต้องมี K มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 % จากน้ำหนัก

ข้อจำกัดสำคัญสำหรับตัวอย่างโบกาฉิจากเมียนมาร์คือระดับค่า EC ที่สูง โดยค่า EC นั้นวัดจากปริมาณเกลือที่ละลายน้ำ ได้ในตัวกลาง วัสดุที่เป็นส่วนประกอบของปุ๋ยส่วนใหญ่ (เช่น ในเดรด, แอมโมเนียม, ฟอสเฟต, โปตัสเซียม) มีส่วนต่อ ค่า EC (Whipker and Cavins) วัสดุชีวภาพเช่นยูเรีย ก็มีส่วนต่อค่า EC หลังจากที่ถูกเปลี่ยนจากสารที่ละลายไม่ได้ กลายเป็นสารละลาย ค่า EC ในระดับที่สูงอาจมีผลให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี เนื่องจาก "การไหม้" ที่มีสาเหตุจากเกลือ ในระดับที่เข้มข้นในสารละลาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้อย่างยิ่งที่ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยธรรมชาติเช่นโบกาฉิจะต้องรู้ค่า EC และ ระมัดระวังเกี่ยวกับปริมาณที่ใช้บำรุงพืชผล

คุณ เบน ฆวน ซึ่งทำการเพาะปลูกในพื้นที่ลึกลับกว่าไร่ในเมืองบัตดาแบง ประเทศกัมพูชา ได้เล่าให้ฟังถึงประสบการณ์ เกี่ยวกับปุ๋ยหมักโบกาฉิ โดยคุณ เบนได้ใส่ปุ๋ยนี้ประมาณ 30 กก. ต่อพื้นที่นาข้าว 1 ไร่ ที่มีข้าวอายุไม่ถึง 1 เดือน ปุ๋ยโบกาฉิที่ใช้ปริมาณ 600 กก. นั้นประกอบไปด้วยมูลสัตว์แห้ง 200 กก., ดินจากป่าไม้ 200 กก., รำข้าว 100 กก., ผงถ่าน จากไม้ 100 กก. และสารละลายน้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร

หลังจากที่คุณเบน ฆวน ใส่ปุ๋ยโบกาฉินี้เป็นเวลา 1 เดือน ไม่มีผลที่มองเห็นได้ด้วยตาทันทีจากปุ๋ยธรรมชาตินี้ เขาจึงเริ่ม หอดหวังว่าจะเห็นผลกำไรจากการลงทุนของตน เขายอมรับว่าเพื่อนบ้านหัวเราะใส่เขาและถามว่า "ไปใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำไม?" ในทางตรงกันข้าม นาข้าวของเพื่อนบ้านเขากลับมีสีเขียวสด เพราะได้ใส่ปุ๋ยเคมีที่เขาประมาณว่าน่าจะ ประมาณ 30-50 กก. ต่อไร่

แต่ต่อมาประมาณ 2 อาทิตย์ก่อนที่ต้นข้าวจะออกรวง เบน ฆวนได้ฉีดพ่นต้นข้าวด้วยสารละลายน้ำหมักชีวภาพที่ผสมกับ กากน้ำตาล โดยฉีดในช่วงเย็นหรือขณะพระอาทิตย์ขึ้น [บท: *ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับสูตรหรืออัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพ และเท่าที่ทราบไม่มีความสัมพันธ์ใดจากผลของน้ำหมักต่อต้นข้าว*] ในขณะเดียวกันนั้น เขาเริ่มเห็นว่าสีของ

ต้นข้าวเริ่มเปลี่ยนจากเขียวอ่อนกลายเป็นสีเขียวแก่ คุณเบงบอกว่า "ผมดีใจมากและจากนั้นเพื่อนบ้านผมก็มาดูทุกวัน แล้วก็ถามผมถึงวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์"

เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว คุณเบง งามพบว่าผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นมาก เขาบอกว่า "เมื่อก่อน เราผลิตข้าวได้ 170 -250 กก. ต่อไร่ แต่ปีนี้เราได้ 500- 600 กก. ต่อไร่ ผมชอบคุณพระเจ้าจริงๆ ปีหน้าผมจะต้องใส่ปุ๋ยในช่วงไถนา ครั้งแรกด้วย"

## โภชนาการอาหาร – วิธีแก้ปัญหาเฉพาะอาหารที่เกิดขึ้นในโลก

องค์การอาหารและการเกษตร (FAO) แห่งสหประชาชาติรายงานว่าประมาณหนึ่งในสามของอาหารที่ผลิตสำหรับการบริโภคของมนุษย์ในทุกปีนั้น มีประมาณ 1.3 ล้านตันที่ไม่ได้ใช้หรือกลายเป็นขยะไป อย่างไรก็ตาม เฉพาะอาหารที่ต้องทิ้งไปต่อคนในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ (คาดว่าอยู่ที่ 95-115 กก. ต่อปี) มีความแตกต่างอย่างมากพอสมควรเมื่อเทียบกับผู้บริโภคในแอฟริกาใต้ทะเลทรายสะฮาราและเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ที่ทิ้งเศษอาหารไปเพียง 6-11 กก. ต่อปี)

ผู้บริโภคมักซื้ออาหารมาในปริมาณที่มากเกินไปกว่าที่จะรับประทานหมด หรือวางแผนผิดพลาดในการซื้ออาหารมาในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้ต้องมีการทิ้งอาหารไปก่อนที่อาหารนั้นจะถึงวันหมดอายุ และในการรับมือกับปัญหานี้ องค์การ FAO แนะนำว่าผู้บริโภคในประเทศที่ร่ำรวยควรได้รับการสอนว่าการทิ้งอาหารโดยไม่จำเป็นนั้นเป็นพฤติกรรมที่ไม่ควรได้รับการยอมรับ นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำว่าการจำกัดที่มาของแหล่งอาหารตามธรรมชาติเพื่อช่วยลดการสูญเสียอาหารน่าจะเป็นวิธีที่ได้ผลกว่าการเพิ่มการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงประชากรที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

นอกเหนือจากการสูญเสียศักยภาพในการเลี้ยงดูประชากรโลก การสูญเสียเงินของบุคคล ครอบครัว และธุรกิจแล้ว อาหารที่ถูกทิ้งไปยังส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมด้วย อาหารที่ทิ้งไปในขยะเป็นแหล่งที่มาของแมลงวัน กลิ่นเหม็น และโรคภัยที่อาจเกิดขึ้นตามมา และเมื่อถูกทิ้งไปในบ่อเก็บขยะ เศษอาหารเหล่านี้จะผลิตก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

แม้การทิ้งเศษอาหารส่วนหนึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในครัวเรือนหรือในสถานที่ประกอบอาหารอื่นๆ แต่ก็มีพื้นที่การเกษตรและสวนครัวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ได้ประโยชน์จากเศษอาหารเหลือทิ้ง ตัวอย่างได้แก่:

- เมื่อมีเศษอาหารที่เหมาะสมและไม่มีไขมัน เช่นผลไม้หรือผักที่เก็บไว้นานจนใช้ไม่ได้แล้ว และใช้เดิมลงไปปุ๋ยหมักเพื่อให้วัสดุที่อุดมไปด้วยสารอาหารเหล่านี้ถูกนำกลับไปใช้ใหม่เพื่อใช้ผลิตผลไม้และผักขึ้นมาอีก โดยเศษอาหารที่เป็นไขมันและเป็นพวกเนื้อสัตว์ไม่ควรใส่เป็นส่วนประกอบของปุ๋ยหมัก เพราะอาจกลายเป็นแหล่งของแมลงวัน หนูและสัตว์อื่น ๆ รวมถึงกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ด้วย
- ปุ๋ยไส้เดือน (ใช้ไส้เดือนเพื่อย่อยสลายของเสีย) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการผลิตตัวปรับปรุงดินให้กับพื้นที่เพาะปลูกและสวนครัว แต่ทั้งนี้เศษอาหารที่เป็นไขมันและเป็นพวกเนื้อสัตว์ไม่ควรที่จะนำมาเป็นส่วนผสม
- การให้เศษอาหารที่เหมาะสมเพื่อเลี้ยงสัตว์เช่น ไก่และหมู การใช้เศษอาหารเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับระบบก๊าซชีวภาพในครัวเรือน เศษอาหารที่เหมาะสมเช่นเปลือกผลไม้และผัก รวมถึงข้าวและผักที่ทำให้อุณหภูมิสูงแล้ว สามารถนำไปใส่ในถังหมักก๊าซชีวภาพได้ (Vig, หน้า 23) ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบก๊าซชีวภาพในครัวเรือนที่สามารถใช้เศษอาหารและเชื้อเพลิงชนิดอื่นสามารถดูได้ที่:
  - *Appropriate Rural Technology Institute (ARTI) webpage - ARTI Biogas Plant: A Compact Digester for Producing Biogas from Food Waste* [http://www.arti-india.org/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=45](http://www.arti-india.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=45)
  - *Heifer International Biogas Manual (PDF)* <http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Biogas - Heifer International.pdf>



- *Baron Small-Scale Biogas Digester* (link from the Border Green Energy Team website) <http://www.habmigern2003.info/biogas/Baron-digester/Baron-digester.htm>

วิธีที่ใช้ได้ดีอีกวิธีหนึ่งในการนำอาหารทุกชนิดมาใช้เพื่อเปลี่ยนเป็น**ไบโกาสิพิเศษอาหาร** ซึ่งเป็นไบโกาสิประเภทที่สองที่เราจะพูดถึง ไบโกาสิพิเศษอาหารนี้เป็นตัวปรับปรุงดินที่ผลิตขึ้นจากการหมักเศษอาหารภายใต้ภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ขบวนการหมักจะทำให้วัสดุที่ใช้ไม่เน่าเสียซึ่งโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นกับภาวะที่มีออกซิเจน ผลผลิตจากไบโกาสิพิเศษอาหารนี้จะทำให้คริวเรือนหรือหน่วยงานที่ใช้ได้ประโยชน์คือ:

- เป็นวิธีที่สะดวกและจัดการได้ไม่ยากในการลดปริมาณขยะในบ้านหรือจากหน่วยงานที่จะนำไปทิ้งที่บ่อขยะ โดยวิธีการนี้เป็นการนำเศษอาหารกลับมาใช้ใหม่ (รวมถึงอาหารที่มีความมัน เศษเนื้อและเศษไขมัน) โดยไม่มีกลิ่นและความสกปรกที่ไม่พึงประสงค์
- มีตัวปรับปรุงดินที่จะปรับปรุงโครงสร้างดินในสวนครัวให้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ รวมถึงเป็นประโยชน์กับอินทรีย์วัตถุในดินด้วยเช่นกัน

การผลิตไบโกาสิพิเศษอาหาร ทำได้ด้วยการเก็บรวบรวมเศษอาหารไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและได้รับการปลูกเชื้อจากตัวนำ เช่นรำข้าวที่มีกลุ่มจุลินทรีย์หมัก (เช่นแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกธรรมชาติ, ยีสต์, แบคทีเรียสังเคราะห์แสง) โดยแหล่งที่จะหาจุลินทรีย์เหล่านี้ได้คือจากผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า **อีเอ็ม (Effective Microorganisms หรือ EM)** ที่มักมีขายอยู่ทั่วไปในสูตรต่างๆ แหล่งของจุลินทรีย์ที่คล้ายกันแต่อาจไม่มีขายได้แก่**จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในท้องถื่น (IMO-1 หรือ -2)** ที่อธิบายไว้ในบทความ *Writer's Supplement* ของ Berkelaar ที่เว็บไซต์ <http://www.echonet.org/repository#938:d:Issue110Supplement>

แต่ละชั้นบางๆของเศษอาหารนี้ให้โรยชั้นด้วยตัวนำเชื้อคือรำข้าว โดยโรยให้ทั่ว สลับกันไปกับชั้นเศษอาหารให้เต็มภาชนะ เก็บไว้ในภาชนะที่ไม่มีออกซิเจน แล้วเชื้อจุลินทรีย์จะแพร่จนทั่วเศษอาหารและหมักเศษอาหารที่ใส่ไป

ถ้าทำอย่างถูกต้องแล้ว จะไม่มีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นเน่าเสียเลย เศษอาหารที่หมักเสร็จแล้วนี้สามารถเก็บไว้ได้เป็นระยะเวลาเป็นเดือนจนกว่าจะนำไปใช้ในดิน สุดท้าย หลังจากระยะเวลาหลายอาทิตย์ที่นำไปผสมกับดินในสวนครัว ไบโกาสินี้จะกลายเป็นเหมือนดิน เป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดินสำหรับต้นไม้

ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จากการนำไบโกาสิพิเศษอาหารมาวิเคราะห์ในห้องทดลอง ระดับ N-P-K ที่ได้เปรียบเทียบกับปุ๋ยธรรมชาติอื่นๆและมูลสัตว์มีดังนี้ (Silva and Uchida):

- ไบโกาสิพิเศษอาหาร 2.39 – 0.77 – 0.97
- ปุ๋ยไส้เดือน 0.5 - 0.5 – 0.3
- เลือดป่น 13 – 2 – 0
- ชีวไก่ 4.4 – 2.1 – 2.6
- ชีววัว 2.4 – 0.7 – 2.1

#### การทำรำข้าวที่เป็นตัวนำเชื้อสำหรับไบโกาสิพิเศษอาหาร

ตัวนำเชื้อส่วนใหญ่แล้วคือรำข้าวที่นำมาปรับคุณภาพด้วย EM เพื่อใช้เพาะเชื้อเศษอาหารด้วยกลุ่มจุลินทรีย์หมักที่จำเป็นสำหรับการทำไบโกาสิพิเศษอาหาร ต่อไปนี้เป็นส่วนผสมและวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเพาะเชื้อให้ตัวนำของไบโกาสิในปริมาณที่ไม่มากนัก (5 กิโลกรัม):

- รำข้าว 5 กก.
- EM 20 มล. (1.4 ช้อนโต๊ะ) •1® (EM สูตรหัวเชื้อที่มีขายทั่วไป) หรือ จุลินทรีย์ในท้องถื่น (IMO-1/IMO-2)
- กากน้ำตาล 20 มล. (1.35 ช้อนโต๊ะ)
- น้ำ 1 ลิตร



#### ขั้นตอนการทำ:

1. ทำการกระตุ้นและขยายจุลินทรีย์ EM ให้มีปริมาณพอสำหรับการทำตัวนำเชื้อที่เป็นรำข้าว 5 กก. ด้วยการละลายกากน้ำตาล 20 มล. ในน้ำ 1 ลิตร (ควรใช้น้ำที่ไม่มีคลอรีน) พร้อมกับ EM•1® 20 มล หรือ IMO-1/IMO-2 เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติกปิดฝาทิ้งไว้ 5-7 วันให้พ้นจากแสงแดด ให้เปิดฝาปล่อยก๊าซที่เกิดขึ้นออกมาอย่างรวดเร็ววันละหนึ่งครั้ง (ถ้าจำเป็น)





- หลังจากนั้น ผสมสารละลาย EM หรือ IMO-1/IMO-2 กับรำข้าว 5 กก. ให้เข้ากันในถัง พยายามอย่าให้มีส่วนของของเหลวมากเกินไป โดยพยายามให้มีระดับความชื้นในรำข้าวที่ร้อยละ 40-50 การทดสอบปริมาณความชื้นทำได้โดยขณะที่เติมสารละลาย EM หรือ IMO-1 ลงไปนั้นให้คอยปั้นรำข้าวเป็นก้อน ถ้าเป็นปุ๋ยโบกาฉิมัก ถ้าปั้นเป็นก้อนแล้วบีบไม่ควรมีน้ำไหลออกมา และก้อนรำข้าวนั้นอยู่ทรงเป็นก้อนได้เมื่อคลายมือออก แต่ก่อนควรแตกออกเมื่อเอานิ้วเคาะก่อนนั้น เมื่อทำได้แบบนี้ รำข้าวนั้นก็จะถือว่ามีส่วนประกอบความชื้นในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว



ดังนั้น จึงอาจไม่จำเป็นต้องเติมสารละลายทั้งหมดเพื่อทำให้รำข้าว 5 กก. มีความชื้นที่พอดี

- ถ้าใช้ถุงพลาสติกแบบหนา สำหรับการหมัก ให้อัดรำข้าวที่ทำให้ชื้นแล้วนี้ลงไปลงในถุงเพื่อไล่อากาศออก จากนั้นมัดปากถุงให้แน่นหลังจากไล่อากาศออกแล้ว ปล่อยให้รำข้าวไว้โดยไม่ต้องไปทำอะไรกับมัน

เป็นเวลา 2 อาทิตย์หรือมากกว่านั้น

- หลังจากเก็บภายใต้ภาวะใกล้เคียงกับภาวะไร้อากาศเป็นเวลาสองอาทิตย์หรือมากกว่านั้นแล้ว รำข้าวนั้นจะมีกลิ่นหมักเกิดขึ้น และอาจมีราสีขาวขึ้นบ้าง ซึ่งแสดงว่าให้เห็นว่ามีการจุลินทรีย์หมักที่เป็นประโยชน์เกิดขึ้นแล้ว แต่ถ้ามีราสีดำที่ไม่เป็นที่ต้องการเกิดขึ้นแสดงว่ารำข้าวที่เป็นตัวนำเชื้อนี้ได้รับอากาศมากเกินไปหรืออาจถูกปนเปื้อน หรือรำข้าวนี้ถูกเก็บไว้เมื่อมีความชื้นมากเกินไป อย่าวใส่รำข้าวนี้ถ้ามีราสีดำหรือสีเขียวขึ้น
- บีบรำข้าวหมักและชื้นนี้ออกไม่ให้เป็นก้อนแล้วกระจายออกไปบนแผ่นผ้าใบเพื่อตากแดดให้แห้ง โดยประมาณทุกๆ ครึ่งชั่วโมงให้ใช้คราดกระจายรำข้าวนี้ออกเพื่อให้แห้งสนิท
- ใช้ลูกกลิ้งบดรำข้าวที่ยังเป็นก้อนอยู่ ทั้งก้อนเล็กและใหญ่
- เก็บผงรำข้าวแห้งที่มีเชื้อนี้ไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกไว้หรือในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อจะเก็บไว้ได้นานๆ ภายใต้ภาวะที่แห้งและใกล้เคียงกับภาวะที่ไร้อากาศนี้ สามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อยหนึ่งปี

ถ้าต้องการปริมาณของเชื้อที่มากขึ้นเพื่อใช้สำหรับหน่วยงานหรือพื้นที่เพาะปลูก ส่วนผสมที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถนำมาผสมในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้เชื้อโบกาฉิมักอาจทำขึ้นมาจากสูตรที่ใกล้เคียงกันนี้และนำไปใช้ได้ คุณ Keith Mikkelsen แห่งบ้าน Aloha House ที่เมือง Palawan ประเทศฟิลิปปินส์ ใช้ส่วนผสมต่อไปนี้เพื่อนำไปทำเชื้อ:

- เนื้อมะพร้าวแห้งป่น 1 กระสอบ
- แกลบดำ 3 กระสอบ
- รำข้าวคุณภาพต่ำ 3 กระสอบ
- EM ที่ขยายแล้ว 200 มล. ซึ่งเป็นสารละลาย EM ที่ได้รับการกระตุ้นและขยายเชื้อแล้ว เพื่อให้พร้อมสำหรับการใช้งานได้ทันที
- กากน้ำตาล 200 มล.

ที่บ้าน Aloha House ได้นำเนื้อมะพร้าวแห้งป่นมาผสมกับรำข้าวคุณภาพต่ำ 3 กระสอบและแกลบดำ 3 กระสอบ [บก: รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับแกลบดำ ดูได้ที่ลิงค์เกี่ยวกับ *PhilRice Open Type Carbonizer* ที่ <http://terrapreta.bioenergylists.org/philricecarbhu/>] ส่วนผสมนี้ผสมกันแบบแห้งบนพื้นซีเมนต์โดยใช้พลังเป็นเครื่องมือผสม

หลังจากผสมส่วนผสมแห้งแล้ว จึงฉีดสารละลาย EM (ได้จาก EM ขยาย 200 มล. และกากน้ำตาล 200 มล. ผสมกับน้ำ 10 ลิตร) ผสมกับส่วนผสมแห้งเพื่อให้ได้ปริมาณความชื้นที่ต้องการคือร้อยละ 40-50 จากนั้นหมักเชื้อนี้และเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท (เช่นถังพีวีซี หรือภาชนะพลาสติกขนาด 20 ลิตร) จนกว่าจะนำมาใช้

### การหมักเศษอาหาร

เมื่อตัวนำเชื้อนี้พร้อมแล้ว การผลิตโบกาฉิมักเศษอาหารก็สามารถเริ่มได้ โดยนำถังพลาสติกที่มีฝาปิดสนิทมา เอากระดาษหนังสือพิมพ์หรือกระดาษแข็งรองที่ก้นถังเพื่อช่วยซับของเหลวที่เกิดขึ้น (ขั้นตอนนี้เลือกที่จะไม่ทำก็ได้) จากนั้นโรยรำข้าวที่เป็นเชื้อนี้ประมาณหนึ่งกำมือให้ทั่วถัง

จากนั้น สามารถนำเศษอาหาร (ที่ไม่เน่า) มาใส่เป็นชั้นๆ ในถังโดยโรยรำข้าวบางๆ เป็นชั้นชั้นกลางระหว่างชั้นเศษอาหาร รำข้าวนี้ไม่จำเป็นต้องใส่ให้หนา โดยอย่างน้อยที่สุดควรโรยรำข้าวไว้บนชั้นของเศษอาหารที่มีความหนา 1-2 นิ้ว และ

เพื่อเป็นการเพิ่มภาวะไร้อากาศ ให้กดเศษอาหารที่ใส่ลงในถังเพื่อไล่อากาศให้เหลือน้อยที่สุด และใส่เศษอาหารเป็นชั้นไปแบบเดียวกันนี้จนเต็มถัง

ถ้าภาชนะปิดไม่สนิทจริงๆ อาจใช้ถุงพลาสติกช่วยเป็นตัวเสริมในการปิดฝาและถังให้สนิทได้ และถ้าต้องการจะไม่ให้มีอากาศเข้าได้อีก อาจวางถุงพลาสติกอีกชั้นบนเศษอาหารที่อัดแน่นแล้วและทับด้วยสิ่งของที่มีน้ำหนัก เช่นเชียง

ถ้าต้องการให้มีการเลอะเทอะน้อยที่สุด อาจลองแยกของเหลวออกมาจากถัง ถังสำหรับทำโบกาจิเศษอาหารที่มีขายนั่นมีจุดเปิดปิดที่สามารถปล่อยให้ของเหลวที่เรียกว่า "ขาโบกาจิ" ไหลออกมาได้โดยง่าย โดยนำของเหลวนี้ไปเจือจางด้วยน้ำและใช้เพื่อบำรุงต้นไม้



เมื่อถังเต็มแล้ว ยังควรปิดฝาให้แน่นสนิทอยู่เพื่อปล่อยให้เศษอาหารถูกหมักไว้เป็นเวลาอย่างน้อยสองอาทิตย์โดยวางไว้ในที่ที่อากาศเย็น และอยู่ในร่ม จากการหมักของกรดแลคติก อาจมีแรงอัดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเพราะการผลิตก๊าซจะมีน้อยมาก แต่อาจมีราสีขาวเกิดขึ้นด้านบน ซึ่งเป็นตัวที่แสดงให้เห็นว่ามีแบคทีเรียที่มีประโยชน์อยู่ และตามที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ว่าถ้ามีแต่ราสีเทา ดำ หรือเขียวและมีกลิ่นเหม็น แสดงว่าขบวนการหมักอาจไม่ประสบความสำเร็จและควรทิ้งเศษอาหารเหล่านั้นไป ถ้าการหมักเป็นไปอย่างถูกต้อง โบกาจิเศษอาหารสามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเดือนๆ

นอกจากความพยายามที่จะปิดภาชนะหมักของโบกาจิให้สนิทแล้ว แมลงวันลาย (*Hermetia illucens*) ที่โตเต็มวัยอาจเล็ดลอดเข้าไปในถังโบกาจิและวางไข่ ไข่สีเหลืองหรือขาวขนาด 1 มม. จำนวนมากที่พบมักจะถูกฝังตัวภายในแผ่นพลาสติกที่ไขปิดโบกาจิ หลังจากที่มีแมลงวันวางไข่เป็นเวลาหลายวันแล้ว ตัวอ่อนก็จะเริ่มออกมา แต่ถือเป็นเรื่องดีที่ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของแมลงวันลายนั้นไม่ใช่ตัวอันตราย เพราะความจริงแล้วตัวอ่อนเป็นแหล่งโปรตีนอย่างดีสำหรับไก่และปลา โดยอาจนำเอาตัวอ่อนไปให้ไก่หรือปลากิน หรืออาจเอาตัวอ่อนไปใส่ไว้ในบริเวณที่ทำปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยไส้เดือนที่ตัวอ่อนจะมีอาหารกินเพียงพอและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่เราสามารถนำตัวอ่อนที่เกิดขึ้นมาใหม่ไปใช้ประโยชน์ได้จนกว่าจะหมดไป

### การนำโบกาจิเศษอาหารที่หมักแล้วไปใช้เพื่อปรับปรุงดิน

หลังจากที่หมักพอแล้ว ควรนำโบกาจิที่ผ่านขั้นตอนเสร็จแล้วไปฝังไว้ในหลุมหรือร่องยาวในสวนให้ลึกลงไปอย่างน้อย 15-20 ซม. เพื่อไม่ให้โดนรบกวนจากหนูหรือสัตว์อื่นๆ การผสมดินเข้ากับโบกาจิจะช่วยเร่งขบวนการย่อยสลายสุดท้ายนี้ให้เร็วขึ้น

แมลงวันลายเองก็อาจฝังตัวในดินกับโบกาจิที่ฝังไว้ไม่ลึกและวางไข่ในนั้น ซึ่งตัวอ่อนจะปรากฏให้เห็นหลายวันหลังจากนั้น ซึ่งไม่มีอะไรที่ต้องกังวล แต่ถ้าโบกาจิถูกรบกวนก่อนที่จะย่อยสลายไปในดิน อาจทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นได้

หลังจากนั้นเป็นเวลาหลายอาทิตย์ (ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม) โบกาจิที่หมักไว้แล้วนี้จะเปลี่ยนไปเป็นปุ๋ยหมัก ที่มี



ลักษณะเหมือนดิน เมื่อขบวนการย่อยสลายเสร็จสิ้นลง เศษอาหารเหล่านี้จะไม่มียีสหรือกลิ่นเหม็นเลย

เมื่อโบกาจิเศษอาหารนี้ผสมเข้ากับดินแล้วจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารและจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ให้กับดิน และจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นด้วย สัตว์พวก

ไส้เดือน แมลงและสัตว์ขนาดเล็กอื่นๆที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ จะเติบโตได้ดีในปุ๋ยหมักโบกาจิ แล้ว ต้นไม้ก็จะให้ผลผลิตที่ดีด้วยเช่นกัน

### สรุป

ทั้งปุ๋ยหมักโบกาจิและโบกาจิเศษอาหารนั้นทำได้ไม่ยากนักและให้ประโยชน์อย่างมากมาย การใช้โบกาจิทั้งสองแบบนี้ มีแพร่หลายไปทั่วทั้งในประเทศญี่ปุ่นและทั่วโลก แม้จะมีส่วนประกอบและการใช้แตกต่างกันไปบ้างแต่ปุ๋ยโบกาจิและโบกาจิเศษอาหารทั้งสองประเภทสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็วและไม่ยากเพื่อนำไปใช้กับพื้นที่การเกษตรขนาดเล็กและในสวนครัวหลังบ้าน

### อ้างอิง

Beng Ngoun. E-mail communication. January 4, 2013.

Department of Agriculture (Thailand). 2005. Organic Fertilizer: Production, Use, Standards and Quality (translated from ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ). Document 17/2548, ISBN 974-436-479-3. Ministry of Agriculture and Cooperatives.

FAO. 2011. *Cutting food waste to feed the world*. The FAO Media Center. <http://www.fao.org/news/story/en/item/74192/icode/>; accessed May 1, 2013.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2005. *Compost*. Unofficial Translation, ICS Thai Agricultural Standard, TAS 9503 – 2005, ICS 65.080 ISBN 947-403-339. Published in the Royal Gazette Vol.122 Section 114D, 8 December B.E. 2548 (2005). Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.

Mikkelson, K.O. 2011. *A Natural Farming System for Sustainable Agriculture in the Tropics*. Aloha House, Inc. Palawan, Philippines.

Oyanagi, Y. 2010. How to Make Bokashi, a Fermented Fertilizer. *Take My Hand: The Newsletter of the Asian Rural Institute*, December 2010, Nasushiobara-shi, Tochigi-ken, Japan.

Silva, J.A. and R. Uchida, ed. 2000. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/pnm15.pdf>. Accessed May 1, 2013.

Vig, Suyog. 2011. *Biogas Production from Kitchen Waste and to Test the Quality and Quantity of Biogas Produced from Kitchen Waste Under Suitable Conditions*. Seminar report in partial fulfillment of the requirements for Bachelor of Technology. National Institute of Technology Rourkela, Orissa, India.

Whipker, B.E. and T.J. Cavins. 2000. Electrical Conductivity (EC): Units and Conversions. *NCSU Floriculture Research Report*. FLOREX.002, December 2000 North Carolina State University. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/Florex/EC%20Conversion.pdf>, accessed May 20, 2012.