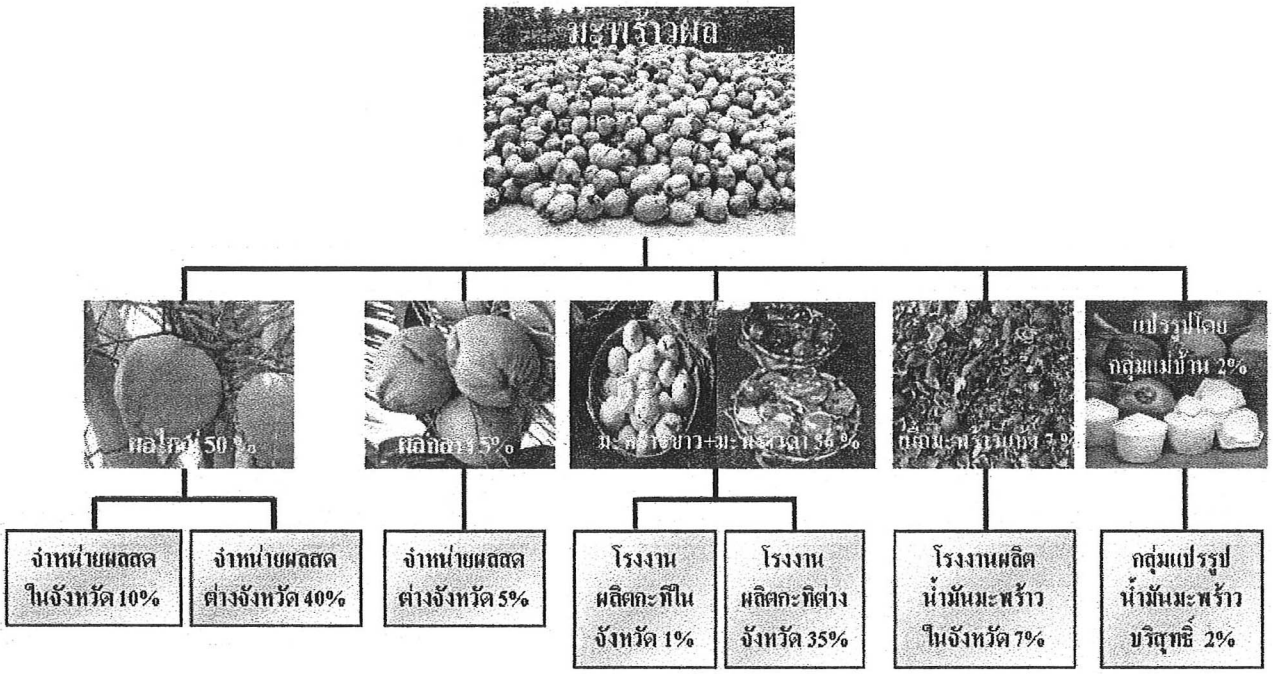
บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวและการนำไปใช้ประโยชน์

จากผลผลิตมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปี พ.ศ. 2550 ประมาณ 0.78 ล้านตัน วิถีตลาดมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีการบริโภคและการแปรรูปภายในจังหวัด ร้อยละ 55 ของปริมาณมะพร้าวทั้งหมด (ประมาณ 0.43 ล้านตัน) ดังรูปที่ 2.1 ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว ได้แก่ เปลือกมะพร้าว (ประกอบด้วย เส้นใย และขุยมะพร้าว) กะลามะพร้าว กากมะพร้าว และน้ำมะพร้าว แต่ส่วนที่เป็นเส้นใยมะพร้าว กะลามะพร้าว และกากมะพร้าว ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด เหลือส่วนของขุยมะพร้าว และน้ำมะพร้าว ยังไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ [ทรงพล คูณศรีสุข และคณะ, 2552]



รูปที่ 2.1 วิถีตลาดมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ปรับปรุงจาก ทศพร ทองเที่ยง, 2548)

ข้อมูลปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า วัสดุเหลือทิ้งทั้งขุยมะพร้าวและน้ำมะพร้าว มีปริมาณ 77,400 ตันต่อปี และ 86 ล้านลิตรต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1) แต่มีการนำไปใช้ประโยชน์เพียง ร้อยละ 20 ที่เหลือ ร้อยละ 80 ถูกปล่อยทิ้งในพื้นที่ ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของคนในชุมชน [ทรงพล คูณศรีสุข และคณะ, 2552]

ตารางที่ 2.1 ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ทรงพล คูณศรีสุข, 2552]

ชนิดวัสดุเหลือทิ้ง[1]	ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว[2] (ตัน)		
	ถูกใช้ประโยชน์	เหลือทิ้ง	รวม
1. เส้นใยมะพร้าว (12%)	51,600 (100%)	-	51,600
2. ขุยมะพร้าว (18%)	15,480 (20%)	61,920 (80%)	77,400
3. กะลามะพร้าว (15%)	64,500 (100%)	-	64,500
4. กากมะพร้าว (14%)	60,200 (100%)	-	60,200
5. น้ำมะพร้าว (20%)	17.2 ล้านลิตร (20%)	68.8 ล้านลิตร (80%)	86 ล้านลิตร

หมายเหตุ 1 หักส่วนที่เป็นเนื้อมะพร้าวออก 21% เหลือส่วนวัสดุเหลือทิ้ง 79% จากมะพร้าวทั้งผล

2 คำนวณจากปริมาณมะพร้าว ปี พ.ศ. 2550 ที่ถูกแปรรูปในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (0.43 ล้านตัน)

สำหรับในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวเพื่อผลิตเป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีกลุ่มผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ประมาณ 30 ราย ในกระบวนการผลิตก่อให้เกิดน้ำทิ้ง ข้อมูลจากการสำรวจ พบว่า มีปริมาณ 840,000 ลิตรต่อปี น้ำทิ้งเหล่านี้ถูกปล่อยทิ้งในพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์มาก [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ, 2551]

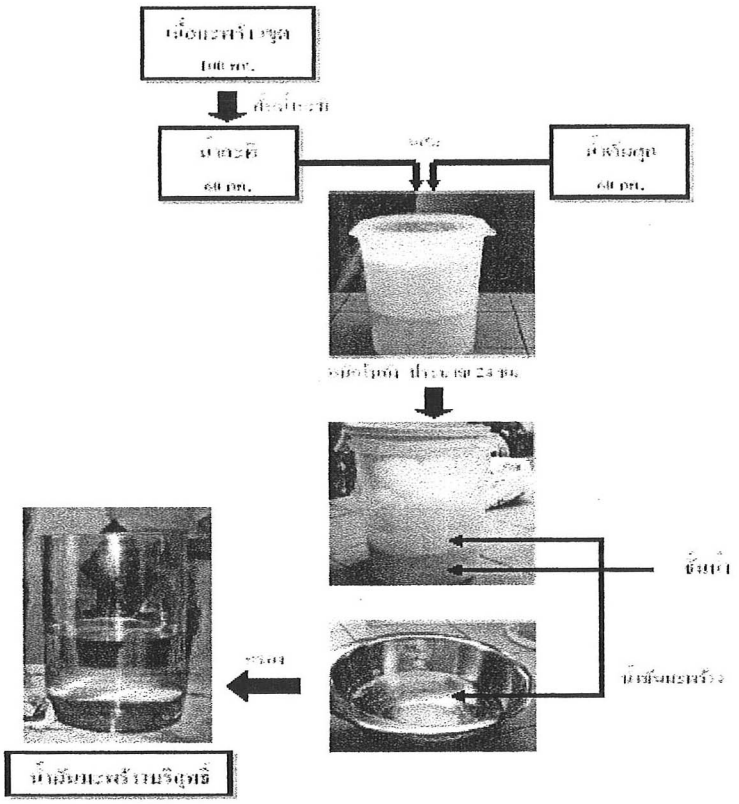
ในงานวิจัยที่ผ่านมาโดยสุดารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ (2551) ได้สนใจนำขุยมะพร้าว น้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มาใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นวัสดุทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่า ขุยมะพร้าวมีปริมาณคาร์บอน ร้อยละ 29.38 ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละ 0.44 คิดเป็นอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 66.13 (ตารางที่ 2.2) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มวัสดุที่ย่อยสลายยาก ในการทำปุ๋ยหมักจำเป็นต้องหมักร่วมกับวัสดุหมักอื่นที่เป็นแหล่งไนโตรเจน เช่น มูลวัว เพื่อปรับอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้ลดลง [ทรงพล คูณศรีสุข และคณะ, 2552]

น้ำมะพร้าวมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ร้อยละ 87.59 (ตารางที่ 2.2) เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ได้ น้ำมะพร้าวประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ ได้แก่ กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ กรดนิวคลีอิก พิวริน (Purine) น้ำตาล วิตามิน และ ธาตุอาหารต่างๆ ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็วของจุลินทรีย์ [นพมณี โทปุญญานนท์, 2545] จึงนิยมนำน้ำมะพร้าวมาผลิตเป็นวุ้นมะพร้าว น้ำส้มสายชู และอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นต้น นอกจากนี้ในการศึกษาที่ผ่านมามีการใช้น้ำมะพร้าวเป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Acetobactor xylinum* เพื่อนำไปใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตวุ้นมะพร้าวในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากในน้ำมะพร้าวประกอบด้วยน้ำตาล และสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ [เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง, 2542]

ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว [ทรงพล คูณศรีสุข, 2552]

สมบัติทางกายภาพและเคมี	วัตถุดิบ	
	ขุยมะพร้าว	น้ำมะพร้าว
1. ความชื้น (%)	6.35±1.12	95.80±0.01
2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.68±0.01	6.25±0.03
3. เถ้า (%)	47.11±9.07	12.41±0.52
4. อินทรียวัตถุ (%)	52.89±9.07	87.59±0.52
5. คาร์บอน (%)	29.38±5.04	48.66±0.29
6. ไนโตรเจน (%)	0.44±0.03	1.59±0.25
7. C/N ratio	66.13±11.3	30.58±0.08
8. ฟอสฟอรัส (%)	0.02±0.01	0.29±0.04

สำหรับน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบวิธีหมัก เกิดจากการแยกชั้นของชั้นครีมน้ำมันมะพร้าว และชั้นน้ำ โดยกรองเอาเฉพาะส่วนน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่เหลือทิ้ง ร้อยละ 80 คือ ชั้นครีมและชั้นน้ำ ดังรูปที่ 2.2 [นฤมล จียโชค และคณะ, 2548]



รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบวิธีหมัก [นฤมล จียโชค, 2548]

สำหรับน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบวิธีหมักในส่วนที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งน้ำทิ้งปนครีมและน้ำทิ้งไม่ปนครีม สุดารัตน์ และคณะ (2551) ได้วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า น้ำทิ้งทั้ง 2 ชนิด มีความเป็นกรดเป็นด่างค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณกรดไขมันทั้งหมดไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2.3) แต่น้ำทิ้งที่ไม่ปนครีม มีปริมาณไขมันและน้ำมันทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่วัดในรูป COD ต่ำกว่าน้ำทิ้งปนครีม อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) นอกจากนี้ ยังตรวจพบกรดไขมันหลายชนิด ซึ่งคาดว่าจุลินทรีย์สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อในการสร้างกิจกรรมการย่อยสลายได้ และยังพบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total Bacteria) ประมาณ $1x10^5$ cfu/ml ในน้ำทิ้งทั้ง 2 ชนิด ดังนั้นจึงเหมาะแก่การเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักได้ [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ, 2551]

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล, 2551]

สมบัติทางกายภาพและเคมี	น้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	
	น้ำทิ้งปนครีม	น้ำทิ้งไม่ปนครีม
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	4.03±0.01	4.06±0.01
2. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%TS)	5.45±0.35	2.450.23
3. ปริมาณไขมันและน้ำมันทั้งหมด (% w/v)	4.04±0.01	0.16±0.01
4. ปริมาณกรดไขมันทั้งหมด (%)		
- กรดแคพริวลิค	0.48±0.00	0.40±0.00
- กรดแคพริค	0.30±0.00	0.20±0.00
- กรดลอริค	2.22±0.00	2.01±0.00
- กรดมัยริสติค	0.62±0.00	0.52±0.00
- กรดสเตรียริค	0.84±0.00	0.75±0.00
5. อินทรียสารและอนินทรียสาร (COD, mg/*l*)	3540±0.10	3000.00±0.10
6. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (% g/g dry wt.)	0.29±0.00	0.06±0.00
7. ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (% g/g dry wt.)	5.90±0.65	1.73±0.20
8. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	20.31±2.42	30.39±4.82
9. ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/ml)	$1.08x10^5$	$1.00x10^5$

2.2 เทคโนโลยีการผลิตน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าว

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการผลิตน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ในปี พ.ศ.2549 [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ, 2551] โดยรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 การผลิตน้ำหมักชีวภาพ

จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบวิธีหมัก มีน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เกิดขึ้น ร้อยละ 80 น้ำทิ้งดังกล่าวมีส่วนที่เป็นกากตะกอนโปรตีน น้ำตาล และสารอาหารที่สามารถเป็นแหล่งอาหารแก่จุลินทรีย์ได้ จึงนำน้ำทิ้งนี้มาใช้เป็นวัสดุหมักสำหรับการผลิตน้ำหมักชีวภาพร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งชนิดอื่นในพื้นที่ ได้แก่ เศษปลา และเปลือกสับปะรด

ส่วนผสม

1. เศษปลา หรือ เปลือกสับปะรด 3 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
2. กากน้ำตาล หรือ น้ำตาลทรายแดง 1 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
3. น้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 1 ส่วน (โดยน้ำหนัก)

วิธีการผลิต

1. นำวัสดุสำหรับใช้หมัก ประกอบด้วย เศษปลาหรือเปลือกสับปะรด กากน้ำตาล และน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ใส่ในถังที่มีฝาปิด
2. หมักทิ้งไว้ในที่ร่ม เป็นระยะเวลา 15-30 วัน
3. เมื่อหมักครบกำหนด กรองแยกกากตะกอน และบรรจุเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

คุณภาพน้ำหมักชีวภาพ

เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำหมักชีวภาพทั้งสูตรเศษปลาและเปลือกสับปะรด ผ่านมาตรฐานน้ำหมักชีวภาพ กำหนดโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2546) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำหมักชีวภาพ [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล, 2551]

สมบัติ	น้ำหมักชีวภาพ[1]		มาตรฐานน้ำหมักชีวภาพ[2]
	สูตรเศษปลา	สูตรเปลือกสับปะรด	
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง	4.98±0.00	3.57±0.00	ไม่เกิน 5
2. ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)	5.37±0.02	3.65±0.03	ไม่เกิน 10 ds/m
3. คาร์บอนทั้งหมด (%, w/v)	53.02±0.78	53.76±0.62	ไม่ต่ำกว่า 5 % โดยน้ำหนัก
4. ไนโตรเจน (%, w/v)	0.92±0.02	0.12±0.01	ไม่เกิน 3% (น้ำหมักจากสัตว์) ไม่เกิน 2% (น้ำหมักจากพืช)
5. ฟอสฟอรัส (%, w/v)	0.90±0.00	0.31±0.00	ไม่น้อยกว่า 1% โดยน้ำหนัก
6. โพแทสเซียม (%, w/v)	5.46±0.00	2.73±0.00	ไม่น้อยกว่า 1% โดยน้ำหนัก
7. ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/ml)	$1.8x10^5$	$2.8x10^5$	-

หมายเหตุ 1 คุณภาพของน้ำหมักชีวภาพที่เวลา 1 เดือน

2 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546)

2.2.2 การผลิตปุ๋ยหมัก

จากการที่ในพื้นที่มีขุยมะพร้าว น้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ปริมาณมาก จึงได้นำวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งชนิดอื่นในพื้นที่

<u>ส่วนผสม</u>

1. ขุยมะพร้าว 3 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
2. รำ 1 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
3. มูลวัว หรือกากน้ำหมักชีวภาพ 3 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
4. น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
5. กากน้ำตาล 0.1 ส่วน (โดยน้ำหนัก)
6. น้ำมะพร้าว หรือ น้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ใช้ปรับความชื้น)

<u>วิธีการผลิต</u>

1. นำวัสดุสำหรับใช้หมัก เช่น ขุยมะพร้าว มูลวัวหรือกากน้ำหมักชีวภาพ และรำ ผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน
2. ใช้น้ำทิ้งจากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ส่วนหนึ่งละลายกากน้ำตาล
3. ค่อยๆ เติมน้ำทิ้งที่ผสมกากน้ำตาล และน้ำหมักชีวภาพลงในกองปุ๋ย จากนั้นคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน และปรับความชื้นกองปุ๋ยด้วยน้ำทิ้ง ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 60 หรือสังเกตโดยใช้มือกำกองปุ๋ยแล้วทดลองบีบ ถ้าเป็นความชื้นที่เหมาะสมเนื้อปุ๋ยจะไม่แห้งเกินและไม่มีน้ำไหลเยิ้มติดมือ
4. คลุมกองปุ๋ยด้วยกระสอบป่าน และรดน้ำเมื่อกองปุ๋ยแห้งเกินไป
5. หมักไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน และควรมีการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ สัปดาห์ จนครบกำหนด

<u>คุณภาพน้ำหมักชีวภาพ</u>

เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ และเคมีของปุ๋ยหมัก ผ่านมาตรฐานปุ๋ยหมักอินทรีย์ กำหนดโดยกรมวิชาการเกษตร (2548) ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 สมบัติทางกายภาพ และเคมีของปุ๋ยหมัก [สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล, 2551]

สมบัติทางเคมี	ปุ๋ยหมักจากขุยมะพร้าว[1]	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์[2]
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	6.45±0.00	5.5-8.5
2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N, %)	1.96±0.02	ไม่น้อยกว่า 1.0
3. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5, %)	0.82±0.04	ไม่น้อยกว่า 0.5
4. โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (K_2O, %)	0.11±0.03	ไม่น้อยกว่า 0.5
5. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter, %)	51.2±0.8	ไม่น้อยกว่า 30
6. ค่าการนำไฟฟ้า (EC, mS)	2.6±0.01	ไม่เกิน 6 เดซิเมน/เมตร
7. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	14.5	ไม่เกิน 20 : 1
8. สารหนู (Arsenic)	2.32±0.07	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กก.
9. แคดเมียม (Cadmium)	0.17±0.02	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กก.
10. โครเมียม (Chromium)	4.55±0.04	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กก.
11. ทองแดง (Copper)	10.67±0.56	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กก.
12. ตะกั่ว (Lead)	0.34±0.14	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กก.
13. ปรอท (Mercury)	0.05±0.00	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กก.

หมายเหตุ 1 ปุ๋ยหมักจากขุยมะพร้าวร่วมกับรำ น้ำหมักชีวภาพ กากน้ำตาล มูลวัว และใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นตัวปรับความชื้น

2 กรมวิชาการเกษตร, 2548