การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้ง เพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ และดูดซับความชื้นและกลิ่น

The Charcoal Production from Mangosteen Peen and Mangosteen Fruit for Charcoal of Water Filter and Moisture and Oder Sucker

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ คงแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนม อินทฤทธิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิทยา อำพนพนารัตน์

นายศุภเวทย์ สงคง

นายเสริมศักดิ์ เกิดวัน

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย

ประเภททุนอุดหนุนทั่วไปประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

เงินอุดหนุนประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้ง
เพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ และดูดซับความชื้นและกลิ่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ	**คงแก้ว**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนม	**อินทฤทธิ์**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิทยา	**อำพนพนารัตน์**
นายศุภเวทย์	**สงคง**
นายเสริมศักดิ์	**เกิดวัน**

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย

ประเภททุนอุดหนุนทั่วไปประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

เงินอุดหนุนประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ และดูดซับความชื้นและกลิ่น

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ คงแก้วและคณะ

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

เงินอุดหนุน ประจำปี 2551

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ในการผลิตถ่านกรองน้ำ หาประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำ และเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกร

ผลการทดลอง พบว่า ในการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดวัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ เปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง เปลือกมังคุด และผลมังคุดทิ้ง 5 กิโลกรัม ได้ถ่าน 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผลิต 4 วันรวมทั้งตอนที่นำวัตถุดิบมาตากแห้งด้วย โดย ตากแดดเปลือกมังคุดและผลมังคุดทิ้ง ทิ้งไว้ 2-3 วันแล้วนำไปเผาอีก 24 ชั่วโมง

ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำ เกณฑ์มาตรฐาน 2.2 ต่อ 100 กรัม จากการตรวจสอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ตรัง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จังหวัดตรัง พบว่า การตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ใส่สารกรองในปริมาณ 50% 70% และ 90% พบว่า น้ำคลอง ไม่ผ่านมาตรฐานเมื่อใส่สารพบเชื้อแบคทีเรีย MPN Coliforms 130 , 33 และ 140 ต่อ 100 กรัม น้ำบ่อ พบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 1,600 350 และน้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม เติมสารกรองในน้ำบ่อปริมาณ 90% ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 2.2 ต่อ 100 กรัม น้ำบาดาล พบเชื้อแบคทีเรีย MPN Coliforms น้อยกว่า 1.8, 2, น้อยกว่า 1.8 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด และน้ำประปาพบเชื้อแบคทีเรีย MPN Coliforms 240 , 2, น้อยกว่า 1.8 เติมสารในปริมาณ 70 % และ 90 % ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและจากการทดลองสามารถนำถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นน้ำดื่มและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรได้ ซึ่งช่วยในการลดปัญหามังคุดล้นตลาดและราคาถูกอีกด้วย

Abstract

Title The Charcoal Production from Mangosteen Peen and Mangosteen Fruit for Charcoal of Water Filter and Moisture and Oder Sucker

BY Prasert Kongkaew et.al

Year 2551

This study aims to Charcoal Production from Mangosteen Peen and Mangosteen Fruit for Charcoal of Water the shell charcoal to eliminate bacteria in water and adding value to the mangosteen shell and is generated. including farmers.

Test results showed that the Charcoal Production from Mangosteen Peen and Mangosteen Fruit. Mangosteen rind and leave the 5 kg. To 1 kg charcoal. Take 4 days to produce and process the raw material used to dry by the sun and the mangosteen rind mangosteen leave 2-3 days and then left to burn another 24 hours.

Performance of the mangosteen shell charcoal to eliminate bacteria in the water benchmark 2.2 per 100 grams of Audit Center of Medical Sciences, Department of Medical Science Trang. Trang found. The inspection of all 12 samples enter the filter material volume and 50% 70% 90% canal water is not found through standard substances found when bacteria enter MPN Coliforms 130, 33 and 140 per 100 grams of water wells found microbial species NPN Coliforms 1,600 350. and less than 1.8 per 100 grams refill filter substances in pond water volume 90% over the benchmark 2.2 per 100 grams of water bowels found bacteria MPN Coliforms less than 1.8, 2, less than 1.8. Over all benchmarks and found water bacteria MPN Coliforms 240, 2, less than 1.8 in the amount of fill material 70% and 90% over the benchmark and the test can be produced from coal and mangosteen rind to use in production. as drinking water and generate revenue to farmers, which has helped in reducing flood mangosteen and cheap too.

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับมีความสมบูรณ์และสำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สมพร ณ นคร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยพร เฉลิมพักตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพ ศักดิ์เศรฐ และนายวิฑูรย์ อินทมณี ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาเป็นอย่างตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามเป็นอย่างดี ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยทุกคนที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและด้านเอกสารต่าง ๆรวมถึงผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของตัวอย่าง และ ชาวบ้านในชุมชนบ้านไสใหญ่ที่ช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างน้ำ

ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ตรัง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ตรังที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตลอดจนนางสาวรัตติยา สุตระที่คอยช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูล สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ผู้ที่คอยเป็นทั้งกำลังใจและการช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องเพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายที่มิอาจลืมได้ คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และสำนักงานวิจัยแห่งชาติที่ทำให้ผู้วิจัยมีงานวิจัยฉบับนี้ และสนับสนุนเงินอุดหนุนแก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยหวังว่าประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยเล่มนี้จะไม่ทำให้ความช่วยเหลือจากทุกท่านที่กล่าวมาต้องสูญเปล่า

ประเสริฐ คงแก้วและคณะ

2552

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมังคุด	4
ความรู้เกี่ยวกับสารในมังคุด	4
ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ	12
แบคทีเรียและสารปนเปื้อนในน้ำ	18
การกำจัดแบคทีเรียในน้ำ	21
ถ่านกัมมันต์	23
กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์	36
ทฤษฎีการดูดซับ	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
3 วิธีดำเนินการวิจัย	49
วัตถุดิบ	49
วัสดุอุปกรณ์	49
วิธีการทดลอง	53
สถานที่ทำการทดลอง	53
ระยะเวลาในการวิจัย	53

สารบัญ (ต่อ)

4 ผลและวิจารณ์.. 54

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.. 63

สรุปผลการวิจัย 63

ข้อเสนอแนะ 66

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามสังกัด	16
2.2	คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จำแนกตามสังกัด	16
2.3	คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จำแนกตามสังกัดและประเภทน้ำบริโภค	17
2.4	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์และการใช้ประโยชน์	27
4.1	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง	58
4.2	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อ	59
4.3	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาล	60
4.4	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปา	61

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงเปลือกและผลมังคุด	4
2.2	*เชื้อ Clostridium perfringens*	19
2.3	แบคทีเรีย *Escherichia coli*	20
2.4	เชื้อ *Staphylococcus aureus*	20
3.1	ขั้นตอนการทดลอง	52
4.1	แสดงการเผาถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุด	55
4.2	แสดงขั้นตอนการกรองน้ำ	57

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มังคุดเป็นไม้ผลทางเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้และภาคตะวันออกโดยมีพื้นที่ปลูกรวม 353,069 ไร่ (ปีการเพาะปลูก 2546-2547) โดยมีผลผลิตรวม 117,374 ตัน ผลผลิตส่วนใหญ่จะใช้บริโภคในประเทศในส่วนของการบริโภคจะมีส่วนที่เปลือกของมังคุดที่ผู้บริโภคทิ้งโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์แต่อย่างใดและในการผลิตยังมีส่วนของมังคุดที่ถูกคัดทิ้ง เช่น มังคุดตกเกรด เนื้อแก้ว ยางไหลในเนื้อ ผลจากเปลือกมังคุดที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ควรที่จะเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปให้เป็นสารดูดกลิ่นสำหรับอุตสาหกรรมกรองน้ำและในน้ำดื่มบรรจุขวด และมังคุดยังสามารถใช้เป็นยารักษาโรค เช่น เป็นยาแก่รักษาอาการท้องเสียโดยใช้เปลือกผลตากแห้งต้มกับน้ำปูนใส นำน้ำมาดื่มให้เด็กดื่มครั้งละ 1-2 ช้อนชา ทุก 4 ชั่วโมง และผู้ใหญ่ ครั้งละ 4 ช้อนโต๊ะ ทุก 4 ชั่วโมง หรือใช้เป็นยารักษาแผลโดยการเอาเปลือกมังคุดตากแห้งฝนกับน้ำปูนใส ใช้ทาแผลพุพอง แผลเน่าเปื่อยได้อีก

ประเทศไทยได้มีการปลูกมังคุดทั้งในทางภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศและมังคุดเป็นไม้ผลที่ทำรายได้แก่ประเทศหลายร้อยล้านบาทต่อปี แต่ในขบวนการผลิตและจำหน่ายได้ มีการขัดแยกเกรดคัดแยกขนาดของมังคุดและรวมถึงมังคุดแก้วและมังคุดที่เสียหรือเปลือกมังคุดซึ่งมีปริมาณมากมังคุดเหล่านี้ ยังสมารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทำสบู่เปลือกมังคุด เปลืองมังคุดต้มกับน้ำดื่มแก้ท้องเสียแต่อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือสามารถนำมาเผาทำให้เกิดประโยชน์ คือ นำมาเป็นถ่านเพื่อกรองน้ำทำให้น้ำสะอาดและกำจัดกลิ่นของน้ำได้

กลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับน้ำดื่มบรรจุขวดเช่น น้ำไหล น้ำถุง ส่วนใหญ่อาชีพนี้จะใช้ถ่านในแต่ละครั้งเป็นจำนวนมากสำหรับใช้ในการกรองน้ำดื่มเพื่อดูดกลิ่นในน้ำไม่ให้มีกลิ่นและยังสามารถช่วยดักตะกอนได้ดี คุณสมบัติของถ่านมีประโยชน์มากมาย เช่น ทำให้เกิดพลังงานความร้อนในการปรุงอาหาร สำหรับคุณสมบัติพิเศษที่สำคัญ คือ เป็นสารดูดซับที่วิเศษจริง ๆ สมัยก่อนมักนำก้อนถ่านไว้ในตู้เย็นเพราะมันช่วยในการดูดซับกลิ่นอับชื้นที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังใช้ในการดูดซับสารพิษ สารเคมี ความสกปรก และดูดซับสี กลิ่น รสในน้ำ และในอากาศ ดังนั้นจึงมีการนำถ่านมาใช้ในอุตสาหกรรมในการกรองน้ำ ทำให้น้ำสะอาดขึ้นในการทำน้ำประปา การ

บำบัดน้ำเสีย หรือกรองอากาศทำให้อากาศบริสุทธิ์ขึ้นเป็นต้นจะเห็นได้ว่าถ่านจะเป็นสารกรองน้ำอีกอย่างหนึ่งในน้ำดื่มที่เราใช้ในการอุปโภค บริโภคอยู่ทุกวันผู้ที่ดื่มน้ำก็มีความปลอดภัยสูง ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุให้มีการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง

คำถามของงานวิจัย

ด้วยความสำคัญของเปลือกมังคุด และผลมังคุดที่มีประโยชน์หลายอย่าง ผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงคุณค่าเหล่านั้นซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดงานวิจัยชิ้นนี้ขึ้น เพื่อต้องการที่จะผลิตถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ และดูดซับความชื้นและกลิ่น โดยอยากทราบว่าถ่านเปลือกมังคุดนี้จะมีประสิทธิภาพต่อการกำจัดกลิ่นได้มากน้อยแค่ไหน จึงเกิดคำถามของงานวิจัย ดังนี้

1. เราจะมีวิธีการผลิตถ่านเปลือกมังคุด และผลมังคุดอย่างไร
2. ถ่านเปลือกมังคุดจะมีประสิทธิภาพต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้มากน้อยแค่ไหน
3. ในการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดจะสามารถเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดมากน้อยแค่ไหน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ผลิตถ่านกรองน้ำ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำ
3. เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกร

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผลิตเตาเผาเปลือกมังคุดให้เป็นถ่าน
2. สร้างเครื่องย่อยถ่านเปลือกมังคุด
3. ติดตั้งถังกรองน้ำ จำนวน 4 ถังต่อชุด
4. ทำการทดสอบน้ำก่อนผ่านการกรองและหลังผ่านถังกรอง
5. ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพกำจัดแบคทีเรียในน้ำ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

1. การนำผลิตผลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาแปรรูปเป็นการสร้างมูลค่าให้กับผลิตผล ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น
2. นำผลิตผลทางการเกษตรมาใช้แทนสารเคมี

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง เพื่อใช้เป็นถ่ายกรองน้ำและดูดซับความชื้นและกลิ่น คณะวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบในการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมังคุด
2. ความรู้เกี่ยวกับสารในมังคุด
3. ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ
4. แบคทีเรียและสารปนเปื้อนในน้ำ
5. การกำจัดแบคทีเรียในน้ำ
6. ถ่านกัมมันต์
7. กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์
8. ทฤษฎีการดูดซับ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมังคุด

ภาพที่ 2.1 แสดงเปลือกและผลมังคุด

การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์

อาณาจักร	Plantae
ส่วน	Magnoliophyta
ชั้น	Magnoliopsida
อันดับ	Malpighiales
วงศ์	Clusiaceae
สกุล	*Garcinia*
สปีชีส์	***G. mangostana***

ถิ่นกำเนิดของมังคุด

ถิ่นกำเนิดของมังคุดยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจนว่าเป็นที่ใด แต่พบว่ามังคุดเป็นไม้ป่าแถบมาลายาCorner (1988) ได้ให้ความคิดเห็นเอาไว้ว่ามังคุดเป็นไม้พื้นเมืองและมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยและพม่า แหล่งที่ปลูกมากที่สุด คือประเทศไทย และมีการปลูกกระจัดกระจายอยู่ในประเทศแถบทวีปเอเชียอื่นๆ เช่น กัมพูชา เวียดนาม พม่า ฟิลิปปินส? สิงคโปร์ ศรีลังกาและดินเดีย นอกจากมังคุดมีปลูกอยู่ในแถบประเทศเอเชียแล้ว ก็มีพื้นที่ปลูกกระจาบอยู่ทั่วโลก เช่นแถบเขตร้อนของทวีปแอฟริกา (แซรซิมาร์,กานา,ไลบีเรีย)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มังคุดมีชื่อสามัญว่า mangosteen ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Garcinia mangostana Linn. เป็นไม้ยินต้นที่จัดอยู่ในตระกูล Guttiferae ซึ่งเดิมชื่อตระกูลเรียกกันว่า Clusiaceae พืชในตระกูลนี้ได้แพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนของโลกเกือบทั้งสิ้น และพืชในตระกูลนี้เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป และเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ"มังคุด" ซึ่งมีปลูกกระจายอยู่เป็นจำนวนมากในแถบเอเชียอาคเนย์ ในปัจจุบันมีพืชในตระกูลนี้อีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต คือ ส้มแขก ที่พบขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าดงดิบของประเทศไทย มังคุดจัดเป็นไม้ผลเมืองร้อน แต่ชอบฝนชุ่มฉ่ำ จึงปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นไม้ยืนต้น ต้นตั้งตรงสูง 10 - 25 เมตร ใบสีเขียวเข้ม ทรงพุ่มแน่นกลม ดูงามสง่า และทุกส่วนจะมียางสีเหลืองมีใบเดี่ยวรูปไข่เนื้อ ใบหนา ค่อนข้างเหนียวคล้ายหนัง สีเขียวเข้มเป็นมัน ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงฉ่ำน้ำ เนื้อในของผลมังคุดสีขาวห่อหุ้ม

ด้วยเปลือกหนาสีม่วงอมแดง หรือม่วงอมน้ำตาลอันมีกระจุกของกลีบเลี้ยงของดอกติดอยู่ที่ขั้วของผลอันเป็นเอกลักษณ์ของมังคุด มังคุดจัดเป็นไม้ผลชนิดเดียวที่ไม่มีการกลายพันธุ์ จึงมีลักษณะดั้งเดิมเหมือนสมัย 100 ปีที่ผ่านมา

มังคุดเป็นผลไม้ยอดนิยมที่สุดชนิดหนึ่งของคนไทย จะมีออกมาให้เราบริโภคเพียงปีละครั้ง คือช่วงย่างเข้าฤดูฝน การบริโภคมังคุด จะให้พลังงานต่ำ เหมาะเป็นผลไม้สำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก กากใยจากเนื้อของมังคุดช่วยในการขับถ่าย และยังได้สารอาหาร วิตามินและเกลือแร่อื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก

เคล็ดลับในการรักษามังคุดให้สดนานที่สุด คือ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรู ปิดปากถุงให้แน่น และเลือกมังคุดที่ยังเป็นสีชมพู วิธีนี้จะรักษามังคุดไว้ได้นานราวๆ 49 วัน (วันดี กฤษณพันธ์, 2541)

การนำไปใช้ประโยชน์

ปัจจุบันวงการเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ให้ความสนใจนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สบู่เปลือกมังคุด ที่ช่วยดับกลิ่นเต่า ช่วยบรรเทาโรคผิวหนัง รักษาสิวฝ้า ซึ่งใช้ได้ผลดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เมื่อได้ลิ้มรสของเนื้อในของมังคุดอย่างอิ่มเอมแล้วก็อย่าได้ทิ้งขว้างเปลือกมังคุดให้เป็นขยะเน่าเหม็นโดยเปล่าประโยชน์เลย เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณในการสมานแผล ช่วยให้แผลหาเร็ว เช่นใช้รักษาบาดแผลผุพอง แผลเน่าเปื่อย แผลเป็นหนอง โดยการใช้เปลือกมังคุดฝนกับน้ำปูนใสทาบริเวณแผล น้ำต้มเปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำล้างแผลใช้แทนการด้วยน้ำยาล้างแผลหรือด่างทับทิมได้ด้วยเพราะเปลือกมังคุดนี้มีสารแทนนิน (Tannin) และสารแซนโทน (Xanthone) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่า สารแมงโกสติน (mangostin) สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น สารแมงโกสตินมีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบ และต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง สารแซนโทนในเปลือกมังคุดยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังและกลากได้อีกด้วย

ประโยชน์ด้านคุณค่าทางอาหาร

ผลมังคุดนำมารับประทานสดเป็นผลไม้ หรืออาจจะแปรรูปเป็นมังคุดในน้ำเชื่อมหรือแปรรูปเป็นแยมมังคุดก็ได้ คุณค่าทางอาหารของมังคุดในน้ำหนัก 100 กรัม ของส่วนที่รับประทานได้ ในปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ให้ความสนใจสารที่สกัดจากเปลือกมังคุดในการต่อต้านและกำจัดแบคทีเรีย ซึ่งประโยชน์ในการใช้ยางจากเปลือกมังคุดมาใช้ในทางการักษาโรคในสมัยโบราณนำยางที่สกัดได้จากผลมังคุดมาใช้ในการรักษาแผลที่เน่าเปื่อยพุพอง แต่ในปัจจุบันก็มีการค้นพบว่า

สารที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด คือสารมังโกสทิน (Mangostin) และสารแกรมมามังโกสทิน (Gramma-mangostin) มีผลในการต่อร้านแบคทีเรีย Staphylococus aureus (Mahabusarakum et al.,1983 และ 1986)

นอกจากนี้มังคุดสามารถนำมาปลูกเป็นไม้ประดับ เพื่อใช้ในการตกแต่งบริเวณอาคารสถานที่ เนื่องจากต้นมังคุดมีรูปทรงพุ่มเป็นรูปพีรามิด เหมาะที่จะใช้เป็นไม้ยืนต้นเพื่อนการตกแต่งและใช้ร่มเงาอีกด้วย

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

สารสกัดมังคุด มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย อันเป็นสาเหตุอาการท้องเสีย **สารที่พบมากที่เปลือกคือ tannin** มีฤทธิ์ฝาดสมาน จึงช่วยแก้อาการท้องเสีย นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สาเหตุการเกิดหนอง และยังรักษาแผลได้อีกด้วย นอกจากนี้ เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณในการสมานแผล ช่วยให้แผลหาเร็ว เช่นใช้รักษาบาดแผลผุพอง แผลเน่าเปื่อย แผลเป็นหนอง โดยการใช้เปลือกมังคุดฝนกับน้ำปูนใสทาบริเวณแผล น้ำต้มเปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำล้างแผลใช้แทนการด้วยน้ำยาล้างแผลหรือด่างทับทิมได้ด้วย

สรรพคุณที่โดดเด่นทางด้านผิวหนังก็ คือ มีการใช้เปลือกมังคุดรักษาโรคผิวหนัง เช่น กลากเกลื้อน บรรเทาอาการผดผื่นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ได้เป็นอย่างดี โดยใช้เปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำอาบ หรือใช้น้ำต้มเปลือกมังคุดทาบริเวณที่มีอาการผื่นคันทั้งหลาย โดยผลที่ได้นี้ ได้รับการพิสูจน์และยืนยันจากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบว่า รสฝาดในเปลือกมังคุดนี้มีสารแทนนิน (Tannin) และสารแซนโทน (Xanthone) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่า สารแมงโกสติน (mangostin) สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น สารแมงโกสตินมีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบและต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง สารแซนโทนในเปลือกมังคุดยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังและกลากได้

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ช่วยยืนยันและช่วยรื้อฟื้นให้ภูมิปัญญาพื้นบ้านให้กลับมาเข้ายุคเข้าสมัยได้อีกครั้งหนึ่ง ปัจจุบันวงการเครื่องสำอางและ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ให้ความสนใจนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สบู่เปลือกมังคุดที่ช่วยดับกลิ่นเต่าช่วยบรรเทาโรคผิวหนัง รักษาสิวฝ้า ซึ่งใช้ได้ผลดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค

ฤดูฝนนี้ เมื่อได้ลิ้มรสของเนื้อในของมังคุดอย่างอิ่มเอมแล้ว ก็อย่าได้ทิ้งขว้างเปลือกมังคุดให้เป็นขยะเน่าเหม็นโดยเปล่าประโยชน์เลย รวบรวมแล้วตากให้แห้งสนิทเก็บใส่ขวดโหล ไว้ใช้ทำยาแก้ท้องเสีย ยารักษาแผล ยารักษาโรคผิวหนัง หรือแม้แต่นำไปทำสบู่เปลือกมังคุดสำหรับอาบน้ำดับกลิ่นตัว ก็จะเพิ่มค่าอีกมากโข คุ้มเกินคุ้มกว่าราคากิโลละ 25-30 บาทที่เราซื้อมาเสียอีก หากเผลอ

ไผทิ้งขว้างไป เมื่อผ่านพ้นฤดูของมังคุดไปก็จะหามังคุดอีกไม่ได้ จะมาเสียดายภายหลัง ต้องรอถึงฝนหน้าจึงจะได้ยลโฉมราชินีของผลไม้อีกที

ความสำคัญทางเศรษฐกิจของมังคุด

มังคุดเป็นไม้ผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออก จากสถิติการส่งออกผลไม้ 9 ชนิด ในรอบ 10 ปี (2531-2540) พบว่ามีมูลค่าการส่งออกผลไม้เพิ่มมากขึ้นเป็น 3 เท่า คือ ในปี 2531 มีมูลค่าการส่งออกผลไม้เพิ่มมากขึ้นเป็น 3 เท่า คือในปี 2531 มีมูลค่าส่งออกโดยรวมเพียง 6,557 ล้านบาท เพิ่มมูลค่าการส่งออกโดยรวมในปี 2540 เป็น 17,640 ล้านบาท จากมูลค่าการส่งออกดังกล่าวมีการส่งออกมังคุดปี 2531 จำนวน 39 ล้านบาท เพิ่มเป็น 99 ล้านบาทในปี 2540 โดยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มเป็น 3 เท่าในรอบ 10 ปี (ตาพร,2542) ศูนย์สารสนเทศการเกษตร (2542) รายงานการส่งออกมังคุดในปี 2538 สามารถส่งออกในรูปผลสด จำนวน 3,117 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 65 ล้านบาท และในรูปแช่แข็ง 704 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 46 ล้านบาท และในปี 2542 สามารถส่งออกในรูปผลสด จำนวน 5,000 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 104.83 ล้านบาท และในรูปแช่แข็ง 25 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 25.89 ล้านบาท ตลาดมังคุดที่สำคัญได้แก่ ประเทศอังกฤษ เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ ไต้หวัน ญี่ปุ่น ฮ่องกง และจีน

การเจริญเติบโตและแหล่งผลิตมังคุดในประเทศไทย

มังคุดเจริญเติบโตได้ดีในเขตที่มีอากาศร้อน ความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอระดับอุณหภูมิสม่ำเสมอ ช่วง 25- 30 □C ความชื้นสัมพัทธ์ มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,200 มิลลิลิตรต่อปี ระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลจนถึงประมาณ 70 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล สภาพดินอุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรียวัตถุ ดินร่วนซุย ไม่แน่นทึบ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ระหว่าง 5.5- 6.5 จะเห็นได้ว่าภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของมังคุดมีขอบเขตค่อนข้างจำกัด ดังนั้นแหล่งปลูกที่สำคัญจึงได้กระจายอยู่ในพื้นที่ดังนี้ คือภาคใต้ประมาณ 61.23 เปอร์เซ็นต์ (ชุมพร นครศรีธรรมราช ระนอง สุราษฎร์ธานี และนราธิวาส)ภาคตะวันออก ประมาณ 37.09 เปอร์เซ็นต์ (จันทบุรี ตราด และระยอง) โดยมีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ ประมาณ 300,000 ไร่ และมีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้วประมาณ 160,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร,2544)

มังคุดที่ปลูกในพื้นที่ต่างกันจะออกดอกและติดผลในระยะเวลาที่ต่างกัน มังคุดที่ปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และจะเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนและมังคุดที่ปลูกทางภาคใต้จะเริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนจะเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุมการออกดอกของมังคุด คือ

1. ปริมาณน้ำฝนและความชื้นจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับลักษณะนิสัยในการเจริญเติบโตและการออกดอกติดผลถึงการเก็บเกี่ยวของมังคุด ความแห้งแล้งเป็นตัวกระตุ้นให้มังคุดพักตัวและมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต หลังจากได้รับผลกระทบแล้งประมาณ 1 เดือน ก็สามารถออกดอกได้และถ้าหากอยู่ในระหว่างการออกดอกมีฝนตกลงมาติดต่อกัน2 -3 วัน ก็จะทำให้มังคุดชะงักการออกดอก ตาดอกจะกลายไปเป็นตาใน (ธีรวัฒน์,2533) พบว่าที่จังหวัดสงขลา ถ้าหากมังคุดได้รับผลกระทบแล้งภายหลังที่มีการแทงตกดอก จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ดอกบานลดต่ำลงและมีผลต่อการร่วงของดอกและผลอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าหากพืชได้รับน้ำฝนสม่ำเสมอ เนื่องจากฝนตกต่อเนื่อง แทนที่จะมีการพัฒนาตกดอกของมังคุดจะเปลี่ยนเป็นตายอด คือ มังคุดจะแตกใบอ่อนแสดงว่ามังคุดสามารถเจริญเติบโตทางใบและแตกกิ่งก้านได้ตลอดปี ในภาพอุณหภูมิและความชื้นในอากาศสูง

2. สภาพของต้นมังคุดที่พร้อมจะออกดอกติดผล ต้นมังคุดที่ปลูกด้วยเมล็ดจะเริ่มออกดอกและติดผลเมื่ออายุ 7 ปี ขึ้นไป และหลังจากปลูกโดยการเสียบยอดสามารถออกและติดผลได้ภายใน 4 ปี (Chong,1992) มังคุดที่พร้อมจะออกดอกและติดผล ต้องมีความสมบูรณ์อย่างเต็มที่ ทั้งด้านลำต้น ใบ กิ่งก้านและราก โดยได้รับอาหารและน้ำอย่างเพียงพอ ช่วงการเจริญเติบโตของลำต้นและในในช่วงฤดูฝนและมีการสะสมอาหารในลำต้น ใน และกิ่งก้านสาขามากขึ้น โดยเฉพาะพวกสารประกอบคาร์โบไฮเดรตส่วนสารประกอบไนโตรเจนจะลดลง จนถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมก็สามารถทำให้มังคุดออกดอกได้ (สมพร และคณะ,2540)

3. การปฏิบัติดูแลรักษา เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ติดดอกและการให้ผลผลิตในแต่ละปีแตกต่างกัน แม้มังคุดที่ปลูกในพื้นที่ดินดี น้ำดี แต่เมื่อมังคุดที่ปลูกให้ผลแล้วขาดการปฏิบัติดูแลรักษาที่ดีและถูกต้อง มังคุดก็จะให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยการให้น้ำ ทำให้ต้นมังคุดอยู่ในสภาพที่พร้อมจะออกดอกเนื่องจากมีอาหารสะสมเพียงพอ ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมือง

ร้อน (2536) ได้เสนอแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ โดยเน้นที่การบำรุงรักษาด้วย มังคุดในภาคใต้ออกดอกในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนและเริ่มเก็บผลผลิตได้ในเดือนมิถุนายน ถึงสิงหาคม จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จะใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำสำหรับการบำรุงรักษาได้คือปกติมังคุดจะต้องการช่วงแล้งประมาณเดือนกุมภาพันธ์ในการกระตุ้นการออกดอก หลังจากการออกดอกแล้วใช้เวลาในการพัฒนาผลจนเก็บเกี่ยวประมาณ 3 เดือน ช่วงนี้มังคุดต้องการน้ำและปุ๋ยที่พอเหมาะ และเมื่อสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวแล้วมังคุดจะมีการเจริญเติบโตของลำต้น ใบ และกิ่งก้านสาขา ซึ่งเป็นช่วงเริ่มฤดูฝน จึงต้องการปุ๋ยในช่วงนี้เพื่อการสร้างอาหารและสะสมอาหารในต้น สำหรับการออกดอกเกิดผลผลิตในฤดูกาลต่อไป

2. ความรู้เกี่ยวกับสารในมังคุด

แอนโธไซยานินส์

แอนโธไซยานินส์เป็นรงควัตถุที่พบในผัก ผลไม้ ดอกไม้ ให้สีม่วงแดงไปจนถึงสีน้ำเงิน ละลายอยู่ใน Vacuole sap ของพืช (Vacuole sap เป็นส่วนหนึ่งที่เห็นได้ชัดที่สุดในเซลล์พืชที่มีอายุมาก โครงสร้างจะมีเนื้อเยื่อหุ้ม และภายในมีของเหลวบรรจุอยู่) ละลายน้ำได้แต่ไม่ละลายใน non-hydroxyl solvents เช่น อีเทอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และเบนซินแอนโธไซยานินส์เป็นสารประกอบในกลุ่ม flavonoids ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานในโมเลกุล ประกอบด้วยวงแหวน เบนโซไพแรน (benzopyran) 2 วงต่อกับวงแหวนฟีนิล (phenylring) เป็นอนุพันธ์ของเกลือเฟลวิเลียม (flavylium salt) แสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วยส่วนที่เป็น aglycone (anthocyanidin) และน้ำตาล 1 หรือ 2 ตัว โดยปกติจะพบ free aglyconeในอาหารน้อยมาก ยกเว้นในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายตัว (degradation) ส่วนของน้ำตาลที่พบมาก มีอยู่ 5 ชนิด คือ glucose, rhamnose, galactose, xylose, arabinoseแอนโธไซยานิดิน แบ่งออกเป็น 6 ชนิด

การสกัดแอนโธไซยานินส์

วิธีการสกัดแอนโธไซยานินส์มีหลายวิธีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของตัวอย่างที่ใช้โดยมากจะใช้ตัวทำละลายในการสกัด และทำการสกัดในสภาวะที่เป็นกรด ประสิทธิภาพในการสกัดแอนโธไซยานินส์จะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลาย ชนิดของกรดที่ใช้ในการสกัดหรือค่าความเป็นกรด-ด่างดังต่อไปนี้

• ชนิดของตัวทำละลาย

Chiriboga และ Francis (1970) ได้สกัดแอนโธไซยานินส์จากกากของผล cranberryด้วยตัวทำละลายต่างๆ ทั้งสิ้น 8 ชนิด ได้แก่ น้ำ, acetone, ethylene glycol, propyleneglycol, isopropanol, methylethyl ketone, methanol และ ethanol พบว่า methanol และethanol มีประสิทธิภาพการสกัดสูงกว่าตัวทำละลายอื่นๆ และเมื่อใช้ร่วมกับสารละลายกรด0.03% HCl ใน methanol จะทำให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงขึ้น แต่ถ้าต้องการนำใช้ไปในอาหาร ethanol จะได้รับความนิยมมากกว่า methanol เนื่องจากจะมีปริมาณสารที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้อยกว่า อีกทั้ง methanol มีความเป็นพิษสูงกว่าแม้จะตกค้างอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม นอกจากนี้ความชื้นของวัตถุดิบมากกว่า 20% ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลงMetivier และคณะ (1980) ศึกษาชนิดของตัวทำ ละลายที่มีผลต่อการสกัดแอนโธไซยานินส์จากกากองุ่นที่เหลือจากการผลิตไวน์แดง โดยตัวทำละลายที่ใช้ ได้แก่methanol, ethanol และน้ำ พบว่า methanol เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพการสกัดสูงสุด ซึ่งสูงกว่าการใช้ ethanol ร้อยละ 20 และสูงกว่าการใช้น้ำร้อยละ 73

สุภาพรรณ และ อรไท (2529) ได้ศึกษาการสกัดแอนโธไซยานินส์จากเปลือกมังคุดโดยใช้ตัวทำ ละลายต่างกัน ได้แก่ 1%HCl ใน methanol, 1%HCl ใน ethanol และ1%HCl ใน buthanol พบว่าการใช้ 1%HCl ในสารละลาย Alcohol ทั้ง 3 ชนิด จะมีประสิทธิภาพการสกัดดีกว่าการใช้ 1%HCl ในน้ำ และเมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างAlcohol ทั้ง 3 ชนิด พบว่า 1%HCl ใน methanol จะมีประสิทธิภาพในการสกัดดีที่สุดรองลงมาได้แก่ 1%HCl ใน ethanol และ 1%HCl ใน buthanol ตามลำดับ

สุภาพรรณ และ อรไท (2529) ได้ศึกษาการสกัดแอนโธไซยานินส์จากเปลือกมังคุดโดยชนิดของกรดต่างกัน ได้แก่ HCl, H_2SO_4 และ H_3PO_4 ละลายในน้ำ ให้มีความเข้มข้น 1Nพบว่าตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพในการสกัดแอนโธไซยานินส์ได้ดีที่สุด คือ 1N HClและให้ค่า pH ต่ำที่สุด รองลงมาคือ H_2SO_4 และ H_3PO_4

สุภาพรรณ และ อรไท (2529) ได้ศึกษาการสกัดแอนโธไซยานินส์จากเปลือกมังคุดโดยการศึกษาที่เวลาในการสกัด 3 ระดับคือ 1, 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นจะสามารถสกัดแอนโธไซยานินส์ได้เพิ่มขึ้นเช่นกัน

สารประกอบทางเคมีในเปลือกมังคุด

สารแมงโกสตินและบีตา-แมงโกสติน (β-mangostin) เป็นสารประกอบในกลุ่มแซนโทนชนิดแรกที่แยกได้จากเปลือกผลมังคุด (fruit hulls) เปลือกต้น (bark) และยางแห้ง (dried latex) ในปี ค.ศ. 1971 Gavindacharit และคณะ พบสารประกอบ แซนโทนอีก 2 ชนิด คือ การ์ทานิน (gartanin)

และ 8-ดีออกซีการ์ทานิน (8-dexygartanin) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกผลมังคุดได้รับความสนใจมากขึ้น วิลาวัลย์ และคณะ พบ สารประกอบแซนโทนที่สกัดได้จากเปลือกมังคุดเพิ่มอีก 4 ชนิด คือ 1-ไอโซแมงโกสติน (1-isomangosting) 3-ไอโซแมงโกสติน (3-isomangostin) 3-ไอโซแมงโกสติน ไฮเดรต (1-isomangostin hydrate) การศึกษาสารแซนโทนที่สกัดได้จากเปลือกผลมังคุดของประเทศอินโดนีเซีย พบสารประกอบแซนโทนชนิดใหม่ คือ แมงโกสโตน (mangostone) เพิ่มจากสารประกอบแซนโทนที่เคยพบ 7 ชนิด

3. ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ

ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่พบมากถึง 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลก โดยส่วนใหญ่อยู่ในสภาพน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทรประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำแข็งตามขั้วโลกประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และเป็นน้ำจืดตามแม่น้ำลำคลองต่างๆ ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ถ้าโลกเราปราศจากน้ำสิ่งมีชีวิตต่างๆ บนโลกก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เลย

ความสำคัญของน้ำต่อมนุษย์

ความสำคัญของน้ำต่อมนุษย์ มีดังนี้

1. เป็นส่วนประกอบที่มีมากที่สุดในร่างกาย มีอยู่ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว โดยส่วนประกอบของส่วนต่างๆ ในร่างกาย เช่น เลือด น้ำเหลือง ตับ ไต เนื้อ
2. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่
3. เป็นสารที่ช่วยให้กระบวนการทางเคมีในร่างกายดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เช่น การย่อยอาหาร ทั้งประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ได้อาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้
4. ช่วยในการลำเลียงสารต่างๆ ในร่างกาย เช่น การลำเลียงอาหาร การไหลเวียนของเลือด และยังช่วยขับของเสียออกจากร่างกาย เช่น ปัสสาวะ เหงื่อ

โดยปกติในวันหนึ่งๆ ร่างกายจะเสียน้ำไปโดยเฉลี่ยประมาณ 2.7 – 3.2 ลิตร ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องหาน้ำมาทดแทนให้กับน้ำที่ร่างกายเสียไป โดยการดื่มน้ำโดยตรงหรือรับประทานอาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอาหารแต่ละประเภทจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบไม่เท่ากัน โดยเฉลี่ยอาหารประเภทผักและผลไม้จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่าประเภทอื่นๆ

5. นอกจากน้ำจะมีประโยชน์ต่อร่างกายเราโดยตรงแล้วยังมีประโยชน์ต่อเราในด้านต่างๆ อีก เช่น

5.1 ใช้ในด้านอุตสาหกรรมทุกประเภท โดยถูกใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เป็นตัวระบายความร้อนจากเครื่องจักรต่างๆ ตลอดจนใช้เป็นตัวทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ด้วย

5.2 ใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

5.3 ใช้ในการเกษตรกรรมทั้งการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

5.4 ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งทั้งภายในปะเทศและระหว่างประเทศ

5.5 ใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ เป็นสถานที่ท่องเที่ยวและสถานที่เล่นกีฬาทางน้ำ

5.6 ใช้ปรุงอาหาร ทำความสะอาด และซักผ้า

บทบาทสำคัญของน้ำในร่างกาย

1. น้ำช่วยให้ทารกในครรภ์มีพัฒนาการที่สมบูรณ์แบบ และเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ที่แข็งแรง
2. น้ำช่วยสร้างพลังงาน และพลังงานนี้จะถูกสะสมอยู่ในร่างกายร่วมกับสารเคมีอื่นๆ ที่เป็นแหล่งพลังงานในร่างกาย
3. พลังงานที่ถูกสร้างขึ้นจากน้ำในเซลล์จะช่วยส่งกระแสกระตุ้นเซลล์ประสาท
4. น้ำช่วยสร้างสารที่มีลักษณะคล้ายกาว ซึ่งจะช่วยเชื่อมประสานผนังเซลล์ให้ยึดติดกัน
5. น้ำช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผนังอวัยวะภายในร่างกาย
6. น้ำช่วยรักษาปริมาณและระดับความเข้มข้นของของเหลวในร่างกาย เช่น เลือดและน้ำเหลือง ให้เป็นปกติ
7. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ขับถ่ายสารพิษและสารอันตรายออกจากร่างกายผ่านทางปัสสาวะ เหงื่อ และการหายใจ
8. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อโครงสร้างและการทำงานของผิวหนัง
9. น้ำช่วยขนส่งสารเคมีที่ผลิตขึ้นจากสมองไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย
10. ปริมาณน้ำในร่างกายจะมีผลต่อการทำงานของโปรตีนและเอนไซม์ต่างๆ (หนังสือพลังมหัศจรรย์ของน้ำเพื่อสุขภาพดี, 2551)

แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำ คือ ส่วนของเปลือกโลกบริเวณที่มีน้ำสะสมหรือปกคลุมอยู่ โดยเราสามารถจำแนกแหล่งน้ำเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หมายถึง แหล่งน้ำที่เกิดขึ้นจากการกระทำของธรรมชาติ นักธรณีวิทยาแบ่งออกเป็น น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำในอากาศ

1. น้ำบนดินหรือน้ำผิวดิน เป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณมากที่สุดในโลก คือมีถึง 99.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำทั้งหมดได้แก่ น้ำในทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง โดยทั่วไปน้ำผิวดินมักไม่ค่อยสะอาดเนื่องจากมีสารหลายชนิดรวมตัวอยู่กับน้ำ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะสารแขวนลอยทำให้น้ำมีลักษณะขุ่น เป็นตะกอน

2. น้ำใต้ดิน เป็นแหล่งน้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน มีอยู่ประมาณ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากน้ำบนผิวดินไหลซึมผ่านชั้นดินลงไปกักเก็บอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนน้ำในแหล่งน้ำนี้มักจะใสเพราะสารแขวนลอยต่างๆ จะถูกชั้นดินและหินช่วยกรองเอาไว้คงเหลือแต่สารที่ละลายน้ำได้ น้ำใต้ดินแบ่งออกเป็น

2.1 น้ำในดิน เป็นน้ำที่อยู่ใต้ผิวดินเหนือชั้นหิน ซึ่งน้ำส่วนใหญ่ซึมผ่านได้ยาก น้ำจะขังอยู่รวมกันอยู่ในบริเวณนั้น เราเรียกระดับน้ำตอนบนสุดของน้ำในดินที่ว่านี้ ระดับน้ำในดิน ซึ่งระดับน้ำดังกล่าวในพื้นที่แต่ละแห่งจะไม่เท่ากันและไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้น

2.2 น้ำบาดาล เป็นน้ำใต้ดินทที่ซึมผ่านชั้นหินที่มีรูพรุนลงไปขังอยู่ในช่องว่าของชั้นหินอยู่ลึกกว่าน้ำในดิน มีความใสมากกว่าน้ำในดิน ไม่มีอินทรีย์สารเจือปน แต่มีแร่ธาตุต่างๆ ละลายปนอยู่มาก ระดับบนสุดของน้ำบาดาลเรียกว่า ระดับน้ำบาดาล ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือตามปริมาณการเพิ่มและการสูญเสียน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลจะเปลี่ยนไปช้ากว่าระดับน้ำในดิน

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

มนุษย์สร้างแหล่งน้ำขึ้นมาก็เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน เช่น ผลิตกระแสไฟฟ้า น้ำกินน้ำใช้ ทำการเกษตร ป้องกันอุทกภัย แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่

1. บ่อน้ำ เป็นการขุดพื้นดินลงไปเพื่อนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ถ้าเป็นบ่อที่ขุดเพื่อนำน้ำดินมาใช้เรียกว่า บ่อน้ำในดิน แต่ถ้าเจาะลึกลงไปถึงชั้นของน้ำบาดาล เรียกว่า บ่อบาดาล สำหรับการนำน้ำบาดาลมาใช้มากเกินไปจะทำให้แผ่นดินบริเวณนั้นทรุดตัวลงได้ในบริเวณกว้าง เช่น ในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

2. อ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งเก็บกักน้ำขนาดเล็กเกิดจากการสร้างทำนบกั้นหุบเนินนั้นไว้ เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตรในบริเวณไม่กว้างขวางนัก สำหรับน้ำกินน้ำใช้หรือปลูกพันธุ์สัตว์น้ำ ตัวอย่างอ่างเก็บน้ำ เช่น

- อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี
- อ่างเก็บน้ำห้วยซับเหล็ก จังหวัดลพบุรี
- อ่างเก็บน้ำสีทน จังหวัดกาฬสินธุ์

3. เขื่อน เป็นแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ การสร้างเขื่อนทำโดยการสร้างทำนบขนาดใหญ่กั้นขวางลำน้ำสำหรับทดน้ำหรือกักเก็บน้ำ และมีประตูระบายน้ำให้ไหลผ่านออกไปได้โดยไม่ไหลล้นข้ามตัวเขื่อน น้ำที่ได้จากบริเวณหน้าเขื่อนซึ่งมีระดับน้ำสูงมาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการชลประทานหรือใช้พลังงานน้ำในเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เช่น

- เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
- เขื่อนสิริกิต์ จังหวัดอุตรดิตถ์
- เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น
- เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ
- เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี (จีระพร จิตบำรุง, 2544)

คุณภาพน้ำบริโภค

น้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียร้อยละ 15.91 โดยโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาและสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติไม่พบการปนเปื้อน สำหรับโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครและสำนักงานคณะกรรมการศึกษาเอกชนพบการปนเปื้อนในสัดส่วนใกล้เคียงกันร้อยละ 19.05 และ 18.75 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกตามสังกัด

สังกัด	**จำนวนตัวอย่าง**	**คุณภาพน้ำบริโภค**			
		ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย		**พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย**	
		จำนวน	***ร้อยละ***	**จำนวน**	**ร้อยละ**
กรุงเทพมหานคร	21	17	80.95	4	19.05
กรมสามัญศึกษา	4	4	100.00	0	0.00
สำนักงานการประถมศึกษาฯ	3	3	100.00	0	0.00
เอกชน	16	13	81.25	3	18.75
รวม	**44**	**37**	**84.09**	**7**	**15.91**

ส่วนน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ มีการปนเปื้อนแบคทีเรียร้อยละ 65.30 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติมีสัดส่วนการปนเปื้อนสูงที่สุดในบรรดาโรงเรียนในสังกัดต่างๆ คิดเป็นร้อยละ 67.37 ส่วนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กรมสามัญศึกษา และสังกัดเทศบาลพบการปนเปื้อนร้อยละ 61.12 56.53 และ 52.95 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จำแนกตามสังกัด

สังกัด	**จำนวนตัวอย่าง**	**คุณภาพน้ำบริโภค**			
		ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย		**พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย**	
		จำนวน	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
เทศบาล	17	8	47.05	9	52.95
กรมสามัญศึกษา	23	10	43.47	13	56.53
สำนักงานการประถมศึกษาฯ	236	77	32.66	59	67.34
เอกชน	18	7	38.88	11	61.12
รวม	**294**	**102**	**34.70**	**192**	**65.30**

หากพิจารณาการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียตามประเภทของน้ำบริโภค ประเภทของน้ำบริโภคที่มีการปนเปื้อนสูงอันดับแรกได้แก่ น้ำฝนร้อยละ 80.36 รองลงมาเป็นน้ำบาดาลร้อยละ 67.39 น้ำบรรจุขวดร้อยละ 66.67 น้ำบ่อตื้นร้อยละ 61.11 และน้ำประปาร้อยละ 59.88 (ตารางที่ 3) โดยพบว่าโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ มีการใช้น้ำฝนสำหรับบริโภคในสัดส่วนสูงที่สุด รองลงมาเป็นโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา

ตารางที่ 2.3 คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จำแนกตามสังกัดและประเภทน้ำบริโภค

ประเภทน้ำบริโภค	จำนวนตัวอย่าง	คุณภาพน้ำบริโภค			
		ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย		พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
น้ำประปา	162	65	40.12	97	59.88
น้ำบาดาล	46	16	32.61	31	67.39
น้ำบ่อตื้น	18	7	38.89	11	61.11
น้ำฝน	56	11	19.64	45	80.36
น้ำบรรจุขวด	12	4	33.33	8	66.67
รวม	**294**	**102**	**34.69**	**192**	**65.31**

จากการทดสอบความแตกต่างของคุณภาพน้ำบริโภคด้วยค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square) พบว่าคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับจังหวัดต่างๆ มีคุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .000$) โดยในพื้นที่จังหวัดต่างๆ มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำบริโภคมากกว่าพื้นที่กรุงเทพมหานคร และเมื่อทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบริโภคประเภทน้ำประปายังพบว่าโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับจังหวัดต่างๆ คุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .000$) โดยในพื้นที่จังหวัดต่างๆ มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำบริโภคประเภทน้ำประปามากกว่าพื้นที่กรุงเทพมหานครเช่นเดียวกัน และทดสอบความแตกต่างของคุณภาพน้ำบริโภคในจังหวัดต่าง ๆ ในพื้นที่อำเภอเมืองกับอำเภออื่นๆ พบว่าคุณภาพน้ำบริโภคทุกประเภทในพื้นที่อำเภอเมืองกับอำเภออื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำบริโภคกับการจัดการน้ำบริโภคของโรงเรียนในจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทของน้ำบริโภค ผู้ให้บริการน้ำประปา ปริมาณความเพียงพอของน้ำบริโภค การปรับปรุงคุณภาพน้ำ การทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำ ภาชนะที่ใช้ดื่มน้ำที่จุดบริการ ลักษณะการจัดหาภาชนะสำหรับดื่มน้ำ ผู้รับผิดชอบจัดหาน้ำดื่ม ผู้รับผิดชอบดูแลความสะอาดจุดบริการน้ำดื่ม

คราบสกปรกที่จุดบริการน้ำดื่มและบริเวณโดยรอบ พบว่า คุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับผู้รับผิดชอบจัดหาน้ำดื่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (p=.018) หมายความว่าคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนที่มีนักเรียนอาสาสมัครเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดหาน้ำดื่มไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียร้อยละ 57.1 ในส่วนคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนที่มีครูอนามัยและนักการภารโรง เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดหาน้ำดื่มไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียเพียงร้อยละ 32.3 และ 29.9 ตามลำดับ และยังพบว่าคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (p=.032) หมายความว่าคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนที่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาบริโภค ไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรีย ร้อยละ 37.0 ส่วนคุณภาพน้ำบริโภคของโรงเรียนที่ไม่ปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำมาบริโภค ไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียเพียงร้อยละ 23.8 เท่านั้น สำหรับการจัดการน้ำบริโภคของโรงเรียนในด้านอื่นๆ ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติกับคุณภาพน้ำบริโภค

4. แบคทีเรียและสารปนเปื้อนในน้ำ

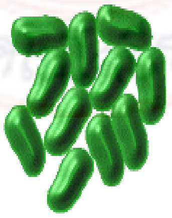
น้ำมีสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดีและสามารถละลายสารต่างๆ ได้มากมายหลายจากภาพวัฏจักรของน้ำสามารถอธิบายที่มาของการปนเปื้อนของสารต่างๆ ในน้ำได้ ซึ่งแหล่งที่มาของสารปนเปื้อนแหล่งใหญ่คือจากธรรมชาตินั่นเอง นอกจากนั้นการปนเปื้อนยังมาจากการกระทำของมนุษย์ด้วย สารปนเปื้อนที่พบในน้ำ(แหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ) ได้แก่ สารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ อนุภาคแขวนลอย จุลินทรีย์ และก๊าซที่ละลายน้ำได้

- สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เกลือแร่ต่างๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ซิลิเกต แร่ธาตุต่างๆ เหล่านี้มาจากดินทรายใต้ท้องน้ำ นอกจากนี้ยังมีเหล็ก ซัลเฟต ไนเตรทที่มาจากปุ๋ย ทองแดง สังกะสีที่มาจากท่อส่งก๊าซใต้น้ำเป็นต้น ในน้ำกระด้างจะพบปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนเป็นจำนวนมาก ซึ่งสารเหล่านี้สามารถจับตัว กับคาร์บอเนตไอออนเกิดเป็นคราบตะกอนในน้ำได้
- สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ กรดฮิวมิก (Humic acid) แทนนิน (Tannin) ที่มาจากการย่อยสลายตามธรรมชาติของพืช น้ำมัน สารซักฟอกต่างๆ ที่มาจากอุตสาหกรรรม และสารฆ่าแมลงและศัตรูพืชจากการเกษตรกรรม

- อนุภาคแขวนลอย ได้แก่ โคลน ทราย สารคอลลอยด์ สารที่มีลักษณะเป็นวุ้นหรือเจลาติน เป็นต้น สารเหล่านี้ส่งผลให้น้ำมีความขุ่นสูงขึ้น และก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของวาล์วและไส้กรองต่างๆ ในกระบวนการบำบัดน้ำได้
- จุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส รา และสาหร่าย ซึ่งการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียในน้ำ นับจากจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ต่อปริมาตรน้ำ 1 มิลลิลิตร (colony/ml. : cfu/ml.) และสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของ แบคทีเรียในน้ำลงได้ด้วยการเติมคลอรีน ลงไปในระหว่างกระบวนการบำบัดน้ำ
- ก๊าซที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ตัวอย่างที่มาของการปนเปื้อนของก๊าซที่ละลายมากับน้ำ เช่นการเกิดฝนกรด โดยปกติค่า pH ของน้ำฝนอยู่ในช่วง 5-6 ซึ่งค่าดังกล่าวไม่เป็นกลางเลยทีเดียว เนื่องจากก๊าซต่างๆ ในอากาศละลายมากับน้ำฝนด้วย แต่หากตรวจพบ pH ของน้ำฝนมีค่าต่ำกว่า 4 นั่นเป็นผลมาจากกรดกำมะถัน ในอากาศละลายมากับน้ำฝนจึงเกิดเป็นฝนกรดนั่นเอง

เชื้อแบคทีเรียในน้ำ

1. Clostridium perfringens เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต (anaerobic) ย้อมติดสีแกรมลบ สามารถสร้าง spore ได้ พบได้ทั่วไปในดิน ในทางเดินอาหารของคน และสัตว์ *Clostridium perfringens* ที่พบ และมีการศึกษาแล้วมีอยู่ 5 ชนิดคือ type A, B, C, D และ E ซึ่งทั้ง 5 ชนิดนี้สามารถสร้างสารพิษได้ 4 ชนิดคือ alpha(a), beta(b), epsilon(e) และ iota(i) อาหารของคน และสัตว์ ส่วนชนิดอื่น ๆ เป็น obligate parasite type B, C และ D จะเป็นสาเหตุให้เกิดโรคในสัตว์ ส่วน type C นั้นทำให้เกิดโรคลำไส้อักเสบในคน และ type A นั้น เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารขึ้นมากที่สุด (ศิวาพร ศิวเวชช, 2542)



ภาพที่ 2.2 เชื้อ *Clostridium perfringens*

2. แบคทีเรีย *Escherichia coli* นั้นเป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ พบได้ในอุจจาระและเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์มที่จะบ่งชี้ว่าอาหารมีการสุขาภิบาลที่ดีเพียงพอหรือไม่ แบคทีเรียชนิดนี้มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายของร่างกายคือช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นโทษต่อร่างกาย มีเพียงไม่กี่สายพันธุ์ของ *Escherichia coli* เท่านั้นที่เป็นโทษต่อมนุษย์ สายพันธุ์ *Escherichia coli* O157:H7 เป็นหนึ่งในจำนวนนั้นโดยมันจะสร้างสารพิษที่มีผลทำให้เกิดการระคายเคืองเยื่อบุผนังลำไส้

ภาพที่ 2.3 แบคทีเรีย *Escherichia coli*

3. *Staphylococcus aureus* เชื้อชนิดนี้ เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นแบคทีเรียรูปร่างกลม มักพบเป็นคู่เกาะกันด้วยสายสั้นๆ เป็นกิ่งหรือเป็นลักษณะพวงองุ่น เป็นแบคทีเรียแกรมบวกบางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่เป็นโปรตีนซึ่งทนต่อความร้อนได้ดีและเป็นสาเหตุให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ ซึ่งโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *Staphylococcus* นั้นมีชื่อเรียกคือ Stapyhloenterotoxicosis ,Staphylorenterotoxemia เหล่านี้เป็นชื่อของโรคที่เกิดจากเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ภาพที่ 2.4 เชื้อ *Staphylococcus aureus*

4. เชื้อ Salmonella เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสอร์ ย้อมติดสีแกรมลบ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่อยู่รอบตัว เจริญได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน แต่ในที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยก็สามารถเจริญได้ เชื้อ Salmonella มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะความเป็นอยู่หรือการดำรงชีวิตที่ต่างกันไป สำหรับการติดเชื้อในมนุษย์นั้นส่วนมากจะได้รับเชื้อปะปนมากับน้ำ และอาหาร และบางครั้งอาจเกิดจากสัตว์เลี้ยงที่อาศัยตามอาคารบ้านเรือน ซึ่งเป็นพาหะของเชื้อ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เชื้อ *Salmonella*เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงประกอบกับเชื้อมีอัตราการแพร่ระบาดสูง จึงสามารถพบผู้ป่วยที่เป็นโรคจากเชื้อนี้ในอัตราสูงด้วย และเราเรียกโรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* ว่า salmonellosis

ภาพที่ 2.5 เชื้อ Salmonella

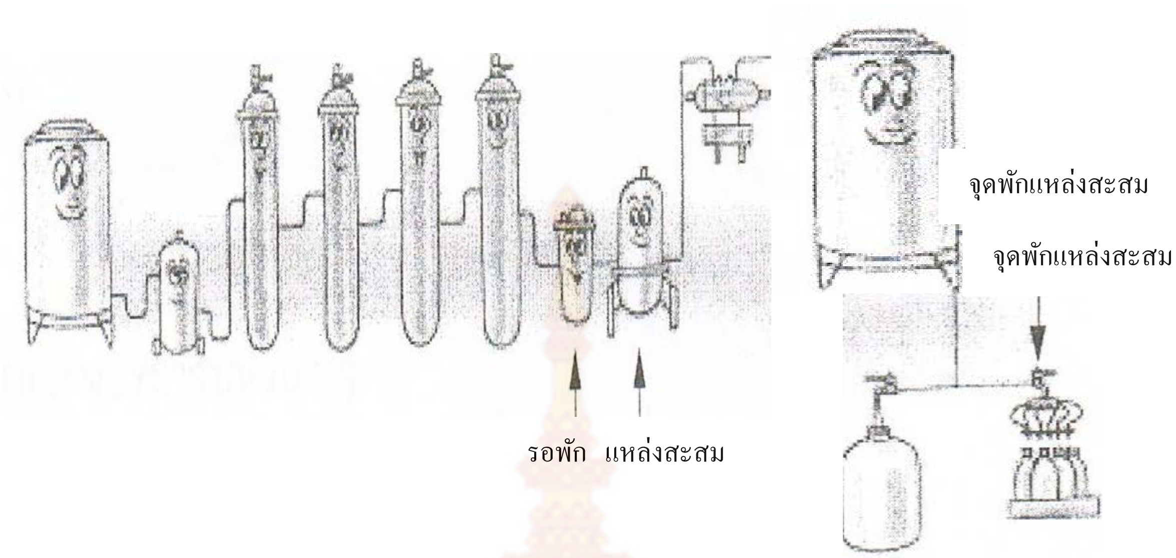
5. แบคทีเรียโคลิฟอร์ม เป็นแบคทีเรียรูปท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ ย้อมติดสีแกรมลบ เป็นพวกต้องการออกซิเจนหรือไม่ต้องการก็ได้ หมักย่อยน้ำตาลแล็กโทสแล้วให้กรดกับก๊าซที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียสภายใน 24-48 ชั่วโมง แบคทีเรียโคลิฟอร์มชนิดที่สำคัญ ได้แก่ *Escherichia coli* (fecal type) และ*Enterobacter aerogenes* (non fecal type)การตรวจแบคทีเรียโคลิฟอร์มอาจตรวจโดยวิธี coliform test ซึ่งเป็นการตรวจหาเชื้อโดยตรง หรือใช้วิธีประเมินค่าทางสถิติที่เรียกว่า most probable number (MPN) ก็ได้

5. การกำจัดแบคทีเรียในน้ำ

การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ณ จุดพักที่เป็นแหล่งสะสมในกระบวนการผลิต

จุดที่พบการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ในช่วงของการบรรจุซึ่งประกอบด้วย

1. ถังเก็บน้ำรอการบรรจุ
2. ถังปรับความดัน
3. ท่อส่งน้ำไปยังห้องบรรจุ
4. หัวบรรจุและท่ออ่อนที่ใช้กับหัวบรรจุ



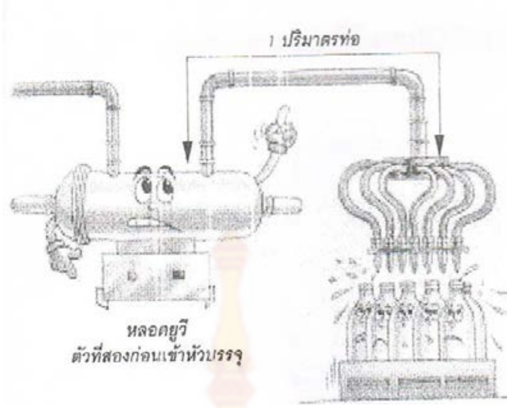
ภาพที่ 2.6 จุดพักที่เป็นแหล่งสะสมในกระบวนการการผลิต

อีกประเด็นหนึ่งที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ ก็คือการหยุดผลิตเป็นเวลานานซึ่งจะทำให้เกิดการสะสมและเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ทำให้เกิดปัญหา ทำให้น้ำเกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์

ดังนั้นหากมีการหยุดเป็นเวลานาน เช่น เกินกว่า 2 วันขึ้นไป ควรถอดล้างอุปกรณ์ที่จำเป็น (เช่น ไส้กรอง) และถ่ายน้ำในจุดที่มีการสะสมหยุดนิ่ง เช่น ถักพักน้ำเมื่อกลับมาผลิตใหม่ควรพิจารณาล้างย้อนและถอดล้างอุปกรณ์ที่จำเป็นรวมทั้งฆ่าเชื้อไส้กรองเพื่อลดและขจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ ณ จุดพักและแหล่งสะสมตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดทุกครั้งซึ่งจะเป็นวิธีที่ช่วยลดโอกาสเสี่ยงเนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์

ถังเก็บน้ำรอการบรรจุ

ต้องปล่อยน้ำที่ก้นถังทิ้งอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งเพราะน้ำก้นถังเป็นจุดที่น้ำนิ่งทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ และควรติดต้องหลอดยูวีก่อนการบรรจุอีก 1 จุด ระหว่างที่นำออกจากถังพักก่อนเข้าหัวบรรจุเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจหลงเหลือและเติบโตเพิ่มจำนวนได้



ภาพที่ 2.7 ถังเก็บน้ำรอการบรรจุ

การดูแลจุดพักต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งสะสมในกระบวนการการผลิต

ท่อส่งและอุปกรณ์ประกอบอื่นก่อนเข้าสู่หัวบรรจุ

ควรปล่อยน้ำทิ้งอย่างน้อยเท่ากับหนึ่งปริมาณท่อ หรือปริมาณอุปกรณ์นั้นเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจสะสมและเจริญเติบโตออกไปก่อนทำการบรรจุ โดยเฉพาะท่อระหว่างถังพักไปถึงหัวบรรจุ

ขั้นตอนการกรองน้ำ

1. ขั้นตอนการกรอง ประกอบด□วย

- กรองด□วยสารที่เป□นตัวกรอง (ถังกรอง) ชนิดต□าง ๆ และ/หรือใช□วิธี Reverse Osmosis (R.O)

2. ขั้นตอนการทำลายเชื้อจุลินทรีย□ประกอบด□วย

- ใช□แสงอุลตราไวโอเลต (หลอด U.V.) และ/หรือ
- ใช□ระบบโอโซน (Ozone)

การผลิตน้ำดื่มยังแบ□งได□เป□น 2 ระดับ ดังนี้

การผลิตที่เป□นอุตสาหกรรมในครัวเรือน การผลิตน้ำดื่มของอุตสาหกรรมในครัวเรือนจะมี

กรรมวิธีไม□ค□อยยุ□งยากซับซ□อน ดังนี้

1. นำน้ำประปาหรือน้ำบาดาลเข□าสู□เครื่องกรอง SAND FILTER

2. ผ□านน้ำเข□าสู□เครื่องกรอง BASE EXCHANGE UNIT ซึ่งบรรจุผงกรองเรซินเพื่อขจัดความกระด□างของน้ำและสารละลายของเหล็กบางส□วนออก

3. ผ□านน้ำเข□าสู□เครื่องกรองACTIVATED CARBONFILTER ซึ่งบรรจุสารกรอง ACTIVATEDCARBON เพื่อขจัดกลิ่น สี และตะกอน

4. ผ□านน้ำเข□าสู□เครื่องกรอง BACTERIA FILTER ซึ่งมีไส□กรองเป□น CERAMIC FILTRATION

5. นำน้ำผ□านเข□าสู□หลอดอุลตร□าไวโอเลต เพื่อฆ□าเชื้อโรค แล□วจึงผ□านน้ำเข□าสู□เครื่องบรรจุ เพื่อบรรจุใส□ภาชนะต□อไป

การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม จะมีขั้นตอนการผลิตที่ยุ□งยากซับซ□อน ส□วนใหญ□ใช□กับโรงงานรายใหญ□ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. นำน้ำประปาหรือสูบน้ำจากบ□อบาดาล โดยบ□อบาดาลจะมีความลึกและคุณสมบัติแตกต□างกันขึ้นอยู□กับสถานที่ตั้งของโรงงาน แต□จะมีความลึกไม□น□อยกว□า 150 เมตร

2. นำน้ำดิบขึ้นทำปฏิกิริยากับอากาศ เพื่อให□แร□ธาตุและสิ่งเจือปนบางชนิดตกตะกอน

3. เติมคลอรีนเพื่อฆ□าเชื้อโรค และเร□งการตกตะกอนของแร□ธาตุ

4. สูบน้ำที่ผ□านการตกตะกอนและฆ□าเชื้อแล□ว ผ□านถังกรองทราย SAND FILTER กรองถ□านCARBON และกรองความกระด□าง SOFTENER

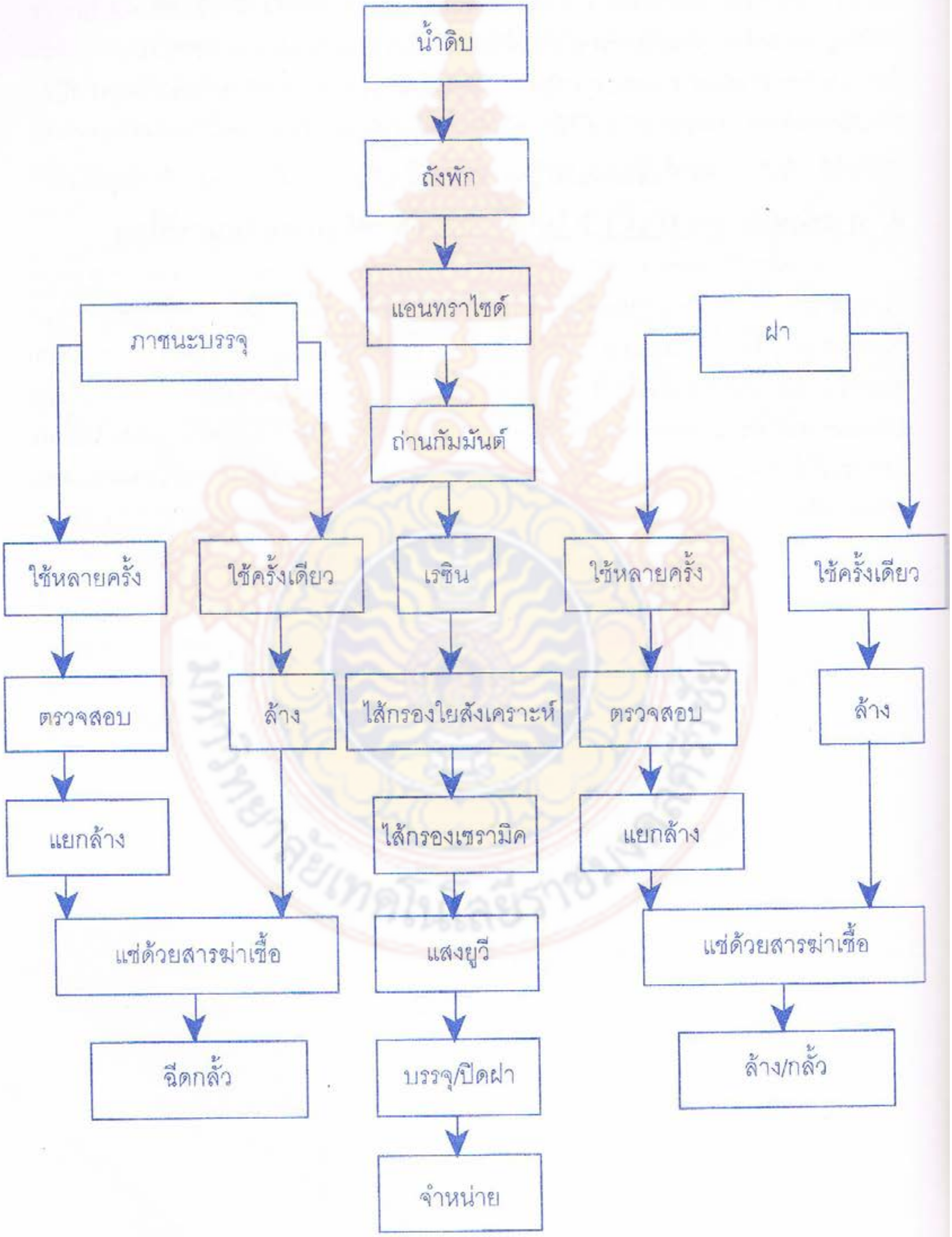
5. นำน้ำที่กรองแล□วเก็บเข□าถังพักน้ำ โดยเติมคลอรีนฆ□าเชื้อโรคอีกครั้งเพื่อป□องกันเชื้อโรคที่ลอยอยู□ในบรรยากาศมาปนเป□□อน

6. นำน้ำที่ฆ□าเชื้อแล□วผ□านถังกรองถ□าน CARBON เพื่อกรองคลอรีน กลิ่น สี อีกครั้ง

7. สูบน้ำผ□านเครื่อง POLISHER เพื่อกรองสารแขวนขนาดเล็ก

8. ส□งน้ำเข□าถัง เติมก□าซโอโซน เพื่อฆ□าเชื้อโรคในขั้นสุดท□าย

9. บรรจุน้ำลงในบรรจุภัณฑ□ประเภทต□าง ๆ



น้ำดิบ
ถังพัก
แอนทราไซด์
ถ่านกัมมันต์
เรซิน
ไส้กรองใยสังเคราะห์
ไส้กรองเซรามิค
แสงยูวี
บรรจุ/ปิดฝา
จำหน่าย
ภาชนะบรรจุ
ใช้หลายครั้ง
ตรวจสอบ
แยกล้าง
ใช้ครั้งเดียว
ล้าง
แช่ด้วยสารฆ่าเชื้อ
ฉีดกลั้ว
ฝา
ใช้หลายครั้ง
ตรวจสอบ
แยกล้าง
ใช้ครั้งเดียว
ล้าง
แช่ด้วยสารฆ่าเชื้อ
ล้าง/กลั้ว

ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการกรองน้ำ

น้ำดิบที่จะส่งเข้ากรองด้วย RO. เมมเบรนนั้น จะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีสิ่งแขวนลอยที่จะเข้าไปอุดตันเมมเบรน ต้องไม่ม่เชื้อแบคทีเรียเข้าไปติดค้างเจริญเติบโตและทำลายเมมเบรน ต้องไม่มีสารเกลือแร่ที่จะเกิดการตกตะกรันเคลือบผิวหน้าเมมเบรน ต้องไม่มีคลอรีนหลงเหลือ ซึ่งสามารถทำลายเมมเบรนด้วยการเกิดออกซิเดชัน และต้องไม่มีสารประเภทไขมันเข้าไปอุดตันและทำลายเมมเบรน การป้องกันสิ่งต่างๆสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. **การกำจัดสารแขวนลอย** ในการวัดว่าน้ำมีความสะอาดพอที่จะส่งเข้ากรองใน RO. เมมเบรนโดยที่ไม่ทำให้เกิดการอุดตันนั้น คือ " Silt Density Index" หรือ SDI การหา SDI ค่า SDI ของน้ำดิบที่เหมาะสม ไม่ควรเกิน 5.0 เมมเบรนบางชนิดอาจจะกำหนดไว้ไม่เกิน 3.0

2. **การกำจัดแบคทีเรีย** แบคทีเรียหรือสารชีวภาพ (Biological Matters) จะก่อให้เกิดปัญหากับผิวของ RO. เมมเบรน ซึ่งจะเกิดการเกาะจับตัว (Fouling) และเกิดการย่อยสลายผิวของเมมเบรน เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเมมเบรนนั้นเป็นพวกสารอินทรีย์ จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกรองและการสกัดสารละลายต่ำลง วิธีการกำจัดแบคทีเรียที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกันดังนี้ คือ

2.1 การฆ่าด้วยคลอรีน การเติมคลอรีนให้มีคลอรีนอิสระเหลืออยู่ประมาณ 0.5 มก./ล. จะทำลายสารชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าคลอรีนอิสระหลุดเข้าไปใน RO. เมมเบรนแบบ TFC แล้ว ก็จะทำลายผิวเมมเบรน

2.2 การฆ่าด้วยรัวสี UV เป็นวิธีการที่นิยมกันแพร่หลาย เนื่องจากจะไม่เกิด Byproducts ขึ้นมา รังสี UV ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแบคทีเรียดีที่สุด มีความยาวคลื่นแสงที่ 254 Nanometers (nm) และความเข้มข้นของแสง UV ในการฆ่าที่มีผลดีจะอยู่ระหว่าง 40-80 Microwatts/cm2 – Second การฆ่าจะให้ผลดีที่สุดถ้าน้ำใสสะอาดปราศจากสารแขวนลอย

3. **การกำจัดคลอรีน** การมีคลอรีนอิสระเข้าไปในเมมเบรนจะเกิดการออกซิเดชัน ทำให้ผิวเมมเบรนเสื่อมคุณภาพ การกำจัดคลอรีนทำได้โดย

3.1 เติมสารละลาย Sodium Bisulfite ($NaHSO_3$) ลงไปในน้ำก่อนเข้า RO. คลอรีนจะถูกออกซิไดซ์เป็นเกลือคลอไรด์

3.2 กรองด้วยถ่านกัมมันต์ ซึ่งคลอรีนจะถูกดูดซับไว้ด้วยถ่านกัมมันต์ และวิธีการนี้อาจจะมีข้อเสีย คือ ถ้าแบคทีเรียถูกทำลายไม่หมด และตกค้างอยู่ในชั้นถ่าน ก็จะเจริญเติบโต ทำให้เกิดปัญหาตามมาอีก

4. การกำจัดน้ำมันและไขมัน น้ำมันและไขมันเมื่อเข้าสู่เมมเบรน จะทำลายผิวหน้าของเมมเบรนให้เสื่อมคุณภาพเช่นเดียวกัน

การกำจัดฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

การกำจัดฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยคลอรีน

คลอรีน (Chlorine) เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากคลอรีนสามารถทำลายเชื้อโรคได้มากกว่า 99% รวมทั้ง อี.โคไล *(E.coli)* และเชื้อไวรัส นอกจากนี้คลอรีนสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ในชั่วระยะเวลาหนึ่งที่ทำการเติมคลอรีนลงไปแล้ว ยังให้ผลในระยะยาวอีกด้วย โดยคลอรีนที่เติมลงไปจะละลายน้ำอยู่ในรูปของคลอรีนอิสระ (Residual Chlorine) ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคที่อาจปนเปื้อนมาในภายหลัง

6. ถ่านกัมมันต์

วิวัฒนาการของถ่านกัมมันต์

คุณสมบัติในการดูดสีในของเหลงของถ่านเป็นที่ทราบกันมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 15 แต่คุณสมบัติในการดูดก๊าซเพิ่งจะได้มีผู้บันทึกไว้ในปี พ.ศ. 2328 แต่ไม่มีผู้สนใจในคุณสมบัติเหล่านี้จนกระทั่งปี พ.ศ. 2354 มีนักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งพบว่า ถ่านจากกระดูกสามารถดูดสีได้มากกว่าถ่านซึ่งทำมาจากไม้ จึงเป็นที่นิยมนำถ่านกระดูกมาใช้ในการฟอกน้ำตาลทรายให้ขาวสะอาดบริสุทธิ์กันมาก และได้มีการค้นคว้าต่อจนกระทั่งปี พ.ศ. 2356 มีผู้พบว่าถ่านที่ได้จากการเผาเลือดกับด่างขี้เถ้า (potash) มีคุณสมบัติในการดูดสีมากกว่าถ่านกระดูกถึง 20-50 เท่า แต่ไม่สามารถที่จะผลิตได้ปริมาณมากพอที่จะนำไปใช้ในโรงงานได้ ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2443 มีนักวิทยาศาสตร์ชื่อ นาย Ostreyko ชาวโปแลนด์ คิดค้นวิธีผลิตถ่านกัมมันต์ขึ้นใหม่โดยการเผาถ่านในบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์ และอีกวิธีหนึ่งใช้คลอไรด์ของโลหะผสมกับถ่านแล้วนำไปเผา ซึ่งนับได้ว่าเป็นผู้ริเริ่มทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตถ่านกัมมันต์ชื่อต่างๆ เช่น เอพโพนิท (Epornit) ผลิตขึ้นในปี พ.ศ. 2458 และในอเมริกาได้ผลิต ฟิลท์ชาร์ (Filchar) ขึ้นในปี พ.ศ. 2456และได้มีการปรับปรุงและเปลี่ยนชื่อเรียกใหม่ๆ ไปเรื่อยๆ ถ่านที่ผลิตขึ้นเหล่านี้ได้มีการศึกษาถึงการนำไปใช้ในการดูดสีฟอกสี ในโรงงานผลิตน้ำตาลทรายเป็นส่วนใหญ่ซึ่งใช้ได้ผลดีกว่าถ่านกระดูกมาก

คุณสมบัติในการดูดกลิ่นและก๊าซของถ่านกัมมันต์เริ่มเป็นที่สนใจกันในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 ซึ่งมีการนำไปใช้ในการทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ จากจุดนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์สนใจในคุณสมบัติการทำให้ก๊าซบริสุทธิ์ของถ่าน ซึ่งจากการทดลองโดยวิธีการต่างๆ ได้พบว่าถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการฟอกน้ำตาลนั้นไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ เพราะมีลักษณะพองและเยาและจำเป็นต้องใช้เป็นจำนวนมาก ทำให้มีผู้พยายามผลิตถ่านชนิดใหม่ให้มีความหนาแน่นมากขึ้น สำหรับใช้ในการดูดก๊าซโดยเฉพาะ ซึ่งต่อมาสงครามโลกสิ้นสุดลงการค้นคว้าก็บรรลุผลสำเร็จ และมีผู้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การดูดไอของสารละลาย (Solvent) ดูดไอเบนซิน (Benzene) จากก๊าซอื่นๆ โดนถ่านที่ผลิตจากไม้ขี้เลื่อย พีท ลิกไนต์ และกากที่เหลือจากการทำเยื่อกระดาษจากใยเซลลูโลส จะได้ถ่านซึ่งมีลักษณะพองและเบาเหมาะสำหรับการทำให้บริสุทธิ์ ใช้ฟอกของเหลว ส่วนกะลามะพร้าวจะได้ใช้ถ่านในการดูดซับก๊าซได้ดี

ความสำคัญของถ่าน

การผลิตถ่านจากเปลือกผลยางพารา สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ตลอดจนศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของถ่านจากเลือกผลยางพารากับถ่านชนิดอื่นๆ ในอันที่จะพัฒนาเป็นถ่านหุงต้มทดแทนถ่านจากไม้ จากการศึกษาพบว่า เปลือกผลยางพาราจะให้ถ่านร้อยละ 26.18 ของน้ำหนักเปลือกผลยางพาราในขณะที่กะลามะพร้าวให้ถ่านร้อยละ 37.33 ของน้ำหนักกะลาที่นำมาเผา เมื่อศึกษาปริมาณความร้อนของถ่านจากเปลือกผลยางพาราเปรียบเทียบกับถ่านกะลามะพร้าวและถ่านที่ซื้อจากท้องตลาด จะให้ปริมาณคามร้อน 2333.33 , 2516.67 และ 1600 แคลอรีต่อถ่าน 5 กรัม ตามลำดับ เมื่อทดสอบระยะเวลาการเผาไหม้ พบว่าถ่านจากเปลือกผลยางพาราใช้เวลาในการเผาไหม้จนหมดน้อยที่สุด คือ 32.33 นาที ถ่านกะลามะพร้าว 2.33 นาที และถ่านที่ซื้อจากท้องตลาดใช้เวลานานที่สุด 45.67 นาที ถ่านจากเปลือกผลยางพาราให้น้ำหนักขี้เถ้า ร้อยละ 5.35 ถ่านกะลามะพร้าว ร้อยละ 3 และถ่านที่ซื้อจากท้องตลาดร้อยละ 5 ส่วนความสามารถในการซับดูดสารละลายไอโอดีน ถ่านกะลามะพร้าวดูดซับได้ 0.93 มิลลิกรัม/ถ่าน 5 กรัม ถ่านเปลือกเมล็ดยางพาราดูดซับได้ 0.68 มิลลิกรัม/ถ่าน 5 กรัม และถ่านที่ซื้อจากท้องตลาดดูดซับได้ 0.51 มิลลิกรัม/ถ่าน 5 กรัม จากผลการศึกษาพบว่าถ่านจากเปลือกผลยางพารามีคุณภาพต่ำกว่าถ่านกะลามะพร้าวทุกสมบัติที่ทำการทดสอบ แต่สมบัติบางประการดีกว่าถ่านที่ซื้อจากท้องตลาด เมื่อทำการทดสอบนำถ่านมาใช้ในการหุงต้ม คือต้มน้ำและหุงข้าวเปรียบเทียบเวลาที่ทำให้น้ำเดือดและหุงข้าวจนสุกเปรียบเทียบกับถ่านที่ซื้อจากท้องตลาด ถ่านจากเปลือกผลยางพารา ใช้เวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำ 19.33

นาที ถ่านจากท้องตลาดใช้เวลา 20.67 นาที และใช้เวลาในการหุงข้าวจนสุกใช้เวลาเท่ากันคือ 26.33 นาที เมื่อทดสอบความสิ้นเปลืองในการใช้งาน ถ่านเปลือกผลยางพารามีอัตราสิ้นเปลืองสูงกว่าถ่านจากท้องตลาดร้อยละ 11.85 ดังนั้นถ่านจากเปลือกผลยางพาราจึงสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านจากไม้ได้ในระดับหนึ่งจากมะพร้าว ที่หลายคนใช้ในการผลิตหลายๆ อย่าง ไม่ว่าเนื้อมะพร้าวทำเป็นน้ำมันมะพร้าว เป็นกะทิ ใยก็นำไปทำเตียงนอน น้ำมะพร้าวก็แสนอร่อย เนื้อมะพร้าวก็นำมาทำขนม กะลามะพร้าวนำไปผลิตเป็นกระบวย ตักน้ำดื่ม คุณประโยชน์จากกะลามะพร้าวเป็นที่รู้จักกันมาอย่างแพร่หลายแทบบอกได้เลยว่าทุกส่วนของกะลามะพร้าวสามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์จากถ่านไม้

ผลผลิตถ่านไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าที่หลายท่านเข้าใจกันเพียงแต่นำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเท่านั้น ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งมีเทคโนโลยีการผลิตถ่านไม้อย่างล้ำหน้าจะสามารถผลิตถ่านขาวหรือ White Charcoal เพื่อใช้ถ่านขาวในเชิงเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะ เช่น ใช้ถ่านขาวใส่ลงไปกาต้มน้ำร้อนเพื่อทำน้ำแร่ เพราะถ่านชนิดนี้จะละลายแร่ธาตุต่างๆ ออกมาเพิ่มคุณภาพและรสชาติของน้ำร้อน ใช้ชงกาแฟหรือจะใช้ผสมเหล้าวิสกี้ก็จะได้รสชาติที่นุ่มละมุน นี่เป็นตัวอย่างการใช้ถ่านแบบพิเศษในต่างประเทศ ในบ้านเรา ผลผลิตถ่านส่วนใหญ่จะเป็นถ่านดำที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิต่ำซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงปิ้ง-ย่างอาหาร แต่ถ่านดำได้เปรียบกว่าถ่านบริสุทธิ์ตรงที่ผลิตได้จำนวนมากกว่าซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ทำเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่ไม่เป็นการประกอบอาหารโดยตรง เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินชนิดต่างๆ ซึ่งมักจะมีค่าพลพิษสูงมาก แต่อย่างไรก็ดี ถ่านดำที่ผลิตด้วยอุณหภูมิสูงที่เราเรียกว่าถ่านบริสุทธิ์นั้น หากมีปริมาณผลผลิตที่มากพอและคงที่ ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งในครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมได้ ตามรายงานของชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

ถ่านบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีต่างๆ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulpide) ,โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanode) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่าน กัมมันต์ (Activated Carbon)เป็นต้น

ถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอักหลากหลาย อาทิ ใช้ในระบบกรองและบำบัดอุตสาหกรรมน้ำดื่ม ระบบผลิต

น้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะ หรือใช้ขี้เถ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแกร่งขึ้น ฯลฯ

2. การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน

คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นจองถ่าน เป็นที่รับรู้กันดีแล้วสำหรับผู้อ่าน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่านเพื่อใช้ประโยชน์จากถ่านเพื่อใช้ประโยชน์ในบ้านเรือนได้รับความนิยมมาก คนญี่ปุ่นเป็นตัวอย่างของตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน การใช้ถ่านเพื่อทำหน้าที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศมีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ที่ทำงานหรือในรถ โดยเฉพาะที่มีผู้สูบบุหรี่ หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของเครื่องดูดอากาศ รูพรุนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่นและเชื้อโรคต่างๆ เอาไว้ ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

3. การใช้ประโยชน์ในการเกษตร

ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อง เนื่องว่าถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียว

4. ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน

ถ่านไม้จะมีรูพรุนมากมานเมื่อใส่ถ่านป่นลงในดินจะช่วยปรับสภาพให้ร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่างๆ ของจุลธาตุที่มีหลายชนิดในแท่งถ่านจะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก

- ถ่านไม้ที่นำมาใช้ปรับปรุงดินควรเป็นเศษถ่าน

ขนาดไม่เกิน 5 มม. โดยอาจจะเป็นถ่านแกลบหรือถ่านชานอ้อย แต่ควรระวังขี้เถ้าซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูง เพราะพืชก็ไม่ชอบดินที่มีค่าเป็นด่างสูงควรรักษาค่าเป็นกรดด่างของดินไว้ที่ pH 6.0-6.8

- ช่วยรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้น

ผักและผลไม้จะมีกลไกผลิตก๊าซเอธิลีน (Ethyline) เพื่อทำให้ตัวเองสุก เราสามารถรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้นโดยใส่ผงถ่านลงในกล่องบรรจุเพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าวไว้ไม่ให้ออกฤทธิ์

ผักผลไม้จะยังสดอยู่ได้นานถึง 17 วัน โดยไม่เสียหายหรือสุกงอม ปัจจุบันได้มีการนำผลถ่านกัมมันต์ผสมลงในกระดาษในกล่องที่ใช้ผลิตภัณฑ์ในการนี้

-ถ่านแกลบหรือถ่านชานอ้อย

ใช้ทดแทนแกลบรองพื้นคอกสัตว์ซึ่งราคาถูกและหาง่ายพอๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนและก๊าซต่างๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเครียดในสัตว์ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตจากปศุสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น

-ใช้ผสมอาหารสัตว์

นำผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ด้วยอัตราเพียง 1% ถ่านช่วยดูดซับก๊าซในกระเพาะและลำไส้ ช่วยลดอาการท้องอืดเนื่องจากปริมาณน้ำในอาหารสูงเกินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

- ปรังปรุงคุณภาพแหล่งน้ำ

นำถ่านไม้ใส่กระสอบ (ในปริมาณที่สอดคล้องกับประมาณแหล้าน้ำ) ไว้ที่ก้อบ่อและจัดให้มีการไหลเวียนน้ำบริเวณกระสอบถ่านนั้น เศษอินทรียวัตถุต่างๆ ในน้ำ จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในรูพรุนของถ่าน ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้กันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน จนถือว่าถ่านเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีเยี่ยม มีปริมาณการใช้ในภาคการเกษตรไม่น้อยกว่าปีละ 50,000 ตัน

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์

วัตถุที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์มักมีสมบัติดังต่อไปนี้ (บุญชัย ,2537)

- เป็นของเหลือทิ้งหรือมีราคาถูก
- มีปริมาณคาร์บอนสูง
- มีปริมาณสารอนินทรีย์ต่ำ
- มีความสะดวกในการนำมาใช้งาน เช่น ไม่สลายตัวเมื่อเก็บ ฯลฯ

- สามารถใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพสูงได้

การผลิตถ่านกัมมันสามารถเริ่มจากวัตถุดิบโดยตรงหรือเริ่มจากวัตถุดิบที่เป็นถ่านแล้วก็ได้ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มักพิจารณาจากอินทรีย์วัตถุ (หมายถึง สารที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก) เป็นส่วนใหญ่ อินทรียวัตถุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์ ดังกล่าวสามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้ (เกศราและคณะ,2531)

- พวกเซลลูโลสที่มาจากพืช เช่น แกลบ กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย ชานอ้อย ซังข้าวโพด
- พวกถ่านหิน เช่น ลิกไนต์ พีต (peat) บิทูมินัส (bituminous)
- วัตถุดิบที่มาจากสัตว์ เช่น กระดูก เลือด

สำหรับวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในรูปถ่าน มักเป็นถ่านที่ได้จากการคาร์โบไนซ์อินทรียวัตถุ หรือที่เรียกว่า ถ่านสังเคราะห์ (Artificial char) หรืออาจเป็นถ่านที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natureal char) หรือถ่านหินก็ได้

ถ่านสังเคราะห์ยังแปลตามอินทรียวัตถุที่ใช้เป็น 2 ประเภท (Berl,1938) คือ

- ถ่านสังเคราะห์เนื้อแข็ง (Hard artificial char) เช่น ถ่านน้ำตาล ถ่านไม้ที่ได้จากการคาร์บอนไนซ์ที่ความดันสูง
- ถ่านสังเคราะห์เนื้ออ่อน (Soft artificial char) เช่น ถ่านไม้ ถ่านชานอ้อย ถ่านแกลบ ถ่านหิน น้ำมัน กากน้ำตาล ฯลฯ

วัตถุดิบที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์นั้นต้องมีองค์ประกอบของคาร์บอนมาก มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบในปริมาณน้อย ปริมาณเถ้าที่มีในวัตถุไม่เกินร้อยละ 3 หากเป็นวัตถุดิบจำพวกถ่านหินควรมีเถ้าประมาณร้อยละ 2 และสำหรับถ่านไม้ประมาณของเถ้าจะอยู่ในช่วงร้อยละ 1-2 (Paruya,1996)

ตัวอย่างของคุณสมบัติของวัสดุที่ที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์ แสดงในตาราง 2-1 (Bansel,1988)

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์และการใช้ประโยชน์

วัสดุ	ค่าคาร์บอน	ค่าสารระเหย	ความหนาแน่น	ค่าเถ้า	การใช้ประโยชน์
ไม้เนื้ออ่อน	40-45	55-60	0.40-0.50	0.3-1.1	การดูดซับในสารละลาย
ไม้เนื้อแข็ง	40-42	55-60	0.55-0.8	0.3-1.2	การดูดซับในสารละลาย
ลิกนิน	35-40	58-60	0.30-0.40		การดูดซับในสารละลาย

เปลือกลูกนัท	40-45	55-60	1.40	0.50-0.60	การดูดซับไอ
ลิกไนซ์	55-70	25-40	1.00-1.35	0.5-6.0	การบำบัดน้ำเสีย
ถ่านหินเนื้ออ่อน	65-80	20-30	1.25-1.50	2.0-12	การดูดซับในสารละลาย
ปิโตรเลียมโค้ก	70-85	12-20	1.35	0.5-0.7	การบำบัดน้ำเสีย
ถ่านหินเนื้อกึ่งแข็ง	70-75	10-115	1.45	5-15	การดูดซับไอ
ถ่านหินเนื้อแข็ง	85-95	5-10	1.50-1.80	2-15	การดูดซับไอ

2. ชนิดของถ่านกัมมันต์

ชนิดของถ่านกัมมันต์สามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ มากมายซึ่งขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้ ซึ่งตัวอย่างของการแบ่งประเภทของถ่านกัมมันต์ ได้แก่

2.1 แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น (ข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2528 อ้างโดย เกศรา นุตาลัยและคณะ, 2531)

ก. การกระตุ้นเชิงเคมี (chemical activated carbon) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น เช่น $ZnCl_2$, H_3PO_4, KOH

ข. การกระตุ้นเชิงกายภาพ (physical activated carbon) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้ก๊าซออกซิไดซ์เป็นตัวกระตุ้น เช่น ไอน้ำ, CO_2, อากาศ ซึ่งถ่านจำพวกนี้จะมีรูพรุนขนาดเล็ก นิยมใช้งานประเภทดูดซับก๊าซและไอระเหย

2.2 แบ่งตามขนาดของรูพรุนบนผิวของถ่านกัมมันต์ (Paruya, 1996)

ก. micropores คือ ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุนน้อยกว่า 20 อังสตรอม ส่วนมากจะใช้ในการดูดซับก๊าซและไอระเหย

ข. mespores คือถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดกลาง เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 20 อังสตรอม ถึง 500 อังสตรอม มักจะนำไปใช้ประโยชน์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี

ค. macropores คือถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 500 อังสตรอม มักจะนำไปใช้ประโยชน์ในการฟอกสีหรือบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

2.3 แบ่งตามความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ (FPRI,1965 อ้างโดย เกศรา นุตาลัยและคณะ, 2531)

ก. ถ่านกัมมันต์ความหนาแน่นต่ำ ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้มักใช้งานที่เกี่ยวข้องกับสารละลาย เช่น ฟอกสีน้ำตาล หรือการทำน้ำให้บริสุทธิ์

ข. ถ่านกัมมันต์ความหนาแน่นสูง ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้มักใช้งานกับวัฏภาคก๊าซ เช่น ใช้ในการดูดซับก๊าซหรือไอระเหย

2.4 *แบ่งตามรูปร่างและขนาด* (Paruya,1996)

ก. ชนิดผง (Powder) คือถ่านกัมมันต์ที่มีขนาด 0.015-0.025 มิลลิเมตร มีอัตราการถ่ายเทมวลและการแพร่ต่ำ และมีอัตราในการดูดซับสูง เหมาะสำหรับการใช้งานในวัฏภาคของเหลวที่เป็นสารละลายซึ่งขะใช้ในการฟอกสีหรือการผลิตยา

ข. ชนิดเม็ด (granulated) คือถ่านกัมมันต์ที่มีขนาด 1-5 มิลลิเมตร มีพื้นที่ผิวภายในสูงและมีอัตราการแพร่สูงเหมาะสำหรับใช้แยกก๊าซ หรือถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดใหญ่มากกว่า ก็จะใช้ในวัฏภาคของเหลวซึ่งมีความหนืดต่ำ

ค. ชนิดก้อนกลม (pellets or spherical) คือถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดอนุภาค 2-5 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงเชิงกลสูง สามารถใช้งานได้เหมือนถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด แต่มีความสามารถในการดูดซับก๊าซ SO_2 และ NO_2 ได้ดี

2.5 *แบ่งตามชนิดของสารที่ถูกดูดซับ* (Berl, 1938)

ก. ใช้ดูดซับก๊าซ (gas adsorbent) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการดูดซับก๊าซ เช่น ดูดก๊าซพิษ กลิ่น ไอของสารอินทรีย์ ส่วนมากเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นถ่านประเภท Hard artificial char

ข. ใช้ฟอกสี (decolourisation) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้เป็นตัวฟอกสี ส่วนมากเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นถ่านประเภท Soft artificial char

ค. ใช้ดูดซับพวกโลหะ (metal adsorbent) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้เป็นตัวแยกพวกโลหะต่างๆ เช่น ใช้ในการแยกทอง เงิน ทองคำขาวจากแร่

2.6 *แบ่งตามสภาวะการใช้งาน* (Paruya,1996)

ก. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้งานในวัฏภาคก๊าซ (gas – phase activated carbon) คือถ่านกัมมันต์ที่ใช้งานสำหรับแยกก๊าซ ดูดซับก๊าซ เป็นต้น ซึ่งถ่านกัมมันต์ที่ใช้ต้องใช้รูพรุนมากๆ และมี

ขนาดของรูพรุนในระดับ micropores ซึ่งถ่านกัมมันต์ควรมีพื้นที่ผิวจำเพาะอยู่ในช่วง 300 ตารางเมตรต่อกรัม ถึง 3,000 ตารางเมตรต่อกรัม

ข. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้งานในวัฏภาคของแหลว (liquid – phase activated carbon) คือ ถ่านกัมมันต์ที่ใช้สำหรับกระบวนการของเหลวซึ่งถ่านกัมมันต์ที่ใช้จะมีขนาดรูพรุนอยู่ในระดับ macropores ซึ่งขะช่วยให้เกิดการดูดซับได้เร็วสำหรับการดูดซับในปริมาณที่ไม่มากนัก

3. ประโยชน์ของถ่านกัมมันต์

FPRI (1965) ได้แบ่งการใช้ประโยชน์ของถ่านกัมมันต์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 *ประเภทที่ใช้กับของเหลว* (liquid – phase activated carbon) อุตสาหกรรมที่นำถ่าน กัมมันต์ไปใช้ในสารละลายหรือในของเหลว ได้แก่

ก. อุตสาหกรรมน้ำตาล ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อฟอกสีและทำให้น้ำตาบดิบบริสุทธิ์ขึ้น เช่น ใช้ดูดสารพวกไนโตรจีนีสและไลอะฟิลลิค คอลลอยด์

ข. อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค ทำให้น้ำมันหรือไขมันปราศจากสีหรือ สีลดลง มีรสดีขึ้น ใช้ดูดซับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในน้ำมันพืช ใช้ดูดซับตัวยับยั้ง โดยไม่ดูดสีใช้ฟอกสี นอกจากใช้ในการฟอกสีแล้วยังใช้ในการแยกเอาสบู่และเปอร์ออกไซด์ ออกจากน้ำมันและไขมันด้วย

ค. อุตสาหกรรมอาหาร ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อการดูดกลิ่นและฟอกสีของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งดีกว่าการใช้สารเคมีชนิดอื่นเพราะไม่เป็นอันตรายและไม่เกิดปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การผลิต เจลาติน ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อดูดสีและกลิ่นออกไป การผลิตเพคติน ซึ่งมีลักษณะขุ่นมัวและมีกลิ่นเฉพาะที่ไม่พึงประสงค์จึงต้องกำจัดออกด้วยถ่านกัมมันต์

ง. อุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ วิสกี้ มักใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อดูดกลิ่นที่ไม่ต้องการ ทำให้เครื่องดื่มที่ได้มีรสชาติดีขึ้น เช่น

- โรงงานเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์
- โรงงานผลิตวิสกี้ใช้ถ่านกัมมันต์ในการกำจัดสีและรส
- โรงงานผลิตไวน์ใช้ถ่านกัมมันต์ปรับปรุงเกรดให้ดีขึ้น
- โรงงานผลิตเบียร์ใช้ถ่านกัมมันต์กำจัดตะกอนที่เกิดจากการแช่แข็ง

จ. อุตสาหกรรมเคมีและยา ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการผลิตสารเคมีและยาหลายชนิด เช่น Acitanilide, Atabrine, caffeine, glyceline, calcium ferrocyanide, sodium acetate, citric acid และ streptomycin

ฉ. อุตสาหกรรมทำน้ำให้บริสุทธิ์ ใช้เป็นตัวดูดกลิ่นและฟอกสี ดูดซับคลอรีนและสารพิษอื่นๆ

ช. อุตสาหกรรมการแยกสารที่ต้องการ เช่น การแยกทองหลังจากสกัดออกจากแร่ด้วยวิธีไซยาไนด์ การแยกไอโอดีนออกจาก petroleum oil-well prines (น้ำเกลือที่เกิดในหลุมน้ำมันพบมากในประเทศจีน) ตลอดจนการผลิตวิตามีนและฮอร์โมนอีกหลายชนิด

ซ.Catalytic process ถ่านกัมมันต์อาจถูกนำไปใช้เป็นหลักฐานให้สปีชี่ส์ที่ว่องไวเกาะติดบนตัวถ่านกัมมันต์ หรือมีส่วนในการเร่งปฏิกิริยาด้วยตัวเอง

ฌ. การทำเหมืองแร่ทองคำ เพราะเหมืองทองคำมีสารอย่างอื่นปะปนอยู่มากใช้ถ่านกัมมันต์แยกทองคำออกมา คือเอาสารที่ปรกันมาในทองคำไปละลายในไซยาไนด์ ส่วนที่เป็นทองคำจะกลายเป็นของเหลว จากนั้นใช้ถ่านกัมมันต์ดูดเอาทองคำออกมา แล้วจึงนำทองคำไปแยกออกจากถ่านกัมมันต์อีกทีเป็นทองคำบริสุทธิ์ (ปานทิพย์ เปลี่ยนโมพี, 2533)

ญ. การทำให้ตัวทำละลายบริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ เช่น การพิมพ์ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำไซลีน เบนซิน กลับมาใช้ใหม่, การซังแห่ง ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำไตรคลอโรมีแทน กลับมาใช้ใหม่ และการผลิตเรยองใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำอีเทอร์ แอลกอฮอล์ แอซิโตน กลับมาใช้ใหม่

2.3.2 *ประเภทที่ใช้ในการดูดก๊าซและไอ* (gas – phase activated carbon)

ก. อุตสาหกรรมทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ ทั้งที่ใช้ในการทหารและที่ใช้กันทั่วไป ทั้งนี้เพราะถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับก๊าซพิษและไอของสารอินทรีย์ได้

ข. การนำไอระเหยของตัวทำละลายที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ ถ่านกัมมันต์จะดูดซับไอระเหยเหล่านั้นที่อุณหภูมิห้องและจะคายออกที่ความดันของไอระเหยต่ำๆ

ค.อุตสาหกรรมปรับอากาศ โดยถ่านกัมมันต์จะดูดมลพิษในอากาศต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ไฮโดรเจน และอะเซทิลีน

ง. อุตสาหกรรมบุหรี่ โดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นก้นกรองบุหรี่

4. โครงสร้างทางเคมีของผิวถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์มักเตรียมจากถ่านที่ได้จากการเผาสลายสารอินทรีย์ด้วยความร้อน (Pyrolysis) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การคาร์บอไนเซชัน ในระหว่างการเผาสลาย อะตอมต่าง ที่ไม่ใช่คาร์บอน เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน จะถูกกำจัดออกในรูปของก๊าซ อะตอมคาร์บอนที่เหลือจะเรียงกันเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นประกอบด้วยวงหกเหลี่ยม (Aromatic ring) เชื่อมโยงกันอย่างไม่เป็นระเบียบและเกิดช่องว่างหรือโพรง ซึ่งเป็นที่อยู่ของพวกทาร์หรือสารอื่นที่ได้จากการเผาสลาย ช่องว่างเหล่านี้จะกลายเป็นรูพรุนที่มีความสามารถในการดูดซับที่เรียกว่า การกระตุ้น โดยการล้างพวกทาร์และสารต่างๆ ที่ได้จากการเผาสลายออกจากช่องว่างหรือโพรง และสร้างหมู่ฟังก์ชั่นขึ้นมาแทน ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จึงเป็นผลสืบเนื่องจากโครงสร้างทางเคมีด้วย

สารจำพวกถ่านหรือถ่านกัมมันต์จัดเป็นสารพวก amorphous carbon แต่มีโครงสร้างซึ่งมีลักษณะของโครงผลึกอยู่บ้าง โดยมีโครงสร้างคล้ายกับผลึกของแกรไฟล์ จึงมีชื่อเรียกว่า crystallites สารจำพวก amorphous carbon นี้จะประกอบไปด้วยอะตอมซึ่งมีการจัดเรียงอยู่ในรูป hexagonal และ lattice ซึ่งมีการจัดเรียงตัวเป็นชั้นๆ โดยในแต่ชั้นนั้นจะมีระยะห่างกันประมาณ 0.335 นาโนเมตร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นคือแรงแวนเดอร์วาลส์ ซึ่งเป็นแรงที่ไม่แรงมากนัก แต่ละชั้นของถ่านกัมมันต์ประกอบไปด้วยกลุ่มอะตอมคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นรูปคล้ายรูปหกเหลี่ยม อะตอมของคาร์บอนแต่ละตัวจะใช้ซิกมาอิเล็กตรอนสร้างพันธะเดี่ยว (single bond) อะตอมข้างเคียง 3 อะตอม ความยาวระหว่างอะตอมภายในประมาณ 0.1442 นาโนเมตร ส่วนอิเล็กตรอนที่เหลืออีกตัวหนึ่งจะเป็นไพอิเล็กตรอนซึ่งเป็นการสร้างพันธะคู่ (double bond) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วถ่านหรือถ่านกัมมันต์จะมีอะตอมไม่ครบคู่ อะตอมบางตัวจึงรับอิเล็กตรอนดังกล่าวไว้ให้เกิดความหนาแน่นประจุสูง อะตอมดังกล่าวจึงปล่อยให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ ไปยังอะตอมข้างเคียงเกิดเรโซแนนซ์ (resonance) เพื่อลดความหนาแน่นของประจุ และทำให้โครงสร้างดังกล่าวมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น

Riley (1947) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างของถ่านกัมมันต์ด้วยรังสีเอ็กซ์ และได้เสนอโครงสร้างของถ่านกัมมันต์ไว้ 2 แบบ คือ แบบที่ลักษณะผลึกคล้ายแกรไฟต์ แต่การวางตัวระหว่างชั้นที่ไม่ตั้งฉากกันจึงเกิดช่องว่างระหว่างชั้นมาก ทำให้ระหว่างชั้นผลึกของโครงสร้างมีแรงกระทำ

น้อยกว่าโครงสร้างที่มีผลึกเป็นแกรไฟต์ สำหรับโครงสร้างอีกแบบหนึ่งเป็นแบบซึ่งมีลักษณะโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ คือ มีการเชื่อมโยงระหว่างอะตอมของคาร์บอนซึ่งไม่อยู่ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน โครงสร้างลักษณะนี้จะมีความเสถียรมากขึ้นเมื่อมีอะตอมของออกซิเจน เช่นเดียวกับการสร้างเสถียรภาพของถ่านซึ่งมีไพอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้มากดังแสดงในรูป 2.3 ประกอบกับอะตอมของออกซิเจน มีแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสูงจึงช่วยลดความหนาแน่นของไฟอิเล็กตรอนได้ดียิ่งขึ้น

ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์เกิดจากอิเล็กตรอนอิสระในวงโคตรนอกสุดมีไม่ครบ 2 หรือ 8 ตัว (Unsatuaed valencies) ตามกฎออกเตต (Octate law) จึงพยายามที่จะเกาะกับอะตอมหรือโมเลกุลอื่น เช่น ออกซิเจนในอากาศหรืออะตอมต่างๆ ที่อยู่บนสารตั้งต้น กระบวนการกระตุ้นจะทำให้การเกาะของอะตอมคาร์บอนกับอะตอมอื่น กลายเป็นพันธะเคมีที่แข็งแรง มักเกิดกับอะตอมที่อยู่ที่ขอบของวงหกเหลี่ยม ถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับแบบเคมี (Chemesorp) กับออกซิเจนที่อุณหภูมิ 400-500 องศาเซลเซียส และกลายสภาพเป็นออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถสร้างพันธะที่แข็งแรงกับอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งสามารถหลุดออกแม้จะใช้อุณหภูมิสูงถึง 1000 องศาเซลเซียส รวมทั้งสามารถดึงอะตอมไนโตรเจนออกจากโมเลกุลแอมโมเนีย ดึงอะตอมซัลเฟอร์ออกจากโมเลกุลไฮโดรเจนซัลไฟด์ และดึงอะตอมกลุ่มฮาโลเจน (Halogen) ออกจากโมเลกุลกลุ่มฮาโลเจนทั้งที่อยู่ในสภาพก๊าซ หรือของเหลวก็ได้ (Vansal et al., 1988) เกิดเป็นหมู่ฟังก์ชั่นต่างๆ บนผิวของถ่านกัมมันต์ ที่สำคัญ คือผิวที่เกิดจากอะตอมคาร์บอนและออกซิเจนหรือที่เรียกว่า ผิวออกไซด์

โดยทั่วไปผิวของถ่านกัมมันต์ที่มีหมู่แสดงสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งมีอำนาจในการดูดซับซึ่งเกิดจากอะตอมของคาร์บอนและออกซิเจนหรือที่เรียกว่า ผิวออกไซด์นั้นมี 2 ชนิด คือ

1) *ชนิดที่เป็นกรด* มักเกิดในถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นที่อุณหภูมิไม่สูงมาก หมู่แสดงสมบัติเฉพาะตัวที่เกาะอยู่บนผิวของถ่านกัมมันต์จะมีคุณสมบัติคล้ายกรด ได้แก่ carbonyl, phenol, lacton, aldehydes, ketones, quinines hydroquiniones, anhydride เป็นต้น คือสามารถดูดซับโมเลกุลที่เป็นด่างได้ โครงสร้างของถ่านกัมมันต์แบบนี้ค่อนข้างเสถียรแม้อยู่ในสุญญากาศ โดยทั่วไปโครงสร้างเหล่านี้จะเสถียรที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้เล็กน้อยจะ

สลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้มากจะเกิดการสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนมอนอออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน

2) *ชนิดที่เป็นด่าง* มักเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 ถึง 900 องศาเซลเซียส หมู่แสดงสมบัติเฉพาะตัวที่เกาะอยู่บนผิวของถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับโมเลกุลของกรดได้ดี ได้แก่ hydroxide, carbonate เป็นต้น ตัวอย่างปฏิกิริยาการดูดซับของถ่านกัมมันต์ประเภทนี้เกิดปฏิกิริยาการดูดซับของถ่านกัมมันต์ประเภทนี้แสดงดังรูป 2.6 จะสังเกตเห็นว่า เมื่อถ่านกัมมันต์ประเภทนี้เกิดปฏิกิริยาการดูดซับกับออกซิเจนและกรดไฮโดรคลอริกจะเกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ฯลฯ แต่ปัจจุบันก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ เชื่อกันว่าโมเลกุลของกรดจะถูกดูดซับด้วยแรงฟิสิกส์ โปรตอน อิออนลบเป็นชั้นที่สองเมื่อนำถ่านที่เตรียมจากน้ำตาลกระตุ้นพบว่าเกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพียงร้อยละ 10 ของปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในถ่าน จึงคาดว่าอะตอมที่อยู่บนถ่านจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่สลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส และแบบที่สลายตัวกลายเป็นสารอื่นที่อุณหภูมิ 1200องศาเซลเซียสแสดงในรูป 2.6

5. โครงสร้างรูพรุน

เมื่อพิจารณาลักษณะผิวของถ่านกัมมันต์จะพบว่า มีลักษณะเป็นรูพรุนจำนวนมาก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกัน รูพรุนเหล่านี้จึงลึกเข้าไปในเนื้อของถ่านอย่างไม่เป็นระเบียบและความลึกไม่สม่ำเสมอ ลักษณะรูพรุนเหล่านี้จึงเปรียบเสมือนหลอดแก้วขนาดเล็ก ที่เสียบเข้าไปในเนื้อของถ่าน โดยทั่วไปจะเรียกรูพรุนเหล่านี้ตามขนาด คือขนาดเล็ก (Micropore) มีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุนเล็กกว่า 2 นาโนเมตร, ขนาดกลาง (Mesopore) มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-50 นาโนเมตร และรูพรุนขนาดใหญ่ (Macropore) มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 50 นาโนเมตร รูพรุนขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเชื่อว่า ปริมาณของรูพรุนของแต่ละขนาด หรือที่เรียกกันว่า การกระจายขนาดของรูพรุน (Pore size distribution) จะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และวิธีการกระตุ้น

รูพรุนส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงการกระตุ้นด้วยก๊าซออกซิไดซ์ ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆ ออกจากช่องว่างของถ่านที่ใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น รวมทั้งจัดเรียงและเคลื่อนย้ายอะตอมหรือกลุ่มอะตอมเพื่อให้เกิดช่องว่างที่มีอำนาจในการดูดซับ รูพรุนที่มีขนาดใหญ่จะทำหน้าที่

เป็นเพียงทางผ่านของสารดูดซับเข้าไปยังรูพรุนขนาดเล็ก (Redriguez Reinoso et al., 1965) จึงไม่มีผลต่อความจุต่อการดูดซับ แต่จะมีผลต่ออัตราเร็วในการดูดซับ สำหรับขนาดกลางนั้นสามารถดูดซับโมเลกุลของเหลวได้บ้าง และมีความสำคัญมากขึ้นเมื่อดูดซับที่ความดันสัมพัทธ์สูงๆ โดยทั่วไปถ่านเกรดการค้าจะมีรูพรุนขนาดกลางประมาณ 200-300 ตารางเมตรต่อกรัม สำหรับรูพรุนขนาดเล็กจะมีหน้าที่ในการดูดซับจังมีผลต่อความจุต่อการดูดซับ โดยเฉพาะที่การดูดซับที่มีความดันสัมพัทธ์ต่ำ ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็กประมาณร้อยละ 90-95 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าความจุในการดูดซับยังขึ้นกับลักษณะทางธรรมชาติของผิวด้วย กล่าวคือถ้าผิวของถ่านบริเวณเป็นเพียงระนาบพื้นฐาน (Basal plane) ซึ่งไม่มีหมู่ฟังก์ชั่นอื่นๆ การดูดซับจากแรงแวนแดอร์วาลล์หรือาจเกิดจากไพอิเล็กตรอน แรงยึดเหนี่ยวทั้ง 2 เป็นแรงค่อนข้าวอ่อนแม้ว่าจะดูดซับได้ แต่ก็มีโอกาสที่จะหลุดออกได้ง่าย แต่ถ้าเป็นบริเวณที่มีหมู่ฟังก์ชั่น การดูดซับจะเกดแรงที่แข็งแรง โอกาสที่โมเลกุลของสารถูกดูดซับจะหลุดออกจะมีน้อยกว่า หมู่ฟังก์ชั่นบนผิวของถ่านกัมมันต์มี 2 ชนิด คือ พวกออกซิไดซ์ของกรอ ซึ่งพบมากในถ่านกัมมันต์ที่ผลิตที่อุณหภูมิต่ำว่า 400-500 องศาเซลเซียส และพวกออกซิไดซ์ของด่าง ซึ่งพบมากในถ่านกัมมันต์ที่ผลิตที่อุณหภูมิประมาณ 800 – 1000 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงสมบัติในการดูดซับถ่านกัมมันต์จะเกิดขึ้นในขั้นตอนของการกระตุ้น เนื่องจากมีการสูญเสียสารประกอบคาร์บอนระหว่างช่องว่างผลึกคาร์บอน โครงสร้างรูพรุนของถ่านกัมมันต์ขึ้นอยู่กับสภาวะการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน นอกจากนัยังขึ้นอยู่กับชนิดและความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบที่ใช้ สามารถจำแนกชนิดของรูพรุนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

5.1 *รูพรุนขนาดใหญ่* (macropores) มีรัศมีรูพรุนมากกว่าหรือเท่ากับ 50 อังสตรอม โดยเฉลี่ยถ่านกัมมันต์จะมีปริมาตรรูพรุนขนาดใหญ่อยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และมีพื้นที่ผิวจำเพาะไม่เกิน 0.5 ตารางเมตครต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วรูพรุนขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อยมาก และเป็นรูพรุนที่ไม่มีความสำคัญต่อการดูดซับทำหน้าที่เป็นเพียงทางผ่านของสารเข้าสู่รูพรุนขนาดเล็กเท่านั้น จึงมีผลต่ออัตรเร็วในการดูดซับ

5.2 *รูพรุนขนาดกลาง* (mesopores หรือ transition pore) มีรัศมีรูพรุนอยู่ในช่วง 20-50 อังสตรอม โดยเฉลี่ยถ่านกัมมันต์จะมีปริมาตรรูพรุนขนาดกลางประมาณ 0.1-0.5 ลูกบาศก์

เซนติเมตรต่อกรัม และมีพื้นที่ผิวจำเพาะ 20-100 ตารางเมตรต่อกรัม ตัวอย่างสารดูดซับที่มีรูพรุนขนาดกลางได้แก่ ซิลิกาเจล (silica gel) อะลูมินาเจล (alumina gel) ตัวเร่งปฏิกิริยาอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosiligate catalyst) เป็นต้น รูพรุนขนาดกลางสามารถดูดซับโมเลกุลของเหลวได้บ้าง

5.3 *รูพรุนขนาดเล็ก* (micropore) มีรัศมีรูพรุนน้อยกว่า 20 อังสตรอม โดยเฉลี่ยถ่านกัมมันต์จะมีปริมาตรรูพรุนขนาดเล็กอยู่ประมาณ 0.2-0.6 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม รูพรุนขนาดเล็กจัเป็นรูพรุนที่มีความสำคัญกับการดูดซับเนื่องจากมีพื้นที่การดูดซับและพลังงานในการดูดซับ (adsorption energy)สูง ทำให้มีการดูดซับเพิ่มขึ้นที่ความดันต่ำๆ

7. กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์

ปัจจุบันกรรมวิธีในการผลิตถ่านกัมมันต์มีมากมายหลายวิธี ขึ้นอยู่กับว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นอะไร และต้องการถ่านกัมมันต์ที่มีสมบัติอย่างไร กรรมวิธีโดยทั่วไปประกอบด้วยการเตรียมวัตถุดิบการผาที่อุณหภูมิต่ำ (carbonization) จากนั้นจังนำไปกระตุ้น (activation) ด้วยสารเคมีหรือสารออกซิไดซ์ต่างๆ

วิธีผลิตถ่านกัมมันต์

การผลิตถ่านกัมมันต์ทำได้วิธีการกระตุ้น (activation) คือการทำให้คาร์บอนหรือถ่านมีความสามารถในการดูดซับสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ผิวและการทำให้ผิว มีความว่องไวมากขึ้น (Mukherjee,1947) ได้พิจารณาความหมายของการกระตุ้นไว้ 3 ลักษณะคือ

- เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ว่องไว (active surface area) โดยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้โมเลกุลบางกลุ่มหลุดออกไปและเกิดส่วนที่มีอำนาจดูดซับขึ้นมาแทน

- เป็นการเพิ่มความว่องไวในการดูดซับให้ผิวที่มีอยู่แล้ว ซึ่งหมายถึงทำให้อะตอมของคาร์บอนมีพลังงานศักย์สูงขึ้น โดยจัดเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ ให้มีความว่องไวในการดูดซับสูงขึ้น

- เป็นการกำจัดอินทรียวัตถุหรืออนินทรีย์วัตถุต่างๆ ที่เป็นสารปนเปื้อนออกจากบริเวณที่ทำหน้าที่ดูดซับ (active centers) วัตถุดิบซึ่งมักเป็นวัสดุทางการเกษตร คือเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งที่เป็นโซ่และที่เป็นวง เช่น ลิกนิน เซลลูโลส ฯลฯ เมื่อนำมาคาร์บอไนซ์จะเกิดการสร้างวงอะโรมาติก (Aromatization) โดยอะตอมคาร์บอนซึ่งเดิมสร้างพันธะโดยใช้อิเล็กตรอนจากชั้น 2S จำนวน 1 ตัว และชั้น 2p จำนวน 3 ตัว จะเปลี่ยนมาใช้อิเล็กตรอนจากชั้น 2S จำนวน1ตัว

และชั้น 2p จำนวน 2 ตัว และมีอิเล็กตรอนอิสระจากชั้น 2p เกิดพันธะแบบซิกมา (sigma bond)กับอะตอมคาร์บอนที่อยู่ข้างเตียง 3 ตัว เรียงตัวกันเป็นรูปสามเหลี่ยมในระนาบเดียวกันและดิเล็กตรอนอิสระที่เหลือจะโคจรอยู่บนและล่างระนาบ พร้อมที่จะเกิดพันธะแบบไพ (Pi bond)

การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์นั้นต้องมีองค์ประกอบของคาร์บอนเป็นจำนวนมาก มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบน้อย ปริมาณเถ้าที่มีวัตถุดิบไม่ควรเกินร้อยละ 3 หากเป็นวัตถุจำพวกหินควรมีเถ้าประมาณร้อยละ 2 สำหรับถ่านไม้ปริมาณของเถ้าจะอยู่ในช่วง ร้อยละ 1-2 (Paruya, 1996) การฟลิตถ่านกัมมันต์สามารถเริ่มจากวัตถุดิบโดยตรงหรือเริ่มจากวัตถุดิบที่เป็นถ่านแล้วก็ได้ แต่โดยทั่วไปมักนำวัตถุดิบมาบดและคัดขนาดก่อนที่จะนำมาคาร์บอไนซ์เซซัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคาร์บอไนซ์เซซัน (บุญชัย ตระกูลมหาชัย, 2537)

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์

1. เครื่องคาร์บอนไนซ์เซอร์ (carbonizer) คือเครื่องมือที่ใช้แปรสภาพอินทรียวัตถุให้เป็นถ่านมักมีหลายแบบ แต่โดยส่วนมากจะเน้นถึงความสามารถในการกระจายความร้อนให้สม่ำเสมอ มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดและปลอดภัย อย่างไรก็ตามอาจแบ่งเครื่องคาร์บอไนซ์เซอร์ออกเป็น 2 แบบ คือ

- แบบไม่ต่อเนื่อง เช่น แบบหลุมกลบ แบบกองสุม หรือแบบกองอิฐ ฯลฯ
- แบบต่อเนื่อง เช่น แบบเตาหมุน แบบฟลูอิไดซ์เบด ฯลฯ

2. เครื่องแอคติเวเตอร์ (activator)

- เตาหมุน (rotary kilns)

เป็นเตาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งจากการที่เราจำเป็นที่จะต้องใช้เตาเผาที่มีขนาดยาวและอุณหภูมิที่สูงในการกระตุ้นด้วยก๊าซ ดังนั้นการให้ความร้อนโดยตรงแก่เตาเป็นเพียงวิธีเดียวที่สามารถทำได้ ซึ่งเมื่อโครงสร้างและองค์ประกอบของวัตถุดิบถูกนำมาพิจารณาจะเห็นได้ว่าเตาเผาแบบนี้เป็นเตาเผาที่เหมาะสมในการกระทำการกระตุ้นด้วยก๊าซ

- ฟลูอิไดซ์เบด (fluidized bed)

สร้างโดย Jun-Iohi Kawabata และคณะในปี ค.ศ. 1972 เพื่อผลิตถ่านกัมมันต์ชนิดหยาบ โดยกระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 600 ถึง 2000 องศาเซลเซียส ข้อดีของเครื่องกระตุ้น

- ฟลูอิไดซ์เบดแบบให้ความร้อนในเบด (internal – heat type fluidized bed)

เป็นเครื่องผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่ง ใช้ความร้อนจากการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) เพื่อให้อุณหภูมิในเบดเท่ากับ 720-790 องศาเซลเซียส (รูป 2.18) สร้างโดย Government Indutrial Development Laboratory, Hokaido, Agency of Industrial Scince & Technology, Ministry of International Trade & Industry ประเทศญี่ปุ่น

- ฟลูอิไดซ์เบดแบบสองชั้น (two stage fluidized bed)

เป็นการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยไอน้ำยิ่งยวดใช้ความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเพื่อให้อุณหภูมิในเบดเท่ากับ 800-900 องศาเซลเซียส ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากเครื่องแอคติเวเตอร์แบบนี้มีขนาดอนุภาคใกล้เคียงข้าง (รูป 2.19)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านกัมมันต์

พื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area)

นิยมใช้เพื่อแสดงคุณภาพของถ่านกัมมันต์มากกว่าการหาปริมาตรรูพรุนขนาดเล็กซึ่งขึ้นกับกลไกการดูดซับ แต่การหาพื้นที่ผิวก็มีข้อจำกัด คือโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับต้องเรียงตัวแบบชั้นเดียวในลักษณะที่ปกคลุมผิวของสารดูดซับหรือถ่านกัมมันต์พอดี (บุญชัย ตระกูลมหชัย, 2537)

โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์เป็นถ่านที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนเชื่อมโยงกันด้วยรูพรุนลักษณะเหมือนตาข่ายมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป พบว่าเมื่อใช้เวลากระตุ้นเพิ่มขึ้นพื้นที่ผิวจะสูงขึ้นถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีความสามารถในการดูดซับ (adsorption power) เพิ่มมากขึ้น (ภัทรา ปัญญูวัฒนกิจ, 2540)

เถ้า (ash content)

เถ้า (ash content) หมายถึงการหาปริมาณสารอนินทรีย์ที่ทนความร้อนได้สูงและปนเปื้อนอยู่ในถ่านกัมมันต์ เถ้าจะทำให้ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ลดลง เนื่องจากเถ้าอุดตันอยู่ในรูพรุน โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์มีค่าเถ้าไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ถ้าปริมาณเถ้าสูงควรนำไปล้างเอาเถ้าออกด้วยน้ำหรือสารละลายกรด ซึ่งจะช่วยให้สามารถดูดซับได้ดีขึ้น (บุญชัย ตระกูลมหชัย, 2537)

ความเป็นกรด ด่าง (pH)

ความเป็นกรด ด่างของถ่านกัมมันต์อาจจำกัดความเหมือนกับความเป็นกรด-ด่างของสารแขวนลอนของถ่านกัมมันต์ในน้ำกลั่น ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับสารละลายที่ใช้น้ำ ความเป็นกรดด่างของถ่านกัมมันต์จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เป็นอันมาก ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนโดยลดผลกระทบของกรดหรือด่างลงได้โดยการเติมสารที่มีความเป็นกรด-ด่างตรงกันข้ามเพื่อปรับให้ถ่านกัมมันต์มีความเป็นกรด-ด่างตามต้องการ (กฤษณะ กฤษณภักดิ์และคณะ, 2541)

ความหนาแน่นปรากฏ (bulk density)

ความหนาแน่นปรากฏ หมายถึงการหาน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ต่อปริมาตร ปริมาตรในที่นี้หมายถึงปริมาตรรวมทั้งหมดของอนุภาพช่องว่างระหว่างอนุภาค และปริมาตรของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ ดังนั้น ค่านี้จึงขึ้นกับขนาดและความพรุนของถ่านกัมมันต์ โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์เกรดการค้ามีความหนาแน่นปรากฏ 0.3-0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นอกจากนี้ความหนาแน่นปรากฏยังขึ้นกับความชื้นของอนุภาคด้วย กล่าวคือ อนุภาคที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจะมีค่าความหนาแน่นปรากฏเพิ่มขึ้น (บุญชัย ตระกูลมหชัย, 2537)

8. ทฤษฎีการดูดซับ

การดูดซับ (Adsorption)

การดูดซับ (Adsorption) เกิดขึ้นที่ผิวของของแข็ง เนื่องจากความไม่สมดุลของแรงบนพื้นผิวของของแข็ง ของแข็งที่ดูดซับก๊าซหรือตัวถูกละลายจากสารละลาย เรียกว่า ตัวดูดซับ (Adsorption) ส่วนก๊าซหรือตัวถูกทำละลายที่ถูกยึดโดยของแข็งเรียก ตัวถูกดูดซับ (Adsorbate)

ชนิดของการดูดซับ

การดูดซับ gas โดย solid แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. Physical adsorption (Physisorption)

2. Chemical adsorption (Chemisorption)

Physical adsorption (Physisorption)

ใน physical molecule ของ adsorbate ถูกยึดติดอยู่กับ surface ของ solid โดย non-specific คือ weak van der Waals force ซึ่ง physical adsorption มี heat of adsorption 20-40 kJ mol-1 ซึ่งอยู่ในช่วงของ heat of condensation of gas to liquid ตัวอย่างของ physical adsorption คือการดูดซับ N2 โดย silica gel physical adsorption เป็น reversible process ก็จะเกิด Desorption เป็น Process ที่ตรงข้ามกับ adsorption คือการที่ molecules ของ gas หลุดออกไปจาก surface ของ solid (adsorbent) นอกจากนี้ยังพบว่า physical adsorption เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า Boiling point ของ adsorbate และในการดูดซับแบบนี้ molecule ของ gas ถูกดูดซับบนsurface ของ solid ในลักษณะที่ซับซ้อนกันหลายๆ ชั้น (multilayer)

Chemical adsorption (Chemisorption)

ใน Chemical adsorption เมื่อ molecule ของ adsorbent ถูกยึดติดอยู่กับ surface ของ solid โดย strong chemical bond ซึ่ง Chemical adsorption มี heat of adsorption = 80-400 kJ mol^{-1} ซึ่งอยู่ในช่วงของ heat of chemical ที่อุณหภูมิต่ำๆ พบว่า Chemical adsorption ไม่เป็นreversible process คือที่อุณหภูมิต่ำ จะไม่เกิด desorption ถ้าจะทำให้เกิด desorption ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงๆ และลดความดันลงมากๆ นอกจากนี้พบว่าก๊าซที่หลุดออกไปจากพื้นผิวของของแข็งอาจเป็นคนละชนิดกับก๊าซที่ถูกดูดซับบนพื้นผิวของของแข็งก็ได้ เช่น O_2 ถูกดูดซับบนผิวของถ่านที่ 150 K แต่เมื่อเกิด desorption แล้ว ปรากฏว่าก๊าซที่หลุดออกไปจากผิวของถ่านคือ CO ไม่ใช่ O_2 แต่บางกรณีก็พบว่าก๊าซที่หลุดออกไปจากผิวของของแข็งยังเป็นชนิดเดียวกับก๊าซที่ถูกดูดซับบนผิวของของแข็ง เช่น H_2 ถูกดูดซับบนผิวของ nickel ซึ่งมีการสร้าง Ni-H bond เมื่อเกิด desorption แล้ว ปรากฏว่าก๊าซที่

หลุดออกไปจากผิวของ nickel คือ H_2 ตัวเดิม ในการดูดซับแบบ Chemical adsorption นี้ molecule ของgas จะถูกดูดซับบนผิวของ solid ในลักษณะที่เป็นชั้นเดียว (monolayer)

Adsorption isotherm ชนิดที่ 1

เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรของก๊าซที่ถูกดูดซับจะเพิ่มเรื่อยๆ จนถึง V_m ซึ่งเป็นปริมาตรของก๊าซที่ถูกดูดซับ เมื่อ monolayer ของก๊าซที่ถูกดูดซับปกคลุมผิวของของแข็งทั้งหมด ตัวอย่างการดูดซับซึ่งมี Adsorption isotherm ชนิดนี้ คือ การดูซับ NH_3 โดยถ่านที่ 273 K เมื่อ V_{ads} = V= ผิวของถ่านทั้งหมดถูกปกคลุม โดย monolayer ของ NH_3 หลังจากที่ $V_{ads} = V_m$ แล้ว ไม่ว่าจะเพิ่มความดันเท่าใดก็ตามจะไม่มี NH_3 ถูกดูดซับเพิ่มอีกเลย เป็นลักษณะเฉพาะของไอโซเทอมที่เกิดจากการดูดซับสารที่มีรูพรุนขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ โมเลกุลาร์ซีฟ (molecular sieve) ซีโอไลท์ (zeolites)

Adsorption isotherm ชนิดที่ 2

การดูดซับที่มี Adsorption isotherm ชนิดนี้ เช่น การดูดซับ N_2 โดยซิลิกาเจลที่ 77 K เมื่อปริมาตรของ N_2 ที่ถูกดูดเพิ่มขึ้นถึง V_m (ที่จุด B) ผิวของซิลิกาเจลทั้งหมดถูกปกคลุมโดย monolayer ของ N_2 หลังจากนี้เมื่อความดันต่อไปจะทำให้ N_2 ถูกดูดซับเป็นขั้นที่ 2 ซ้อนบนชั้นแรก และทำให้เกิดชั้นที่ 3 ซ้อนบนชั้นที่ 2 คือทำให้เกิดเป็น multilayer นั่นเอง ตัวดูดซับเป็นพวกที่ไม่มีรูพรุนขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก

Adsorption isotherm ชนิดที่ 3

การดูดซับที่มี Adsorption isotherm ชนิดนี้ เช่น การดูดซับ Br_2 โดยซิลิกาเจลที่ 352 K ซึ่งเป็นแบบไอโซเทอร์มเฉพาะของการดูดไอน้ำบนถ่านที่ไม่มีรูพรุน เช่น ถ่านที่ได้จากการคาร์บอไนซ์

Adsorption isotherm ชนิดที่ 4

การดูดซับที่มี Adsorption isotherm ชนิดนี้ เช่น การดูดซับ C_6H_6 โดยเฟอร์ริกออกไซด์เจล (Ferric oxide gel) ที่ 320 K เป็นพวกที่มีรูพรุนขนาดกลางจำนวนมาก ซึ่งจะเกิดการควบแน่นภายในรูพรุน

Adsorption isotherm ชนิดที่ 5

การดูดซับที่มี Adsorption isotherm ชนิดนี้ เช่น การดูดซับของไอน้ำโดยถ่านที่ 373 K เช่นเดียวกับชนิดที่ 4 แต่เป็นรูพรุนขนาดกลางเป็นส่วนใหญ่

ในการดูดซับก๊าซโดยของแข็งซึ่งมี Adsorption isotherm ชนิดที่ 4 และ 5 จะมีการควบแน่นของก๊าซไปเป็นของเหลวในรูขนาดเล็กๆ ของของแข็ง ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2 nm และ 3 nm เรียกการควบแน่นนี้ว่า “การควบแน่นคาบิลอาร์”

สำหรับถ่านกัมมันต์ยังพบว่า มีลักษณะของเส้นไอโซเทอร์มแตกต่างกันตามชนิดของรูพรุนดังแสดงในรูป

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุไรวรรณ ธรรมรัตนพคุณ (2523) ศึกษาการทำถ่านกัมมันต์เม็ดจากถ่านกะลามะพร้าว โดยการทำการคาร์โบไนซ์เซชันในถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรแล้วนำไปกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งในเตาหมุน ท่อหมุนในแนวนอนด้วยอัตราเร็ว 4 รอบต่อนาที

ถ่านที่ใช้ทดลองมีขนาด 4-10 เมช (4.76-2.00 มิลลิเมตร)

อุณหภูมิตั้งแต่ 700-1075 องศาเซลเซียส

เวลาตั้งแต่ 30, 40, 45 ... 130 นาที

น้ำหนักที่หายไปคิดเป็นร้อยละ 17 ถึง 80

การดูดซับไอโอดีนมีค่าสูงสุด 1540 มิลลิกรัมต่อกรัม

ค่าความแข็ง (hardness number) คิดเป็นร้อยละ 30 ถึง 92

การทดสอบการดูดซับเมทธิลีนบลู มีค่าตั้งแต่ 0.005 ถึง 0.371 กรัมต่อมิลลิกรัม

ความหนาแน่นปรากฏ (appearent density) ตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

นราพร หาญวจนวงศ์และคณะ (2529) งานวิจัยเป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดโดยการกระตุ้นด้วยสารเคมี คือ $ZnCl_2$ ซึ่งทำการเผา (carbonization) ที่อุณหภูมิ 300 และ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำผงถ่านมากระตุ้น (activation) โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ

อัตราส่วน $ZnCl_2$ ต่อผงถ่านเป็น 1.5 : 1.0, 2.5 : 1.0 และ 3.0 : 1.0

อุณหภูมิในการกระตุ้น 700 และ 800 องศาเซลเซียส

เวลาในการกระตุ้น 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

จากการทดลองพบว่าเมื่อทำการเผาซังข้าวโพดเป็นผลึกถ่านที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง และทำการกระตุ้นผลึกถ่านเป็นถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ปริมาณ $ZnCl_2$: ถ่านเป็น 2.0 : 1.0 โดยน้ำหนัก จะได้ถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดซึ่งมีค่าไอโอดีนเป็น 777 มิลลิกรัมไอโอดีนต่อถ่านกัมมันต์

เกศรา นุตาลัยและคณะ (2531) ได้ทดลองนำดินพรุจากจังหวัดนราธิวาสมาผลิตถ่านกัมมันต์ โดยวิธีการกระตุ้นด้วยสารเคมี $ZnCl_2$ หรือวิธีการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งในการทดลองการกระตุ้นด้วยสารเคมีกำหนดตัวแปรในการผลิตถ่านกัมมันต์ คืออัตราส่วนของน้ำหนักดินพรุแห้งต่อน้ำหนักสารละลาย $ZnCl_2$ (ร้อยละ 6) โดยกำหนดเป็น 1.0 : 2.5 และ 1.0 : 4.0 อุณหภูมิการเผาที่ 400 ถึง 600 องศาเซลเซียสเวลาการเผาที่ 0.5, 1.0, 1.5,2.0 และ 3.0 ชั่วโมงจากผลการทดลองพบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ใช้อุณหภูมิเมื่อกระตุ้นด้วยสารเคมีอัตราส่วน 1: 4 อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และเวลามากกว่า 0.5 ชั่วโมง ค่าการดูดซับไอโอดีน 1200 กว่า 1300 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู 200 กว่า 300 มิลลิกรัมต่อกรัม พื้นที่ผิว อนุภาค 1200 กว่า 1500 ตารางเมตรต่อกรัม

สำหรับถ่านกัมมันต์ซึ่งผ่านการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งโดยต้องอัดเป็นเม็ดก่อนการกระตุ้น ถ่านกัมมันต์ซึ่งกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงจะมีค่าการดูดซับไอโอดีนประมาณ 1200 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู 295 มิลลิกรัมต่อกรัม และพื้นที่ผิวอนุภาค 881 ตารางเมตรต่อกรัม

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

วัตถุดิบ

1. เปลือกมังคุด
2. ผลมังคุด

สารเคมี

1. สารกรองทราย
2. สารกรองแมกกานีส
3. สารกรองแอนทราไซด์

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ในการผลิตเตาเผาและเครื่องย่อยเปลือกมังคุด

1. เหล็กแผ่น 4 x 120 x 240 มม.	จำนวน	1	แผ่น
2. เหล็กเพลา ¾ x 600	จำนวน	2	เส้น
3. เหล็กแบน ¼″ x 2″	จำนวน	2	เส้น
4. เหล็กฉาก ¼″ x 2″	จำนวน	10	เส้น

5. ลูกปืนตุ๊กตา 1 ½″	จำนวน	2	ตัว
6. เหล็กเพลา 1 ½″	จำนวน	1	เส้น
7. น๊อต 5/8″ 2 ½″	จำนวน	60	ตัว
8. มอเตอร์ 1 HP	จำนวน	1	ตัว
9. มูเลย์ 2 ½″	จำนวน	1	ตัว
10. มูเลย์ 14″	จำนวน	1	ตัว
11. บูช 1 ½″	จำนวน	4	ตัว
12. ท่อ 1″	จำนวน	3	ท่อน
13. เพลา 5/8″	จำนวน	1	เส้น
14. เพลา 2″	จำนวน	1	เส้น
15. เหล็ก ¼ x 10″ x 10″	จำนวน	9	แผ่น
16. สีกันสนิท	จำนวน	4	กล.
17. สีดำก้าน	จำนวน	4	กล.
18. ทินเนอร์	จำนวน	2	ปีบ
19. ดอกสว่าน	จำนวน	1	กล่อง
20. อิฐมอญ	จำนวน	5,000	ก้อน
21. ปูนซีเมนต์	จำนวน	20	กระสอบ
22. ทรายหยาบ	จำนวน	2	รถ
23. ทรายละเอียด	จำนวน	1	รถ
24.หินคลุก	จำนวน	1	รถ
25.เหล็กแผ่น 1/16 x 120 x240	จำนวน	4	แผ่น
26. ลวดเชื่อม 2.6	จำนวน	1	ลัง
27. เหล็กแบน 3/8″ x 1″	จำนวน	5	เส้น
28. สายพาน	จำนวน	3	เส้น
29. เหล็กฉาก ¼″ 1 ½″	จำนวน	10	เส้น
30. มีดกลึง ½″	จำนวน	2	อัน

31. น้ำยาแทนปูนขาว	จำนวน	2	กล.
32. กาพ่นสี	จำนวน	1	อัน

2. วัสดุและอุปกรณ์ในการต่อท่อเครื่องกรองน้ำ

1. ท่อ 1″	จำนวน	40	เส้น
2. ท่อ ¾″	จำนวน	40	เส้น
3. ท่อ ½″	จำนวน	40	เส้น
4. ประตูน้ำ 1″	จำนวน	20	อัน
5. ประตูน้ำ ¾″	จำนวน	20	อัน
6. ประตูน้ำ ½″35	จำนวน	20	อัน
7. ข้องอ 1″ 10	จำนวน	50	อัน
8. ข้องอ ¾″	จำนวน	50	อัน
9. ข้องอ ½″	จำนวน	50	อัน
10. กาว	จำนวน	5	กระป๋อง
11. ท่อเหล็ก 3″	จำนวน	4	เส้น
12. ท่อเหล็ก 1″	จำนวน	5	เส้น
13. ผ้าเทป	จำนวน	3	ม้วน

การผลิตถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง เพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ
สร้างและออกแบบเตาเผา
ดำเนินการเผาเปลือกมังคุด
นำเปลือกมังคุดไปย่อยให้เป็นผงด้วยเครื่องย่อยเปลือกมังคุด
นำผงถ่านเปลือกมังคุดในปริมาณ 50% 70% และ 90% ของถัง (1 ถังเท่ากับ 100 ลิตร)ไปกรองน้ำที่มาจากลำคลอง น้ำบ่อ น้ำบาดาล และน้ำประปา
นำน้ำที่ผ่านจากการกรองไปทดสอบคุณภาพน้ำ

↓

วิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพน้ำ

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองคุณภาพน้ำ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านจากการกรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดในปริมาณ 50% กับ 70% และ 90% ของถัง (1 ถัง เท่ากับ 100 ลิตร) จากชนิดของตัวอย่าง 4 ชนิดได้แก่ น้ำคลอง น้ำบ่อ น้ำบาดาลและน้ำประปา โดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ตรัง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จังหวัดตรัง โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำ

1. ตัวอย่างน้ำคลอง จากลำคลอง น้ำตกปลิว บริเวณหน้าโรงยางยูปรัมเบอร์ หมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ตัวอย่างน้ำบ่อ จาก 151/1 หมู่ 8 ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
3. ตัวอย่างน้ำบาดาล จากบ้านเลขที่ 490 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. ตัวอย่างน้ำประปา จากบ้านเลขที่ 109/47 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สิ่งที่วิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

รายการทดสอบ	**วิธีทดสอบ**
1. MPN Coliforms/ 100 มิลลิเมตร	APHA 9221 (21 St ed)
2. E.coli/ 100 มิลลิเมตร	APHA 9221 (21 St ed)

3. S.aureus/ 100 มิลลิเมตร	APHA 9213 B (21 St ed)
4. Salmonella spp. / 100 มิลลิเมตร	APHA 9260 B (21 St ed)
5. C.perfringens/ 100 มิลลิเมตร	Environment Agency-The Microbiology of Drinking Water 2007

สถานที่ทำการทดลอง

บ้านเลขที่ 109/47 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ระยะเวลาในการวิจัย

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึง กันยายน 2552

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อใช้เป็นถ่านกรองน้ำ และดูดซับความชื้นและกลิ่น หาประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำและเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกร โดยการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้กรองน้ำ ส่วนที่สองการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำ และส่วนที่สามข้อเสนอแนะในการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกรในการศึกษาวิจัยนี้

ส่วนที่ 1 การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ผลิตถ่านกรองน้ำ

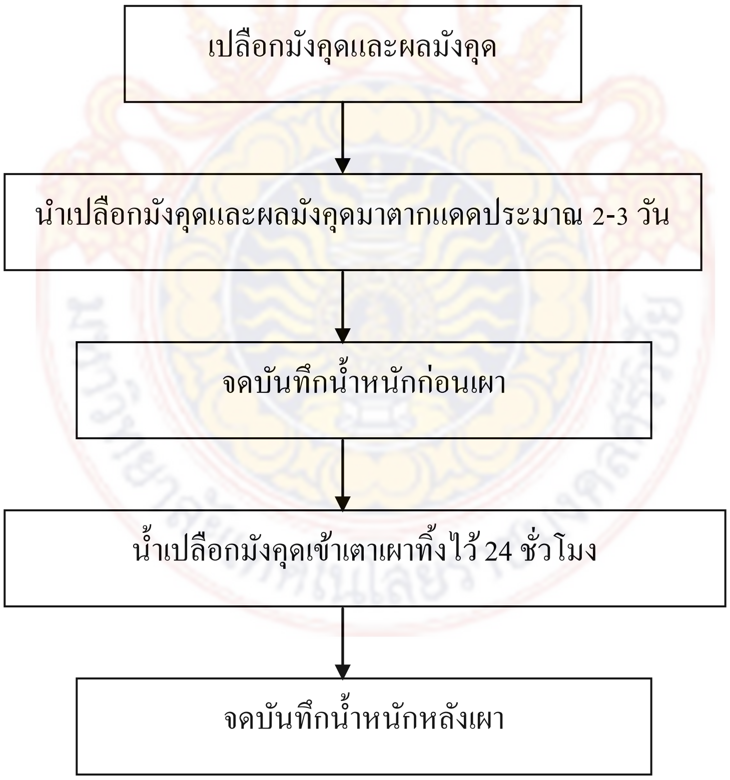
วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดทิ้ง ได้แก่ เปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง

การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดในสัดส่วน 1 กิโลกรัม

1. นำเปลือกมังคุด และผลมังคุดทิ้ง 5 กิโลกรัมไปตากแดงทิ้งไว้ 2-3 วัน
2. นำเปลือกมังคุด และผลมังคุดทิ้งที่แห้งแล้วใส่ในเตาเผา
3. เริ่มต้นจุดไฟเตา บริเวณหน้าเตาที่เตาเผาถ่านโดยค่อย ๆ ใส่เชื้อเพลิง ความร้อนจะกระจายเข้าไปสู่ตัวเตาเพื่อไล่อากาศเย็นและความชื้นที่อยู่ในเตา และเนื้อเปลือกมังคุด

ช่วงนี้ควันที่ออกมาตรงปล่องควันควันที่ออกมาในช่วงนี้จะมีลักษณะขาวหนาทึบ แสบจมูก แสบตา เนื่องจากมีการสลายตัวของสารที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุดิบ

4. เผาไปประมาณ 24 ชั่วโมงควันก็จะเริ่มบางลง ออกมาจะมีลักษณะเป็นสีฟ้าอ่อนๆหรือใส เกือบไม่มีสี หรืออาจลองใช้นิ้วแตะดูที่ด้านในของปล่องควันถ้าปล่องควันแห้งไม่มีน้ำมันดินติดนิ้วออกมาก็แสดงว่าวัตถุดิบได้กลายเป็นถ่านให้หยุดเชื้อเพลิงและควบคุมอากาศโดยการหรี่ช่องหน้าเตา
5. เมื่อควันจากลงจนมองไม่เห็นให้เปิดหน้าเตาเพื่อให้อากาศร้อนเข้าไปไล่สารตกค้างในเตา และปิดหน้าเตาทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 2 วันจึงเปิดเอาถ่าน
6. การนำถ่านออกจากเตา หลังจากปิดปากเตาแล้วทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิภายในเตาลดลงหรืออาจจะทดสอบโดยใช้มือแตะดูที่ผนังของเตาจะรู้สึกอุ่นเล็กน้อยก็ทำการเปิดปากเตาและนำถ่านออกมาได้และทำการคัดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้ในการกรองน้ำ



ภาพที่ 4.1 แสดงการเผาถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุด

การดำเนินการกรองน้ำด้วยถ่านเปลือกมังคุด

กลุ่มตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำคลอง น้ำบ่อ น้ำบาดาลและน้ำประปา

สารกรองน้ำ ได้แก่ ถ่านเปลือกมังคุดอย่างเดียวไม่มีการปนเปื้อนสารเคมีใด ๆ

ขั้นตอนการกรองน้ำด้วยถ่านเปลือกมังคุด

1. เริ่มตั้งแต่การสูบน้ำน้ำคลอง น้ำบ่อ น้ำบาดาลและน้ำประปา
2. แล้วทำการนำถ่านเปลือกมังคุดไปย่อยด้วยเครื่องย่อยเปลือกมังคุดจำนวน 50 % ของถัง 70% ของถัง และ 90% ของถัง (1 ถัง เท่ากับ 100 ลิตร) ใส่ลงไปเพื่อขจัดแบคทีเรียในน้ำ
3. จะได้น้ำที่ผ่านการกรองด้วยสารกรองจากเปลือกมังคุดจำนวน 24 ตัวอย่าง คือ

น้ำคลอง

1. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 50 % ของถัง
2. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 70 % ของถัง
3. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 90 % ของถัง

น้ำบ่อ

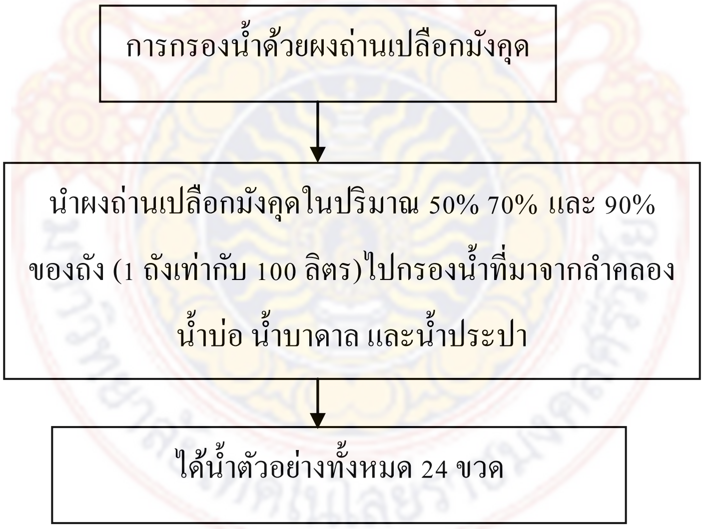
1. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 50 % ของถัง
2. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 70 % ของถัง
3. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดจำนวน 90 % ของถัง

น้ำบาดาล

1. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 50 % ของถัง
2. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 70 % ของถัง
3. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 90 % ของถัง

น้ำประปา

1. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 50 % ของถัง
2. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 70 % ของถัง
3. กรองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุดขนาด 2 มิลลิเมตร 4 และมิลลิเมตร จำนวน 90 % ของถัง



ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการกรองน้ำ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 ตัวอย่าง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง (1 ถังเท่ากับ 100 ลิตร)จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลองที่นำมาเป็นตัวอย่างในการทดลองมีผลการวิเคราะห์คุณภาพ โดยมาตรฐานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อ 100 กรัมถึงจะผ่านการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่า น้ำคลองก่อนเข้าเครื่องสารกรองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms ในปริมาณ 350 ต่อ 100 กรัม ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ ส่วนจุลินทร์ทรีย์ชนิดอื่นไม่พบ

เมื่อนำน้ำคลองกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 130 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 33 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 140 ต่อ 100 กรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ่ายเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถกำจัดเชื่อแบคทีเรียในน้ำคลองได้แต่น้ำที่นั้นไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพของน้ำดื่ม (ดังตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง

รายการทดสอบ	**รายการทดสอบ**				
	MPN Coliforms	E.coli	S.aureus	Salmonella spp.	C.perfringens

มาตรฐานกำหนด	น้อยกว่า 2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำคลองก่อนกรอง	350	พบ	-	-	-
สารกรอง 50 %	130	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 70 %	33	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 90 %	140	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง (1 ถังเท่ากับ 100 ลิตร)จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อที่นำมาเป็นตัวอย่างในการทดลองมีผลการวิเคราะห์คุณภาพ โดยมาตรฐานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อ 100 กรัมถึงจะผ่านการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่า น้ำบ่อก่อนเข้าเครื่องสารกรองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms ในปริมาณ 280 ต่อ 100 กรัมซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ ส่วนจุลินทร์ทรีย์ชนิดอื่นไม่พบ

เมื่อนำน้ำบ่อกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบ่อพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 1,600 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 350 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ **คือ** น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ 90% ของถังจะทำให้พบเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี (ดังตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อ

	รายการทดสอบ

รายการทดสอบ	MPN Coliforms	E.coli	S.aureus	Salmonella spp.	C.perfringens
มาตรฐานกำหนด	น้อยกว่า 2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำบ่อก่อนกรอง	280	พบ	-	-	-
สารกรอง 50 %	1,600	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 70 %	350	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 90 %	น้อยกว่า 1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาลโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง (1 ถังเท่ากับ 100 ลิตร) จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาลที่นำมาเป็นตัวอย่างในการทดลองมีผลการวิเคราะห์คุณภาพ โดยมาตรฐานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อ 100 กรัมถึงจะผ่านการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่าน้ำบาดาลก่อนเข้าเครื่องสารกรองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms ในปริมาณน้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัมซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ ส่วนจุลินทร์ทรีย์ชนิดอื่นไม่พบ

เมื่อนำน้ำบาดาลกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 2 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ คือ น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ 70% และ 90% ของถังจะทำให้พบเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี (ดังตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาล

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ				
	MPN Coliforms	E.coli	S.aureus	Salmonella spp.	C.perfringens
มาตรฐานกำหนด	น้อยกว่า 2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำบาดาลก่อนกรอง	น้อยกว่า 1.8	พบ	-	-	-
สารกรอง 50 %	2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 70 %	น้อยกว่า 1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 90 %	น้อยกว่า 1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปา

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปาโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง (1 ถังเท่ากับ 100 ลิตร) จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปาที่นำมาเป็นตัวอย่างในการทดลองมีผลการวิเคราะห์คุณภาพ โดยมาตรฐานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อ 100 กรัมถึงจะผ่านการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่าน้ำประปาก่อนเข้าเครื่องสารกรองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms ในปริมาณน้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัมซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ ส่วนจุลินทร์ทรีย์ชนิดอื่นไม่พบ

เมื่อนำน้ำประปากรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 240 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 2 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ คือ น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ และ 90% ของถังจะทำให้พบเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี (ดังตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปา

รายการทดสอบ	รายการทดสอบ				
	MPN Coliforms	E.coli	S.aureus	Salmonella spp.	C.perfringens
มาตรฐานกำหนด	น้อยกว่า 2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำบาดาลก่อนกรอง	น้อยกว่า 1.8	พบ	-	-	-
สารกรอง 50 %	240	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 70 %	2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สารกรอง 90 %	น้อยกว่า 1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ส่วนที่สาม ข้อเสนอแนะในการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกรในการศึกษา

จากการนำศึกษาวิจัยเรื่องการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อให้เป็นถ่านกรอบน้ำและดูดซับความชื้นและกลิ่นนั้น ผลการวิจัยพบว่าเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้งสามารถที่จะกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ดี ดังนั้นหากงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงและนำไปเผยแพร่เรียบร้อยแล้วเกษตรกรสามารถที่จะนำเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ประโยชน์โดยนำมาเผาเป็นถ่านซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุดได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตถ่านมังคุดก็ไม่ได้ยุ่งยากดังที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปข้างต้นแล้ว และจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียนั้นถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ดี เพราะฉะนั้นเกษตรกรก็สามารถที่จะนำไปใช้ในการสร้างรายได้โดยการผลิตน้ำดื่มเพื่อจำหน่ายก็ได้โดยจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองพบว่าถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถใช้ได้ดีกับน้ำบาดาล รองลงมาน้ำประปา น้ำบ่อ และน้ำคลอง ซึ่งหากใส่สารกรองในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเท่าไหร่ก็จะทำให้น้ำนั้นสะอาดมากขึ้นเท่านั้น

และจากการนำน้ำตัวอย่างที่ผ่านจากการกรองโดยใช้ถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ พบว่า ชนิดตัวอย่างจากน้ำบาดาลสามารถนำไปผลิตเป็นน้ำดื่มได้มากที่สุด และสามารถนำผลนี้ไปใช้ในการขออนุญาตผลิตน้ำดื่มได้อีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำคลอง น้ำบ่อ น้ำบาดาลและน้ำประปา สามารถสรุปผลการทำวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 การผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ผลิตถ่านกรองน้ำ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดทิ้ง ได้แก่ เปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้ง เปลือกมังคุด และผลมังคุดทิ้ง 5 กิโลกรัม ได้ถ่าน 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผลิต 4 วัน รวมทั้งตอนที่นำวัตถุดิบมาตากแห้งด้วย โดย ตากแดดเปลือกมังคุดและผลมังคุดทิ้ง ทิ้งไว้ 2-3 วัน แล้วนำไปเผาอีก 24 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลองโดยใช้ถ่านเปลือกมังคุด 50% 70% และ 90% ของถัง จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ไม่ผ่านมาตรฐาน 6 กลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0 ผ่านมาตรฐาน 6 กลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำคลอง เมื่อนำน้ำคลองกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 130 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 33 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 140 ต่อ 100 กรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ่ายเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถกำจัดเชื่อแบคทีเรียในน้ำคลองได้แต่น้ำที่นั้นไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพของน้ำดื่ม

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบ่อ เมื่อนำน้ำบ่อกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบ่อพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 1,600 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 350 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำคลองพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ **คือ** น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ 90% ของถังจะทำให้พบเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำบาดาล เมื่อนำน้ำบาดาลกรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบ จุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 2 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ คือ น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ 70% และ 90% ของถังจะทำให้พบเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี (ดังตารางที่ 4.3)

4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำประปา เมื่อนำน้ำประปากรองแล้วโดยใส่สารกรองเติมลงไป 50% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบ จุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 240 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 70% หลังจากกรอง

แล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms 2 ต่อ 100 กรัม เมื่อใส่สารกรองเติมลงไป 90% หลังจากกรองแล้วน้ำบาดาลพบจุลินทรีย์ชนิด NPN Coliforms น้อยกว่า 1.8 ต่อ 100 กรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่วางไว้ คือ น้อยกว่า 2.2 แสดงว่าเมื่อใส่สารกรองในปริมาณ และ 90% ของถังจะทำให้พบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำน้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวสารกรองที่ได้ถ่านเปลือกมังคุดสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในน้ำได้ดี (ดังตารางที่ 4.4)

การดูดซับ

การศึกษาสมดุลการดูดซับและอัตราเร็วของปฏิกิริยาการดูดซับ สามารถสรุปได้ดังนี้ น้ำหนักของสารดูดซับมีความสอดคล้องกับเวลา การเข้าสู่สมดุลการดูดซับของสารดูดซับนั้นๆ โดยที่น้ำหนักของสารดูดซับมากทำให้เวลาการเข้าสู่สมดุลนานกว่าที่น้ำหนักสารดูดซับน้อย เนื่องมาจากเวลาในการเข้าสู่สมดุลจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวในการดูดซับ ดังนั้น ที่น้ำหนักสารดูดซับที่น้ำหนักมากพื้นที่ผิวในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นตามด้วย

การทดสอบไอโซเทอมการดูดซับแบบฟรุนดลิช สามารถสรุปได้ดังนี้ จากการพิจารณาไอโซเทอมการดูดซับแบบฟรุนดลิชเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับแต่ละชนิด สามารถพิจารณาได้โดยค่าคงที่ที่ได้จากไอโซเทอมการดูดซับ คือ ถ่านเปลือกมังคุดที่มีค่าคงที่สัมพันธ์กับการดูดซับ(k) สูงและค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ(n) มากกว่า 1 จะหมายถึงการดูดซับที่ดี

ส่วนที่สาม ข้อเสนอแนะในการเพิ่มมูลค่าแก่เปลือกมังคุดและเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกรในการศึกษา

จากการนำศึกษาวิจัยเรื่องการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งเพื่อให้เป็นถ่านกรอบน้ำและดูดซับความชื้นและกลิ่นนั้น ผลการวิจัยพบว่าเปลือกมังคุดและผลมังคุดคัดทิ้งสามาถที่จะกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ดี ดังนั้นหากงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงและนำไปเผยแพร่เรียบร้อยแล้วเกษตรกรสามารถที่จะนำเปลือกมังคุด และผลมังคุดคัดทิ้งมาใช้ประโยชน์โดยนำมาเผาเป็นถ่านซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุดได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตถ่านมังคุดก็ไม่ได้ยุ่งยากดังที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปข้างต้นแล้ว และจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดต่อการกำจัดเชื้อแบคทีเรียนั้นถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถกำจัดเชื้อ

แบคทีเรียได้ดี เพราะฉะนั้นเกษตรกรก็สามารถที่จะนำไปใช้ในการสร้างรายได้โดยการผลิตน้ำดื่มเพื่อจำหน่ายก็ได้โดยจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองพบว่าถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดสามารถใช้ได้ดีกับน้ำบาดาล รองลงมาน้ำประปา น้ำบ่อ และน้ำคลอง ซึ่งหากใส่สารกรองในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเท่าไหร่ก็จะทำให้น้ำนั้นสะอาดมากขึ้นเท่านั้น

และจากการนำน้ำตัวอย่างที่ผ่านจากการกรองโดยใช้ถ่านที่ผลิตจากเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ พบว่า ชนิดตัวอย่างจากน้ำบาดาลสามารถนำไปผลิตเป็นน้ำดื่มได้มากที่สุด และสามารถนำผลนี้ไปใช้ในการขออนุญาตผลิตน้ำดื่มได้อีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะ

1. สามารถนำถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดที่ผลิตได้ไปใช้บำบัดน้ำจากแหล่งอื่นได้ในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย
2. การนำถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปใช้ในการดูดซับกลิ่นได้
3. สามารถนำถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปใช้ในการกรองน้ำดื่มได้
4. สามารถนำถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปขายเพื่อเป็นเชื้อเพลิงได้
5. สามารถนำถ่านเปลือกมังคุดและผลมังคุดไปขายเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร
6. ในการผลิตถ่านจากเปลือกมังคุดนั้นยังมีข้อสงสัยในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บรักษาเพราะฉะนั้นควรที่จะทำการศึกษาถึงระยะเวลาในการเก็บว่าสามารถเก็บไว้ได้นานเพียงใด

บรรณานุกรม

กิตติกานต์ อิศระ. 2550. น้ำ พลังมหัศจรรย์เพื่อสุขภาพดี. ซีเอ็ดยูเคชั่น ซีเอ็ดยูเคชั่น

จริยา สันเดิมสุข สมเกียรติ ดีกิจเสริมพงศ์. 2535. ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อกลุ่มแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคท้องร่วงและกลุ่มแบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้. กรมการแพทย์.

จีระพร จิตบำรุง, 2544. ความสำคัญของน้ำ. (ออนไลน์) สืบค้นได้จาก http://www.school.net.th/library/create-web/10000/science/10000-82.html

ธเรศ ศรสถิตย์, ปนัดดา คำรัตน์และ วรรธนา วงษ์สุด . 2544 .ประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้นในการกำจัดตะกั่วและปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระชัย จันทรเสนา,2528. การผลิตถ่านและคุณภาพของถ่านจากป่าไม้ป่าชายเลนโดยใช้เตาอิฐขนาดเล็ก.วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวนศาสตร์ภาควิชาวนศาสตร์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ ธราวิจิตกุล. 2543. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเปลือกมังคุด. สัมมนาวิชาการเทคโนโลยีชีวภาพเภสัชกรรม ครั้งที่ 2 “การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อการแพทย์แผนไทย”. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิลาวัลย์ มหาบุษราคัม ฉวีวรรณ จันสกุล วราคม ไชยยศ พิเชษฐ์ วิริย จิตรา. 2535. สารเคมีจากเปลือกมังคุดและฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ครั้งที่ 8, กรุงเทพฯ.

วิลาวัลย์ มหาบุษราคัม พิเชษฐ์ วิริยะจินดา เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร. 2527. ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของสารเคมีในเปลือกผลมังคุดและอนุพันธ์. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10. จังหวัดเชียงใหม่.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2542. แบคทีเรียในน้ำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธิดา โชคธัญญาวัฒน์. 2544. การกำจัดโครเมียมที่ค้างเหลือในน้ำเสียหลังจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยกระบวนการดูดซับ.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 เตาเผาถ่านเปลือกมังคุด

ภาพผนวกที่ 2 เครื่องย่อยเปลือกมังคุด

ภาพผนวกที่ 3 เครื่องกรองน้ำ

ภาพผนวกที่ 4 น้ำที่ผ่านจากการกรอง

ภาพผนวกที่ 5 ถ่านจากเปลือกมังคุด