

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษากระบวนการดูดซับสารเคมีที่เป็นอันตราย โดยใช้วัสดุดูดซับจากของเสียได้แก่ กะลามะพร้าว และกะลาปาล์ม โดยมีการศึกษาแบ่งเป็น 6 หัวข้อ ดังนี้

1. การดูดซับ
2. สารโพลีอิน
3. ถ่านกัมมันต์
4. กะลาปาล์ม
5. กะลามะพร้าว
6. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การดูดซับ

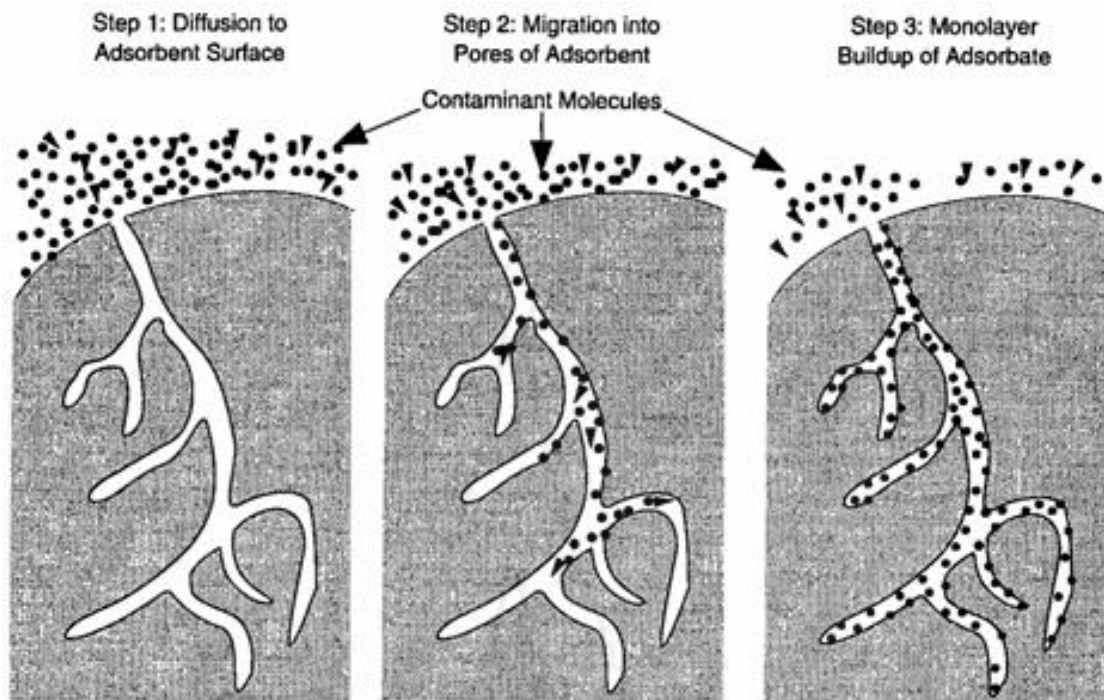
1.1 ทฤษฎีการดูดซับ

การดูดซับ (Adsorption) เป็นกระบวนการที่เกิดการรวมตัวของตัวถูกดูดซับ (Adsorbate) ในสถานะที่เป็นของเหลวหรือก๊าซที่บริเวณผิวหน้าของตัวดูดซับ (Adsorbent) ซึ่งประสิทธิภาพในการดูดซับจะขึ้นอยู่กับรูพรุนของตัวดูดซับ หากตัวดูดซับที่มีการผ่านกรรมวิธีต่างๆ เช่น การเผา การใช้สารเคมีในการกระตุ้น เป็นต้น ก็สามารถทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับหรือรูพรุนในบริเวณผิวหน้าเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยการดูดซับเกิดจากการถ่ายเทของเหลวหรือก๊าซมายังของแข็งหรือของเหลว หรือเรียกว่าการดูดติดผิว ซึ่งการดูดติดผิวสามารถแบ่งได้ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 โมเลกุลของสิ่งสกปรกที่อยู่ในสถานะของเหลวหรือก๊าซจะเคลื่อนที่ไปเกาะอยู่บริเวณรอบนอกของถ่านกัมมันต์

ระยะที่ 2 โมเลกุลของสิ่งสกปรกจะฟุ้งกระจายเข้าไปในรูพรุนของถ่านกัมมันต์

ระยะที่ 3 เกิดการดูดซับในรูพรุนระหว่างสิ่งสกปรกกับพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ ซึ่งอาจจะใช้การดูดติดด้วยแรงทางฟิสิกส์หรือเคมีหรือทั้งสองอย่างรวมกัน



ภาพที่ 2.1 กลไกการดูดซับ

ที่มา : <https://is.gd/DJfeV2>

1.2 ประเภทการดูดซับ

โดยทั่วไปการดูดซับ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การดูดซับทางกายภาพ และการดูดซับทางเคมี โดยจำแนกได้ตามแรงที่ดูดซับระหว่างผิวโมเลกุล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 การดูดซับทางกายภาพ

เป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลอย่างอ่อน คือ แรงแวนเดอร์วาลส์ (Vander Waals Forces) ซึ่งเกิดจากการรวมแรง 2 ชนิด คือ แรงกระจาย (London Dispersion Force) และแรงไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Force) การดึงดูดด้วยแรงที่อ่อน ทำให้การดูดซับประเภทนี้มีพลังงานการคายความร้อนค่อนข้างน้อย คือ ต่ำกว่า 20 กิโลจูลต่อโมล และสามารถเกิดการผันกลับของกระบวนการได้ง่าย ซึ่งเป็นข้อดี เพราะสามารถฟื้นฟูสภาพของตัวดูดซับได้ง่ายด้วย สารที่ถูกดูดซับสามารถเกาะอยู่รอบ ๆ ผิวของสารดูดซับได้หลายชั้น (Multilayer) หรือในแต่ละชั้นของโมเลกุลสารถูกดูดซับจะติดอยู่กับชั้นของโมเลกุลของสารถูกดูดซับในชั้นก่อนหน้า โดยจำนวนชั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารถูกดูดซับ และจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของตัวถูกละลายในสารละลาย

1.2.2 การดูดซับทางเคมี

การดูดซับประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อตัวถูกดูดซับกับตัวดูดซับทำปฏิกิริยาเคมีกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของตัวถูกดูดซับเดิม คือมีการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมหรือกลุ่มอะตอมเดิมแล้วมีการจัดเรียงอะตอมไปเป็นสารประกอบใหม่ขึ้น โดยมีพันธะเคมีซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง มีพลังงานกระตุ้นเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความร้อนของการดูดซับมีค่าสูงประมาณ 50-400 กิโลจูลต่อโมล กล่าวคือการกำจัดตัวถูกดูดซับออกจากผิวตัวดูดซับจะทำได้ยาก ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ (Irreversible) และการดูดซับประเภทนี้จะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (Monolayer) เท่านั้น ซึ่งการดูดซับทางกายภาพและทางเคมีมีข้อแตกต่างกันหลายประการ

1.3 การวิเคราะห์ผลการดูดซับ

การวิเคราะห์การดูดซับเป็นการบ่งบอกถึงพฤติกรรมของกระบวนการดูดซับที่เกิดขึ้นในระบบภายใต้สภาวะที่คงที่ ซึ่งเป็นการคำนวณหาความสามารถในการดูดซับประสิทธิภาพในการดูดซับ รวมถึงจุดอิ่มตัวของตัวดูดซับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปสมการในการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพ ค่าการดูดซับ รวมถึงค่าจุดอิ่มตัวของสารดูดซับได้ดังนี้

1.3.1 ปริมาณก๊าซที่ถูกดักจับได้

ปริมาณก๊าซที่ถูกดูดซับไว้ได้เป็นการหาค่าของไอระเหยของก๊าซที่ตัวดูดซับสามารถดูดซับไว้ได้ โดยสามารถคำนวณได้จากปริมาณไอระเหยของก๊าซขาเข้าต่อปริมาณไอระเหยของก๊าซขาออก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Q_p = C_0 - C_1$$

Q_p	คือปริมาณการดูดซับก๊าซ (%)
C_0	คือปริมาณความเข้มข้นของก๊าซก่อนการทดลอง (%)
C_1	คือปริมาณความเข้มข้นของก๊าซหลังการทดลอง (%)

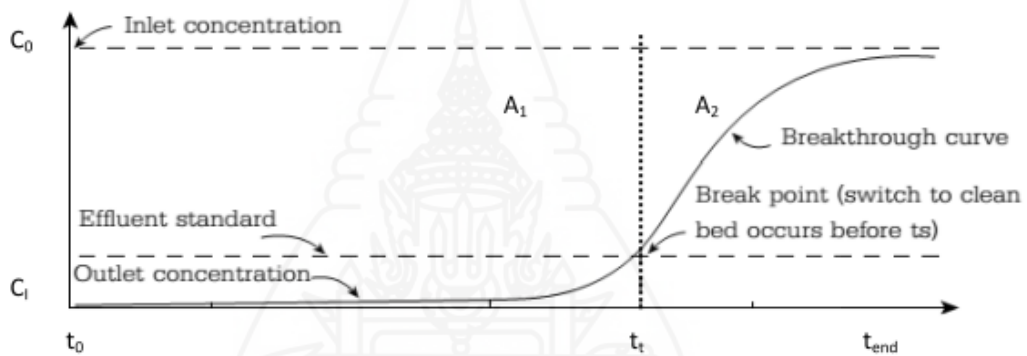
1.3.2 ร้อยละการดักจับก๊าซ

ร้อยละการดักจับก๊าซสามารถบ่งบอกถึงร้อยละที่ตัวดูดซับสามารถดูดซับไอระเหยได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละการดูดซับก๊าซ(\%)} = [\text{ปริมาณก๊าซที่ถูกดักจับได้}(Q_p) / \text{ความเข้มข้นของก๊าซทดลอง}(C_0)] \times 100$$

1.3.3 จุดอิ่มตัวในการดูดซับ

ในระบบการดูดซับที่ก๊าซไหลผ่านตัวดูดซับโดยการกรอง ซึ่งการดูดซับจะเกิดขึ้นที่บริเวณชั้นสารดูดซับจนกระทั่งไม่สามารถดูดซับได้อีกต่อไป เมื่อตัวดูดซับไม่สามารถดูดซับได้หรือทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพ เรียกว่า จุดอิ่มตัวในการดูดซับ (Breakthrough) โดยสามารถแสดงได้ดังกราฟ (ภาพที่ 2.2) ซึ่งจะแสดงให้เห็นกราฟเป็นรูปตัวเอส (S-shape) เมื่อถึงจุดอิ่มตัวกราฟจะเป็นเส้นโค้งยกตัวสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากสภาพของตัวดูดซับที่หมดสภาพลงจนไม่สามารถดูดซับก๊าซได้อีก เมื่อการดูดซับมีความเข้มข้นของก๊าซที่ถูกดูดซับมีความเข้มข้นเริ่มต้นที่ C_0 และค่าความเข้มข้นหลังผ่านคอลัมน์ วัดได้ที่ทางขาออกของก๊าซหลังผ่านคอลัมน์ที่เวลาต่าง ๆ เรียกว่า C_1 ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่มีค่าความเข้มข้นที่สูงสุดที่ยอมรับได้



ภาพที่ 2.2 กราฟรูปตัวเอสของการดูดซับ

ที่มา : จีระศักดิ์ เพ็งคูณ, (2557)

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ

อัจฉรา แก้วกล้า และคณะ (2554) ในระหว่างการดูดซับ โมเลกุลของตัวถูกละลายจะถูกกำจัดออกและไปติดอยู่บนถ่านกัมมันต์ ซึ่งบางส่วนจะติดอยู่ภายในรูพรุนและบางส่วนจะติดอยู่ที่พื้นผิวภายนอก การถ่ายเทโมเลกุลจะหยุดเมื่อถึงจุดสมดุล ดังนั้นความเข้มข้นของโมเลกุลตัวถูกละลายจะน้อยลงมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ไปจับอยู่บนพื้นผิวและภายในรูพรุนทั้งนี้อัตราและขีดความสามารถของการดูดซับขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ดังนี้

1.4.1 ความปั่นป่วน (Turbulence) เป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วในการดูดซับ

ความปั่นป่วนของระบบกับการแพร่ผ่านรูพรุน (Pore Diffusion) ถ้าน้ำมีความปั่นป่วนต่ำฟิล์มน้ำ ซึ่งล้อมรอบตัวดูดซับจะมีความหนาและเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเข้าไปหาตัวดูดซับทำให้การแพร่ผ่านฟิล์มน้ำเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วของการดูดซับ ในทางตรงกันข้ามถ้าน้ำมีความปั่นป่วนสูงทำให้น้ำไม่อาจสะสมตัวจนเป็นฟิล์มหนาเป็นผลให้โมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ผ่านฟิล์ม

น้ำเข้าไปหาตัวดูดซับได้เร็วกว่าการเคลื่อนที่เข้าไปในโพรง ทั้งนี้ความสามารถในการดูดซับจะดีหรือไม่ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของตัวดูดซับด้วย เนื่องจากตัวถูกดูดซับบางชนิดที่ละลายน้ำจะเกาะติดผิวได้ยาก และในทางตรงกันข้ามสารที่ละลายน้ำอาจจะง่ายต่อการดูดติดผิว เพราะฉะนั้นจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสัมพันธ์อย่างแน่นนอนในเชิงปริมาณระหว่างความสามารถในการดูดซับและมีความสามารถในการละลายน้ำ

1.4.2 ขนาดและพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ เป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของตัวดูดซับ ขนาด และพื้นที่ผิว โดยขนาดของตัวดูดซับมีอิทธิพลต่ออัตราเร็วของการดูดซับในทางลบ กล่าวคืออัตราเร็วการดูดซับเป็นอัตราส่วนผกผันกับขนาดของตัวดูดซับ ดังนั้นตัวดูดซับที่มีขนาดเล็กจึงมีอัตราเร็วในการดูดติดผิวสูงกว่าขนาดใหญ่ ส่วนพื้นที่ผิวของตัวดูดซับนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการดูดซับ (Adsorption Capacity) นั่นคือตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวมากย่อมดูดโมเลกุลตัวถูกดูดซับได้มากกว่าตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวน้อย ทั้งนี้พื้นที่ผิวส่วนใหญ่ได้มาจากโพรงภายใน ขนาดจึงมีบทบาทน้อยในการกำหนดพื้นที่ผิว เพราะฉะนั้นถ่านกัมมันต์ทั้งแบบผงและแบบเม็ดจึงมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักใกล้เคียงกันทำให้ความสามารถในการดูดซับใกล้เคียงกัน

1.4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) จะมีผลโดยตรงต่ออัตราการดูดซับ ถ้าความเป็นกรด - ด่างลดลงอัตราการดูดซับจะเร็วและมาก เนื่องจากความเป็นกรด - ด่างจะมีผลต่อการแตกตัวของไอออน นอกจากนี้ไฮโดรเจนไอออนที่เพิ่มขึ้นยังสามารถเกาะติดผิวของถ่านกัมมันต์ได้ดี ทำให้ถ่านกัมมันต์มีสภาพเป็นกลางเสมอ เนื่องจากถ่านกัมมันต์ไม่มีขั้วค่อนข้างเป็นลบจึงทำให้โมเลกุลไม่มีขั้วของสารมาเกาะที่ผิวของถ่านกัมมันต์ได้ดี

1.4.4 ขนาดของสารที่ถูกดูดซับ ขนาดของสารหรือโมเลกุลของตัวถูกดูดซับจะมีผลต่อความสามารถในการดูดซับ เมื่อน้ำหนักโมเลกุลและขนาดโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้น ขนาดโมเลกุลที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการละลายด้วยโดยสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างที่ยาวมักจะมีความสามารถในการละลายน้ำ ได้ลดลง จึงส่งผลทำให้เกิดการดูดซับโดยตัวดูดซับมากขึ้นตามขนาดที่เพิ่มขึ้น แต่ในกรณีที่ตัวดูดซับ มีรูพรุนมากสารที่มีโมเลกุลเล็กกว่ารูพรุนมักจะถูดูดซับได้มากกว่าสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เนื่องจากสารโมเลกุลขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้ารูพรุนได้และพื้นที่ผิวภายนอก ที่จะดูดซับมีอยู่น้อย เนื่องจากพื้นที่ผิวภายนอกมีน้อยลง

2. สารโทลูอิน

สยามเคมีคอล (ม.ป.ป.) โทลูอิน (Toluene) หรือ ฟีนิลมีเทน เป็นสารเคมีที่อยู่ในกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ไม่มีกลุ่มฮาโลจีเนตติด นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นตัวทำละลาย และเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารชนิดอื่น โดยในประเทศไทยมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศ อิตาลี จีน เยอรมัน ญี่ปุ่น สิงคโปร์ ไต้หวัน อังกฤษ สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย ฮังการี ปากีสถาน สวิตเซอร์แลนด์ และเบลเยียม โดยสารโทลูอินจัดเป็นสารเคมีอันตรายที่ต้องมีการขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ในการใช้งาน การจัดเก็บ การขนส่ง และการกำจัด

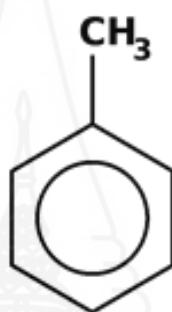
2.1 ลักษณะของสารโทลูอิน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ (2556) สารโทลูอินเป็นของเหลว ไม่ละลายในน้ำ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย คล้ายกลิ่นเบนซีน เป็นสารประกอบอะโรมาติก มีจุดหลอมเหลวที่ -95 องศาเซลเซียส โดยในช่วงแรกสารโทลูอินเป็นผลพลอยได้มาจากอุตสาหกรรมถ่านหิน และหลังจากช่วงสมัยสงครามโลกครั้งที่สองมีการผลิตสารโทลูอินใช้เองโดยในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และมีบางส่วนที่ได้จากกระบวนการอื่น ๆ

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสารโทลูอิน

รายละเอียด	ข้อมูลทั่วไป
ชื่อทางเคมี	Methyl-Benzene
ชื่ออื่นๆ	Toluol, Methylbenzol, Monomethyl benzene, Methacide
สูตรทางเคมี	$C_6H_5CH_3$
มวลโมเลกุล	92.13
ความดันไอ Vapour Pressure (mmHg)	22 mmHg @ 20 °C
ความถ่วงจำเพาะ Specific Gravity	0.868 @ 20 °C (ASTM D4052)
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.867 - 0.869 @ 20 °C (ASTM D4052)
ความหนาแน่นของไอ Vapour Density	3.2 @ 20 °C (air = 1)
ความสามารถในการละลายน้ำ Solubility in Water	ละลายน้ำได้เล็กน้อย @ 20 °C (515 g/m^3)
อัตราการระเหย	2 (n-Butyl Acetate = 1)

รายละเอียด	ข้อมูลทั่วไป
จุดวาบไฟ Flash Point	4 °C (Abel)
ขีดจำกัดการติดไฟ Flammable Limits	ค่าต่ำสุด (LEL) 1.2 %V ค่าสูงสุด (UEL) 7.1 %V
อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง Auto Ignition Temperature	535 °C
ความเป็นกรดต่าง pH Value	ไม่มีข้อมูล



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างสารโทลูอิน

ที่มา : <https://is.gd/upNCnJ>

2.2 ความเป็นพิษ

โทลูอินเป็นสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีความเป็นพิษ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดโรคพิษจากโทลูอิน ซึ่งผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะสัมผัสกับสารโทลูอินมักเป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตทินเนอร์ สี แล็กเกอร์ กาว อุตสาหกรรมผลิตหมึกพิมพ์ ยางเรซิน พลาสติก กาว อุตสาหกรรมการผลิตยา และสารเคมี อุตสาหกรรมเกี่ยวกับปิโตรเคมี (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2557) โดยทั่วไปสารโทลูอินสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางผิวหนัง ทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร และสารโทลูอินสามารถซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสารโทลูอินสามารถละลายได้ดีในไขมันจึงทำให้สามารถซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ง่าย และไปสะสมอยู่ในอวัยวะที่มีไขมัน (เรณู เวชรัชต์พิมล, 2555) ทั้งนี้การสะสมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่อยู่ในร่างกายของผู้ที่ได้รับสารโทลูอิน รวมถึงปริมาณสารโทลูอินที่ได้รับในแต่ละวัน

2.3 มาตรฐานควบคุมสารโหลอื่น

ชีวิตและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.) ตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ตามประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515 ห้ามมิให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณเข้มข้นของสารเคมีเกินกว่าที่กำหนดไว้ได้แก่สารโหลอื่น ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติเกินกว่า 200 ส่วน/ล้านส่วน ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาจำกัด 500 ส่วน/ ล้านส่วน โดยมีระยะเวลาที่กำหนดให้ทำงานได้ 10 นาที และปริมาณความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้ 300 ส่วน/ล้านส่วน และมาตรฐานทางชีวภาพ ค่า BEI ของ ACGIH Hippuric acid ในปัสสาวะ 1.6 g/gm creatinine (เก็บหลังทำงานของวันทำงาน)

3. ถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) คือ วัสดุที่มีพื้นที่ผิวภายในและมีความเป็นรูพรุนสูง มีพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ 500 – 1400 ตารางเมตรต่อกรัม โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์เป็นวัสดุที่ประกอบด้วย คาร์บอน ที่ได้จากการเผาถ่าน เป็นวัสดุที่มีพื้นที่ผิวสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการดูดซับไนโตรเจนที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีรูเล็กๆ (Microporosity) จำนวนมาก และสามารถเพิ่มพลังการดูดซับได้อีกโดยใช้สารเคมีปรับสภาพ

3.1 การผลิตถ่านกัมมันต์

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิษฐ์ (2559) ในกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์สามารถใช้วัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้ ถ่านหิน กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย ยางรถยนต์ ฯลฯ ซึ่งกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์มี 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่

3.1.1 การปรับสภาพทางกายภาพ (Physical Reactivation) กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 700-800 องศาเซลเซียสในสภาวะไม่มีออกซิเจนเพื่อไม่ให้วัสดุเกิดการลุกไหม้และเพื่อกำจัดสารอื่นๆ ออกไปด้วย จากนั้นนำถ่านคาร์บอนที่ได้ไปปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 900-1,100 องศาเซลเซียสในสภาวะที่มีไอน้ำหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และบดให้เป็นผงหรือเกล็ดที่มีขนาดตามต้องการ

3.1.2 การปรับสภาพด้วยสารเคมี (Chemical Activation) กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้สารเคมี เช่น ซิงค์คลอไรด์ กรดฟอสฟอริก โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ร่วมกับการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 400-600 องศาเซลเซียส โดยในภาคอุตสาหกรรมนิยมปรับสภาพถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีนี้มากกว่าวิธีปรับสภาพทางกายภาพ เนื่องจากใช้ความร้อน และเวลาในการผลิต

น้อยกว่า อย่างไรก็ตามบางครั้งถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการผลิตวิธีนี้อาจมีปัญหาเรื่องสารตกค้างได้หากมีการล้างสารเคมีออกจากถ่านกัมมันต์ไม่หมด

ทั้งนี้จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการปรับสภาพถ่านกัมมันต์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกการปรับสภาพด้วยสารเคมี เนื่องจากใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับสภาพทางกายภาพ รวมทั้งเล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ในการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ เช่น สารเคมี อุปกรณ์ให้ความร้อน เป็นต้น

3.2 ประเภทถ่านกัมมันต์

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์ (2559) ถ่านกัมมันต์แบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 ประเภท ดังนี้

3.2.1 ถ่านกัมมันต์แบบผง (Powdered Activated Carbon, PAC)

ถ่านกัมมันต์ผงเป็นรูปแบบดั้งเดิมของถ่านกัมมันต์ที่ยังนิยมใช้ในทุกวันนี้ โดยทั่วไปขนาดของผงถ่านกัมมันต์จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.15-0.25 มิลลิเมตร ถ่านกัมมันต์ในรูปผงมีจุดเด่นตรงที่ถ่านกัมมันต์มีสัดส่วนของพื้นที่ผิวภายนอก ต่อปริมาตรมาก ถ่านกัมมันต์ผงเหมาะกับการใช้งานแบบเติมลงในภาชนะของเหลวโดยตรงมากกว่าการบรรจุในท่อและปล่อยของเหลวไหลผ่านถ่านกัมมันต์ผง เนื่องจากวิธีหลังจะสูญเสียผงถ่านได้ง่ายกว่า

3.2.2 ถ่านกัมมันต์แบบเกล็ดหรือแบบเม็ด (Granular Activated Carbon, GAC) ถ่านกัมมันต์ในรูปเกล็ดนิยมใช้ในการดูดซับก๊าซหรือไอของสาร เนื่องจากขนาดเกล็ดใหญ่กว่าผงทำให้ก๊าซไหลผ่านได้ง่ายกว่า และจะไม่ฟุ้งกระจายเมื่อเกิดแรงลมมาสัมผัสกับถ่านกัมมันต์

3.2.3 ถ่านกัมมันต์อัดแท่ง (Extruded Activated Carbon, EAC)

เป็นถ่านกัมมันต์ที่นำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีด (Extruder) ได้เป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8-4.5 มิลลิเมตร ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้เหมาะกับการกรองหรือดูดซับก๊าซ เนื่องจากทำให้ความดันก๊าซตก (Pressure Drop) น้อยกว่าถ่านกัมมันต์ประเภทอื่น นอกจากนี้ถ่านกัมมันต์อัดแท่งยังมีความแข็งแรงเชิงกลสูง อีกทั้งทำให้เกิดละอองฝุ่นน้อยด้วย

3.3 เตาเผาถ่าน

เตาเผาถ่านที่มีใช้ในปัจจุบันมีดังนี้

3.3.1 เตาดินเหนียวก่อ เป็นเตาที่พบทั่วไปในชนบทของประเทศไทย ซึ่งการลงทุนก่อสร้างต่ำมากหรือไม่มีค่าวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งดินเหนียวหาได้ตามพื้นที่ต่างๆ ได้ง่าย คุณภาพถ่านที่ได้ก็ถือว่าคุณภาพดี แต่การสูญเสียปริมาณของถ่านมากกว่าเตาเผาแบบอื่น

3.3.2 เตาอิฐก่อ เป็นเตาเผาถ่านที่สร้างขึ้นจากอิฐมอญ โดยมีดินเหนียวและทราย ทำหน้าที่เป็นตัวยึดอิฐ เข้าด้วยกัน (ตัวประสาน) ข้อดีของเตานี้คือ สามารถควบคุมอุณหภูมิ

ภายในเตาเผาถ่านได้ดี การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช้ปูนซีเมนต์ เนื่องจากว่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของอิฐกับปูนไม่เท่ากันเมื่อเตาร้อน จะทำให้เตาเผาถ่านแตกหรือร้าวได้ ถ้าใช้ดินเหนียวแทนปูนการขยายตัวก็จะน้อย รอยร้าว รอยแตกของเตาก็จะน้อย และอายุการใช้งานของเตานานด้วย

3.3.3 เตาอิฐเตะ (Japanese Kiln) เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐทนไฟและปูนซีเมนต์ทนไฟเป็นวัสดุในการสร้างเตา ข้อดีของเตานี้คือ มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านได้เป็นอย่างดี ซึ่งรูปแบบเตาลักษณะนี้นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นเตารูปทรงนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากเตาดิน และเตาอิฐ ให้ผลผลิตถ่าน ออกมาได้คุณภาพดี ผลผลิตถ่านได้ปริมาณมาก ได้น้ำส้มควันไม้ออกมาเยอะต่อการลงทุนก่อสร้างจะสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ เนื่องจากว่าอิฐที่ใช้ก่อมีปริมาณ มากกว่า และการก่อสร้างยุ่งยากมาก ซึ่งต้องให้ผู้มีความรู้หรือว่า มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ เตาที่สร้างได้ถึงจะมีคุณภาพดี

3.3.4 เตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร เตาเผาถ่านที่สร้างจากถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นเตาเผาถ่านที่เหมาะสมสำหรับมีไว้ประจำบ้าน เรือกสวน ไร่นา สามารถสร้างและเผาถ่านได้ด้วยตัวเองและได้ถ่านในระยะเวลาเพียง 1 – 2 วัน ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับใช้สอยในครัวเรือน เตาเผาขนาด 200 ลิตร มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแบบดั้งเดิม เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ที่อยู่ในเตา ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน เรียกว่า กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) โครงสร้างเป็นระบบปิด สามารถควบคุมอากาศได้ จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ดังนั้นถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพสูง เกิดเขม่าควันน้อย (ศูนย์วิจัยพลังงาน, 2557)

จากการศึกษาเกี่ยวกับเตาเผาที่ใช้ในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้คัดเลือกการเผาด้วยถังขนาด 200 ลิตร เนื่องจากเป็นเตาเผาที่สามารถหาได้ง่าย ราคาถูก ใช้พื้นที่น้อย ใช้เวลาน้อย และเป็นการเผาแบบระบบปิดทำให้ถ่านที่ได้ยังคงสภาพเดิมและทำให้เกิดเขม่าควันน้อย

3.4 การเผาถ่าน

วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2556) เป็นการเผาถ่านที่ทำการเปลี่ยนสภาพจากวัตถุดิบตั้งต้นโดยใช้ความร้อนให้กลายเป็นถ่าน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 การไล่ความชื้น (Dehydration) ขั้นตอนการไล่ความชื้นนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 20 – 270 องศาเซลเซียส จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก ซึ่งไม้พื้เกิดปฏิกิริยาคูดความร้อน (Endothermic Reaction) สะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction) โดยการไล่ความชื้นกระทำได้ 2 วิธี คือ

1) การให้ความร้อนโดยตรง โดยการจุดไม้พื้บางส่วนในเตา เพื่อที่จะทำให้บางส่วนของไม้ที่จะทำถ่านลุกไหม้ และเกิดความร้อนเพียงพอที่จะไล่ความชื้นออกจาก

ไม้ในส่วนที่เหลือ วิธีนี้ประสิทธิภาพจะต่ำและหากควบคุมอากาศไม่ดีจะทำให้เกิดเชื้อเถ้ามากเกินไป เป็นเหตุให้ผลผลิต (yield) ต่ำ

2) การให้ความร้อนทางอ้อม โดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตา และนำเพียงลมร้อนเข้าไปได้ ความชื้นออกจากไม้พินในเตา หากไม้พินในเตามีความชื้นมากก็จะต้องใช้เชื้อเพลิงและเวลามากขึ้นด้วย ดังนั้นควรต้องผึ่งไม้พินสด ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 50-60 ให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 20-30 ก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและเวลา

3.4.2 การเปลี่ยนจากวัตถุดิบตั้งต้นเป็นถ่าน (Carbonization)

ขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 270 – 400 องศาเซลเซียส โดยการเปลี่ยนจากวัตถุดิบเป็นถ่านนี้ ควันที่ออกมาจะประกอบด้วยสารต่างๆ ที่เกิดใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ

1) ช่วงที่ 1 อุณหภูมิ 270 – 300 องศาเซลเซียส ช่วงนี้วัตถุดิบตั้งต้นในเตาสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) โดยไม่ต้องเติมพินหน้าเตาอีก ไม้พินจะลุกไหม้และสลายตัวด้วยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลส (Cellulose) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ควันที่ออกมาจากปล่องจะเป็นสีขาวอมเหลือง มีกลิ่นฉุนจัด ส่วนใหญ่จะเรียกควันที่ว่า “ควันบ้ำ” หลังจากควันบ้ำมีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่ตลอดเป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อยๆ ถ่ายความร้อนไปยังจุดต่าง ๆ ทั่วทั้งเตาหากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไปจะทำให้วัตถุดิบตั้งต้นที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าก่อนที่จะถ่ายความร้อน ไปยังวัตถุดิบตั้งต้นที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า และอาจมีเปลวไฟออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าววัตถุดิบตั้งต้นส่วนบนของเตาจะกลายเป็นเถ้าและวัตถุดิบตั้งต้นส่วนล่างของเตาจะกลายเป็นถ่าน ทำให้ผลผลิต (Yield) ต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตาควบคู่กับการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

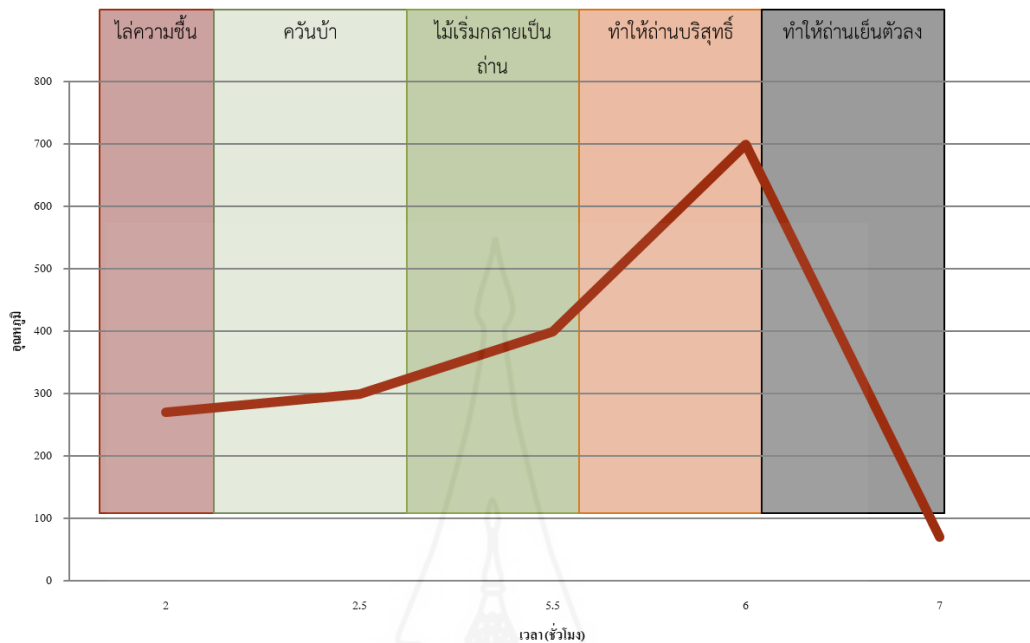
2) ช่วงที่ 2 อุณหภูมิ 300 – 400 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เซลลูโลส (Cellulose) ยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนิน (Lignin) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

3.4.3 การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (Refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการ

เปลี่ยนองศาเซลเซียสเป็นถ่านจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ต่ำ และยังคงมีน้ำมันดิน (Tar) เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก หากนำไปใช้ประโยชน์จะได้ถ่านคุณภาพต่ำ น้ำมันดินที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่

อุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส (โดยปกติเตาหุงต้มจะมีอุณหภูมิประมาณ 500 – 600 องศาเซลเซียส) จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น โดยการปรับให้อากาศไหลเข้ามากขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 400 องศาเซลเซียส เป็น 500 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาโดยใช้เวลานานพอสมควร ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไป เพื่อเพิ่มอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงจะถึง 500 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ให้น้ำมันดินออกไปจากถ่าน อุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงถึง 700 องศาเซลเซียส ในเวลาที่เร็วเกินไปจะทำให้วัตถุดิบตั้งต้นด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวัง ในทางปฏิบัติ อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนของเตาลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 องศาเซลเซียส ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้ว จึงปิดปล่องควัน ขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ ควันที่ออกมาจะมีสารก่อมะเร็งปนออกมาด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บควันในช่วงนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ควรนำไปบำบัดก่อนทิ้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น

3.4.4 การทำให้เย็น (Cooling) หลังจากปิดปล่องเตาทุกปล่องแล้ว ต้องปล่อยให้เตาเย็นจึงจะนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์ได้ ก่อนจะเปิดหน้าเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส เพราะถ่านไม้อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส สามารถลุกติดไฟเองได้ (Spontaneous Combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา



ภาพที่ 2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการเผาถ่าน

ที่มา : <http://doraemontony.wixsite.com/charcoal/01>

3.5 ค่าการดูดซับไอโอดีนัมเบอร์

รุสนี กุลวิจิตร. (2560) จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 900-2547 ได้มีการกำหนดสมบัติและการทดสอบถ่านกัมมันต์ไว้ โดยจะต้องมีการทดสอบความชื้น การทดสอบความหนาแน่น การทดสอบความแข็ง การทดสอบไอโอดีนัมเบอร์ (Iodine Number) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกทดสอบค่าการดูดซับไอโอดีนัมเบอร์ ซึ่งเป็นค่าสำคัญที่ใช้บอกถึงสมบัติในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ เนื่องจากไอโอดีนถูกถ่านดูดซับได้ดี ดังนั้นค่าการดูดซับไอโอดีนจึงถูกใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านกัมมันต์ โดยวัดเป็นมิลลิกรัม (ของไอโอดีน) / น้ำหนักถ่าน 1 กรัม ซึ่งถ่านกัมมันต์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 900-2547 จะต้องมีค่าการดูดซับไอโอดีนัมเบอร์ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิกรัม/กรัม ทั้งนี้ค่าการดูดซับจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาทำเป็นถ่านกัมมันต์ด้วย

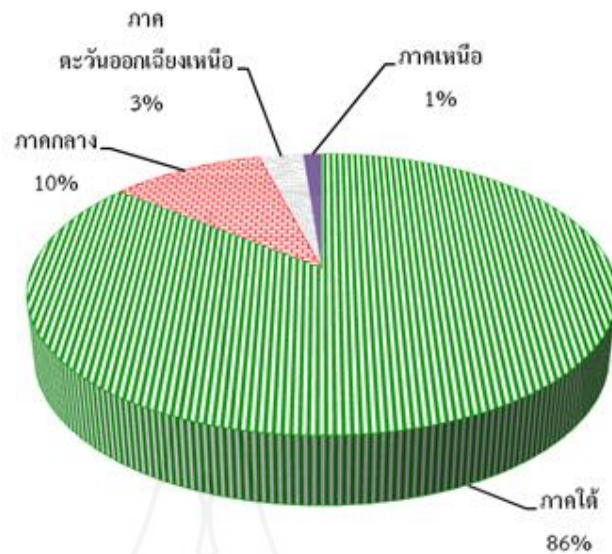
3.6 ถ่านกัมมันต์ทางการค้า

ถ่านกัมมันต์ทางการค้า คือ ถ่านกัมมันต์ที่มีขายในท้องตลาด ซึ่งโดยส่วนใหญ่ทำมาจากถ่านหิน สารเคมี เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกสีของน้ำตาล ใช้ในการทำให้น้ำและอากาศบริสุทธิ์ ใช้ในการดูดตัวทำละลายให้สามารถกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ใช้ในการดูดซับกลิ่น ใช้บรรจุในเครื่องปรับอากาศเพื่อกรองอากาศ ทั้งนี้สำหรับถ่านกัมมันต์ที่มีนำมาใช้ในการดูดซับที่วางขายในท้องตลาด จะต้องได้มาตรฐานของสินค้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 900-2547 ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินยี่ห้อม KOLKO ซึ่งมีค่าการดูดซับไอโอดีนนับเบอร์ 900 มิลลิกรัมต่อกรัม ขนาดของถ่านกัมมันต์ 0.66 – 2.36 มิลลิเมตร ค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 9 – 11 มาใช้ในการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยสารโทลูอีนกับถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มที่ได้พัฒนาขึ้น

4. กะลาปาล์ม

4.1 ความสำคัญของปาล์ม

เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่อยู่ในวงศ์ Arecaceae (ชื่อเดิมคือ Palmae) นับเป็นพืชวงศ์ใหญ่ที่สุด (รองจากหญ้า) ทั้งในแง่จำนวนของชนิด และปริมาณที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก และปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ในปี 2557 มีพื้นที่ปลูก 4.59 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ที่มีจำนวน 2.75 ล้านไร่ คิดเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้นราว 1.67 เท่า โดยมีพื้นที่ให้ผลผลิต 4.15 ล้านไร่ และได้ผลผลิต 12.50 ล้านตันในปี 2557 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2548 ราว 2.05 เท่าและ 1.22 เท่า ตามลำดับ พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยมีประมาณ 4.59 ล้านไร่ โดยภาคใต้เป็นบริเวณที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คิดเป็นจำนวน 3.94 ล้านไร่ หรือร้อยละ 85.8 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศรองลงมาได้แก่ ภาคกลาง จำนวน 0.46 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 10 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีพื้นที่ปลูก จำนวน 0.13 และ 0.06 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.8 และ 1.4 ตามลำดับโดยสัดส่วนพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจำแนกตามภาคแสดงไว้ในรูปที่ 2 (ศูนย์ข้อมูลทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.5 สัดส่วนพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2557 จำแนกรายภาค
ที่มา : <http://webkc.dede.go.th/testmax/node/2529>

ทั้งนี้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน จะต้องเป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 300 เมตร มีความลาดเอียงไม่เกินร้อยละ 12 ไม่มีน้ำท่วมขัง มีการระบายน้ำดีถึงปานกลางลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันต้องเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง มีความลึกของหน้าดิน มากกว่า 75 เซนติเมตร ไม่มีชั้นดินดาน มีค่าความเป็นกรดต่างของดิน 4 - 6 ระดับน้ำใต้ดินลึก 75-100 เซนติเมตร สภาพภูมิอากาศจะต้องมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20 - 30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของน้ำฝนสม่ำเสมอ มีช่วงแล้งต่อเนื่องน้อยกว่า 3 เดือน และมีแหล่งน้ำเพื่อใช้ในช่วงแล้งอย่างเพียงพอ

4.2 ลักษณะของกะลาปาล์ม

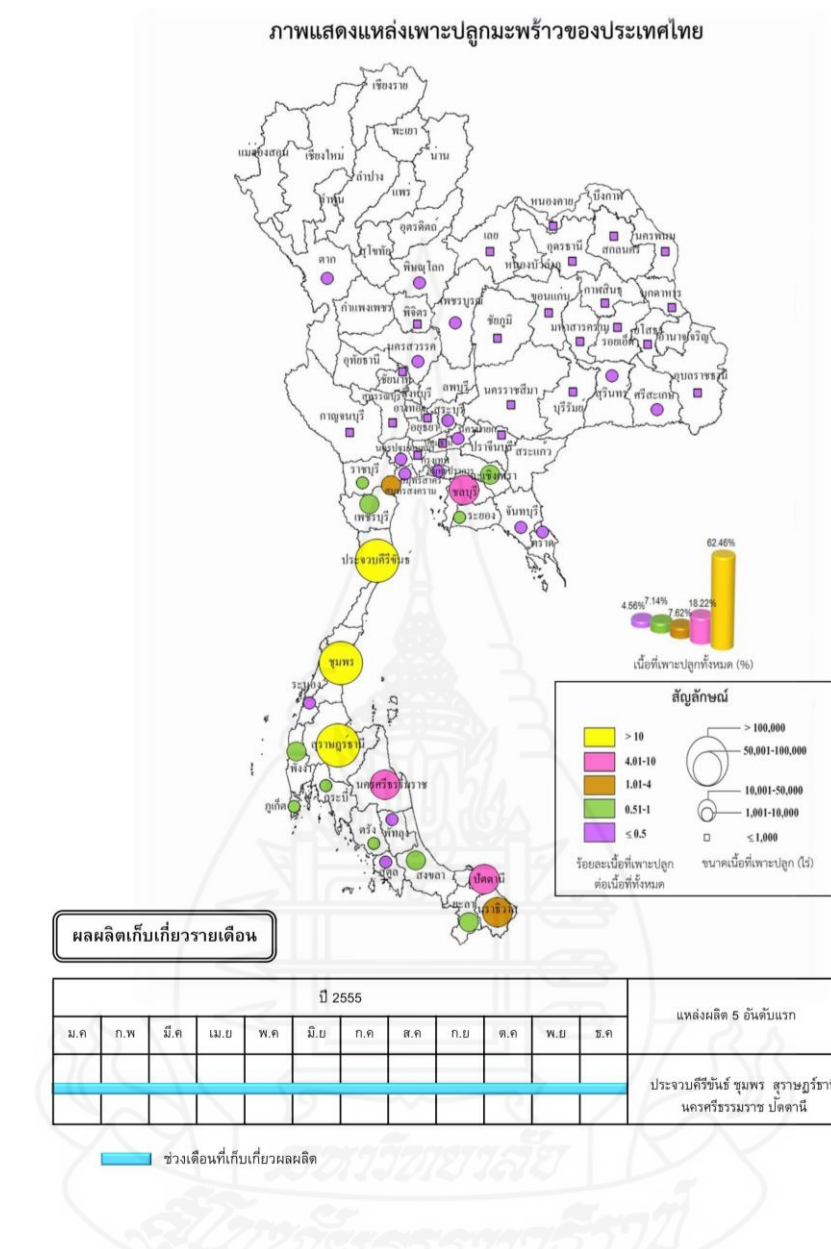
กะลาปาล์ม เป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลปาล์ม โดยจะอยู่ระหว่างเส้นใยของเปลือกด้านนอกสุดและผลด้านในสุดของปาล์ม กะลาปาล์มเป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม โดยปาล์มถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันมากในแถบภาคใต้ของประเทศไทย โดยคุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของกะลาปาล์มจะมีสีน้ำตาล เปลือกค่อนข้างสมบูรณ์หนา ดูเหมือนเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา ให้ค่าความร้อนที่สูงเพราะมีน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลือค่อนข้างเยอะ ค่อนข้างเป็นเม็ดสวย มีความมันวาวทำให้นิยมนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ หรือนำไปเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม

5. กะลามะพร้าว

5.1 ความสำคัญของมะพร้าว

มะพร้าว เป็นไม้ยืนต้น อยู่ในตระกูลปาล์ม และเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากคนไทยมักจะนำมาทำเป็นส่วนประกอบในอาหารทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ผลมะพร้าวประมาณ 990 ล้านผล หรือประมาณร้อยละ 65 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 35 ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 489 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออก โดยสามารถแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมมะพร้าวใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมมะพร้าวแห้ง อุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว เป็นต้น และ ผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมและอุปโภค เช่น อุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าว อุตสาหกรรมแท่งเพาะชำ เป็นต้น โดยภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก (ศูนย์ข้อมูลทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.)





ภาพที่ 2.6 แหล่งเพาะปลูกมะพร้าวในประเทศไทย

ที่มา : <http://www.oae.go.th/fruits/index.php/coconut-data>

ทั้งนี้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะพร้าวในประเทศไทยไม่ควรสูงกว่าระดับน้ำทะเลเกิน 100 เมตร ปลูกได้ทั้งดินทรายจนถึงดินเหนียวจัด แต่ในดินร่วนจะมีการระบายน้ำดีทำให้รากเจริญเติบโตเร็ว หน้าดินควรลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร และน้ำใต้ดินไม่สูง เพราะอาจทำให้เหี่ยวเฉาและผลอ่อนร่วงหล่นได้ ความเป็นกรดเป็นด่างของดินควรอยู่ระหว่าง 6.4 – 7.0 และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินที่เหมาะสมกับการปลูกมะพร้าวได้แก่ ดินไถลี้ผิ่่งแม่น้ำ ดินไถลี้

ปากน้ำติดทะเลเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมในฤดูฝน ดินตามเกาะต่างๆ ดินชายทะเลซึ่งส่วนมากหน้าดินเป็นดินทราย ดินเลนที่ขุดลอกจากสันดอน และดินบนคันนา แต่หากจะปลูกเป็นการค้าก็ควรจะเลือกปลูกในสภาพอากาศที่มะพร้าวจะให้ผลผลิตสูง ซึ่งสภาพลมฟ้าอากาศที่เหมาะสมแก่การปลูกมะพร้าวเป็นดังนี้ ฝน มะพร้าวเจริญเติบโตให้ผลผลิตดีเมื่อได้รับน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอ 1500 – 2000 มิลลิเมตรต่อปีและไม่ควรได้รับน้ำน้อยกว่า 50 มิลลิเมตรติดต่อกันนาน 3 เดือน ผู้ปลูกมะพร้าวในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงนิยมขุดร่องสวนเพื่อให้มะพร้าวมีน้ำหล่อเลี้ยงเพียงพอตลอดปี ทั้งยังช่วยป้องกันน้ำท่วมรากหากฝนตกชุกเป็นเวลานาน และต้องมีลมพัดอ่อนๆ จะช่วยให้มะพร้าวเติบโตได้ดีเพราะเพิ่มการคายน้ำและเร่งการดูดธาตุอาหารและน้ำจากดิน ทั้งยังช่วยในการผสมเกสร แต่ถ้าลมแรงเกินไปอาจทำให้ยอดบิดหักและตายได้ มะพร้าวที่ปลูกใหม่จะชะงักการเจริญเนื่องจากรากยังไม่ยึดดินแน่นเท่าที่ควร มะพร้าวต้องการแสงแดดสม่ำเสมอประมาณ 2000 ชั่วโมงต่อปี หรือน้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน หากได้รับแสงแดดน้อยมะพร้าวจะไม่ค่อยออกดอกติดผล หรือติดผลแต่น้อย บาง อุณหภูมิ มะพร้าวเจริญได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส จะสูงหรือต่ำกว่าก็ไม่ควรเกิน 7 – 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิไม่ควรเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน อุณหภูมิที่ต่ำมากจะกระทบกระเทือนการเจริญและผลผลิต

5.2 ลักษณะของกะลามะพร้าว

กะลามะพร้าวเป็นส่วนหนึ่งของมะพร้าวโดยจะอยู่ทางด้านในของลูกมะพร้าว ระหว่างใยมะพร้าวและเนื้อมะพร้าว มีลักษณะแข็ง เป็นสีน้ำตาล มีน้ำมันเคลือบ มีคุณสมบัติคือติดไฟง่าย จึงเหมาะแก่การนำมาทำเป็นเชื้อเพลิง รวมถึงสามารถนำผงถ่านไปทำเป็นวัสดุดูดซับได้หากผ่านกระบวนการคาร์บอนเซชันเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากผิวของกะลามะพร้าวเมื่อทำการกระตุ้นในสภาวะที่เหมาะสม จะทำให้เกิดรูพรุนบริเวณพื้นที่ผิวและมีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับได้โดยจะอยู่ในรูปของถ่านกัมมันต์

6. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สถาพร บุ่งทอง และคณะ (2558) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มโดยกระบวนการปรับสภาพด้วยสารเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มด้วยวิธีทางเคมี จากผลการทดลองพบว่าเมื่อนำกะลาปาล์มและถ่านจากกะลาปาล์มไปตรวจสอบด้วยเครื่อง Thermogravimetric Analysis (TGA) โดยมีร้อยละของผลผลิตเท่ากับร้อยละ 35.58 การเตรียมถ่านกัมมันต์เมื่อใช้อุณหภูมิอัตราส่วนตัวปรับสภาพต่อถ่านกัมมันต์ และระยะเวลาในการปรับสภาพ เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าร้อยละของผลผลิตมีแนวโน้มลดลง อีกทั้งส่งผลต่อขนาดผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ที่ได้ การเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์จะพิจารณาจากคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ ความสามารถในการดูดซับขนาดของถ่าน รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเตรียมถ่านกัมมันต์ ซึ่งพบว่าสารเคมีที่มีความเหมาะสมสำหรับการปรับสภาพคือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในการปรับสภาพที่สภาวะ 900 องศาเซลเซียส อัตราส่วนตัวปรับสภาพต่อถ่านกัมมันต์ 2:1 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีค่าไอโอดีนนับเบอร์ 871 มิลลิกรัมต่อกรัม และสามารถกำจัดเมทิลีนบลูได้ร้อยละ 54.3

ปัญญา มณีจักร (2555) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นहुกวาง โดยทำการศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากลูกहुกวาง โดยถ่านคาร์บอนที่สามารถเตรียมได้จากการเผาลูกहुกวางที่ อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ขณะที่ถ่านกัมมันต์เตรียมได้โดยการปรับสภาพถ่านคาร์บอนด้วยกรดซัลฟูริก ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์พื้นที่ผิวของการดูดซับในถ่านสังเคราะห์ทั้งสองชนิดด้วยเครื่องบลูเนอรเอลเมทเทลเลอร์ (Brunauer Emmett Teller, BET) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ ส่องกราด (SEM) พบว่า ผลที่ได้สอดคล้องกันคือ พื้นที่ผิวและรูพรุนของถ่านคาร์บอนมีขนาดเล็กกว่าถ่านกัมมันต์

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล โดยศึกษาความสามารถในการดูดซับค่าไอโอดีนนับเบอร์ ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบกับน้ำทิ้งจากครัวเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม โดยนำตัวอย่างชีวมวล คือ กะลามะพร้าว และซังข้าวโพด มาเผาเป็นถ่านในเตาถ่านน้ำมัน 200 ลิตร แล้วนำถ่านกัมมันต์ที่ได้ไปทดสอบกับน้ำทิ้งจากชุมชน ร้านอาหาร และโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อดูดซับสี และกลิ่นของน้ำทิ้ง พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจาก กะลามะพร้าว คือ ร้อยละ 20 โดยปรับสภาพที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะทำให้ถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 367 มิลลิกรัมต่อกรัม และปริมาณที่เหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบกับน้ำทิ้ง

จากครัวเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม คือ ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว 1-5 กรัม และ ต่อน้ำทิ้ง 20 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จะทำให้น้ำทิ้งใสขึ้น และมีกลิ่นลดลง หรือไม่กลิ่น

รัตนารณ เอกลักษณ์, (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาแผ่นดูดซับสารระเหยที่ขึ้นรูปด้วย ถ่านไม้และเยื่อกระดาษ โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแผ่นดูดซับที่ผลิตจากผงถ่านไม้ร่วมกับ เยื่อกระดาษที่สามารถใช้งานได้สะดวกและหลากหลาย และศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหย ที่เกิดขึ้นภายในอาคารที่อยู่อาศัย ด้วยการผสมผสานระหว่างผงถ่านไม้ 3 ชนิด ได้แก่ โกงกาง ไม้ และ ยูคาลิปตัสและเยื่อกระดาษ 2 ชนิด ได้แก่ เยื่อยาวของปอสา และเยื่อสั้นของยูคาลิปตัส และเมื่อ คัดแยกขนาดของผงถ่านออกเป็นขนาดเล็กกว่า 53 ไมโครเมตร และระหว่าง 53 – 300 ไมโครเมตร และทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยพบว่าสารอินทรีย์ระเหยรวมจากสีน้ำอะคริลิกดูดซับได้ ร้อยละ 97.79 แผ่นดูดซับที่มีความสามารถในการดูดซับสูงสุดคือ ชนิดที่ขึ้นรูปจากผงถ่านขนาดเล็กกว่า 3 ไมโครเมตร

อองอาจ สุยะพันธ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสาร โทลูอินจากถ่านไม้ เพื่อพัฒนาวัสดุดูดซับไอระเหยสารโทลูอินจากถ่านไม้โดยใช้น้ำยาฟาราเป็น ตัวประสาน ถ่านไม้ที่ถูกนำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับไอระเหยสาร โทลูอินได้แก่ ผงถ่านที่ทำจากไม้มะขามและไม้จันทน์ โดยทำการทดลองศึกษาความสามารถในการดูดซับ ทุก ๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 50 นาที

อรณิชา อุปรีย์ และสัญญา สิริวิทยาปกรณ์ (2559) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ ถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยและเหง้ามันสำปะหลังในการบำบัดน้ำเสียจากการย้อมไหม โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยและเหง้า มันสำปะหลัง ซึ่งทำการปรับสภาพด้วยโซเดียมคลอไรด์และเถ้า จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่ เหมาะสมในการเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่านคือ 900 องศาเซลเซียส และถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยที่ถูก ปรับสภาพด้วยโซเดียมคลอไรด์และเถ้ามีค่าไอโอดีนัมเบอร์สูงกว่าถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง โดยมีค่าไอโอดีนัมเบอร์เท่ากับ 655.68 มิลลิกรัมต่อกรัม และเมื่อนำไปส่องที่กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าถ่านขานอ้อยส่วนใหญ่จะมีรูพรุนกระจายตัวไม่หนาแน่นมาก ส่วน ถ่านเหง้ามันสำปะหลังที่ปรับสภาพด้วยโซเดียมคลอไรด์มีรูพรุนมาก เรียงตัวเป็นระเบียบ หนาแน่น และที่ปรับสภาพด้วยเถ้าจะมีรูพรุนกระจายตัวไม่หนาแน่นมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์ทั้งสอง ชนิดนี้สามารถนำไปบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการฟอกย้อมผ้าได้

สรณ์ สุวรรณโชติ (2559) ได้ศึกษาความสามารถในการดูดซับก๊าซอินทรีย์และ ก๊าซอนินทรีย์โดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพโดยสารเคมี โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมสารมลพิษในกลุ่มสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่

ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ โดยใช้การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวที่ผ่านการปรับสภาพ โดยสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ กรดไนตริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแอมโมเนียมไนเตรต จากการส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าถ่านกัมมันต์ที่ปรับสภาพด้วยกรดไนตริกความเข้มข้น 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 0.5 และ 1.0 N เป็นวิธีการปรับสภาพที่ส่งผลกระทบต่อ โครงสร้างของถ่านกัมมันต์น้อยที่สุด ในขณะที่การปรับสภาพโดยใช้ความเข้มข้นอื่น ๆ และ แอมโมเนียมไนเตรต จะทำให้โครงสร้างโพรงของถ่านกัมมันต์ถูกทำลาย ผลจากการปรับสภาพทำให้ ถ่านกัมมันต์ส่วนใหญ่มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ลดลง ยกเว้นการปรับสภาพด้วยกรดไนตริกที่ความเข้มข้น 0.1 2.0 และ 3.0 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.1 0.5 และ 1.0 N และแอมโมเนียมไนเตรต ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 N ซึ่งทำให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น โดยการ ปรับสภาพด้วยแอมโมเนียมไนเตรต ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 N และกรดไนตริกที่ความเข้มข้น 3.0 N ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยมีร้อยละเพิ่มขึ้นเป็น 11.20 8.00 และ 1.88 ตามลำดับ การปรับสภาพโดยสารทั้งสามชนิดส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีปริมาณหมู่ ฟังก์ชันนอลบนพื้นผิวเพิ่มมากขึ้น โดยการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 5.0 N ทำให้มีปริมาณหมู่ฟังก์ชันนอลเพิ่มขึ้นมากที่สุดร้อยละ 247.83 ขณะที่การใช้กรดไนตริกที่ความเข้มข้น 5.0 N ทำให้มีปริมาณหมู่ฟังก์ชันนอลเพิ่มขึ้นสูงสุด คือเพิ่มขึ้นร้อยละ 199.12 ส่วนการ ปรับสภาพโดยแอมโมเนียมไนเตรต ที่ความเข้มข้น 3.0 N ทำให้ปริมาณหมู่ฟังก์ชันนอลเพิ่มขึ้นมากที่สุดร้อยละ 119.18

ปริญธร เต็มญารศิลป์ (2551) ได้ศึกษาการเตรียมและการวิเคราะห์ คุณสมบัติเฉพาะของถ่านกัมมันต์จากไม้เต็งและไม้พยอม โดยใช้วิธีการปรับสภาพด้วยสารเคมี จาก ผลการศึกษาพบว่าสมบัติถ่านกัมมันต์ได้แก่องค์ประกอบแบบประมาณได้แก่ ความชื้น เถ้า สารระเหย และคาร์บอนคงตัวและความสามารถในการดูดซับขึ้นกับพันธุ์และชนิดของไม้ ไม้ ชนิดของสาร ปรับสภาพ และสภาวะในการปรับสภาพ ได้แก่ ความเข้มข้นของสารปรับสภาพ และเวลาที่ใช้ในการ ปรับสภาพ หลังจากนั้นได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับพบว่าถ่านกัมมันต์จากไม้เต็งอายุ 2 ปีที่ถูก ปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สามารถดูดซับได้มากที่สุดคือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกรัม ในขณะที่ ถ่านกัมมันต์และถ่านไม้พยอมทางการค้า สามารถดูดซับได้ 0.12 และ 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และในการดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ พบว่าถ่านกัมมันต์จากไม้พยอม อายุ 2 ปี ที่ถูกปรับสภาพด้วย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สามารถดูดซับได้มากที่สุดคือ 4.20 มิลลิกรัมต่อกรัม ในขณะที่ถ่านกัมมันต์ และถ่านไม้พยอมทางการค้า สามารถดูดซับได้ 9.69 และ 6.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

จันทิมา ชั่งสิริพร และคณะ (2559) ได้ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ ยางพาราที่ได้จากโรงไฟฟ้าชีวมวลสำหรับงานเครื่องกรองน้ำ โดยศึกษาการผลิตถ่านที่ได้จาก

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน โดยทำการบดถ่านให้เป็นผงและอัดขึ้นเม็ดเป็นรูปทรงกระบอกด้วยเครื่องอัดเม็ด โดยใช้สารเชื่อมประสาน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันดิน และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ และทำการปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และให้ความร้อนในการปรับสภาพ คือให้ใช้ความเข้มข้นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ 2 โมลาร์อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ที่เวลา 90 นาที ให้ค่าการดูดซับไอโอดีนน้ำมันเบอร์และเมทิลีนบลูสูงสุดถึง 602.75 และ 202.04 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

กุลธิดา สะอาด (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดติดผิวไอออนทองแดงของถ่านชีวภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาประสิทธิภาพการดูดติดผิว และร้อยละการกำจัดไอออนทองแดงในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ รวมถึงศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของถ่านชีวภาพที่เตรียมขึ้น โดยเทคนิคฟูรีเออร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี จากผลการทดลองพบว่าชนิดและปริมาณของถ่านชีวภาพที่มีค่าประสิทธิภาพการดูดติดผิวและการกำจัดไอออนทองแดงสูงสุด ได้แก่ เปลือกทุเรียน ที่ระดับ 1.50 กรัม ส่วนชนิดและปริมาณของถ่านชีวภาพที่มีค่าประสิทธิภาพการดูดติดผิวและการกำจัดไอออนทองแดงต่ำสุด ได้แก่ เมล็ดลำไย ที่ระดับ 0.500 กรัม ดังนั้นชนิดและปริมาณจึงมีปฏิสัมพันธ์กันโดยประสิทธิภาพการดูดติดและร้อยละการกำจัดไอออนทองแดงจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารดูดซับ ลักษณะและขนาดรูพรุนของถ่าน

เกียรติกดิ์ สมสัย (2556) ได้ศึกษาความสามารถในการดูดซับไอระเหยโทลูอินของถ่านจากกระบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการดูดซับโทลูอินของถ่านที่เหลือจากขบวนการไพโรไลซิสยางรถยนต์โดยนำมาปรับสภาพด้วยเฮกเซน ความร้อน และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ผลการศึกษาพบว่าถ่าน มีพื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน และเส้นผ่าศูนย์กลางของถ่านเท่ากับ 24.20 ตารางเมตรต่อกรัม 0.2574 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และ 425.5 อังสตรอม ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นโทลูอิน 13.4 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรถ่านมีความสามารถในการดูดซับโทลูอินเท่ากับ 532.0 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อทำการปรับสภาพถ่านด้วยสารเฮกเซนพบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะ และปริมาตรรูพรุนเพิ่มขึ้นเป็น 32.85 ตารางเมตรต่อกรัม 0.3648 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และมีเส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาดลดลงเหลือ 444.2 อังสตรอมความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้น 682.17 มิลลิกรัมต่อกรัม และเมื่อทำการปรับสภาพถ่านด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส พบว่าถ่านสามารถดูดซับไอระเหยโทลูอินได้ดีที่สุด 1,192.83 มิลลิกรัมต่อกรัม สำหรับการปรับสภาพถ่านด้วยความร้อนที่ 500 องศาเซลเซียสรวมกับสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าถ่านหลังการปรับสภาพมีพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้นแต่ความสามารถในการดูดซับลดลง

ผลการศึกษาชี้แนวโน้มว่าคุณลักษณะของพื้นผิวทางเคมีมีความสำคัญต่อความสามารถในการดูดซับ โทลูอีนมากกว่าพื้นที่ผิวจำเพาะ

พัชรินทร์ ฤชวรารักษ์ และพันธุ์ทิพย์ ตาทอง (2557) ได้ศึกษาการเผาถ่านด้วยวิธีดั้งเดิมของชุมชนท้องถิ่นสู่เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก โดยใช้เตาเผาถ่านแบบถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งสามารถใช้เศษกิ่งก้านไม้ หรือเศษวัสดุพืชอื่น ๆ มาเป็นวัตถุดิบแทนไม้ขนาดใหญ่ จึงกลายเป็นทางเลือกใหม่สำคัญของการเผาถ่าน และประโยชน์ที่ได้จากการเผาถ่านด้วยเตาประสิทธิภาพสูงมิใช่ได้เพียงถ่านเท่านั้น ด้วยข้อเด่นของเตาชนิดนี้และการส่งเสริมอย่างจริงจังทำให้เกิดการพัฒนาารูปแบบผลผลิตและประโยชน์ที่ได้จากการเผาถ่านหลากหลายชนิด เช่น น้ำส้มควันไม้ ถ่านอัดแท่ง ถ่านกัมมันต์ และสบูจากถ่าน เป็นต้น รวมถึงเกิดการพัฒนาเทคโนโลยีการเผาถ่านแบบถังขนาด 200 ลิตรหลากหลายรูปแบบ นอกจากนี้การเผาถ่านในแต่ละภูมิภาคมีการใช้ชนิดไม้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการเผาถ่านแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้น เช่น ภาคใต้ใช้ไม้ยางพารา และบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำจะใช้ไม้โกงกาง เป็นต้น

พิทักษ์ อยู่มี (2558) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวสูงด้วยวิธีการก่อกัมมันต์ทางเคมีแบบแห้งจากผงถ่านไม้ โดยได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะการก่อกัมมันต์ ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อสารก่อกัมมันต์ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการก่อกัมมันต์จากการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมถ่านกัมมันต์จากผงถ่านไม้ เมื่อใช้ NaOH เป็นสารปรับสภาพมีอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างปริมาณผงถ่านไม้ต่อสารปรับสภาพเป็น 1:3 อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพ 2 ชั่วโมง ที่สภาวะดังกล่าวได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าไอโอดีนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ 1,247 mg/g และพื้นที่ผิว BET เท่ากับ 1,214.52 m² /g ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ถูกนำไปตรวจหาคุณลักษณะเฉพาะด้วยเครื่อง FT-IR, XRD และ SEM การเตรียมถ่านกัมมันต์โดยก่อกัมมันต์ทางเคมีแบบแห้งเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่าย เตรียมง่าย และได้ถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวสูง

พิมานเมศ ชนะโยธา และสมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม (2557) ได้ศึกษาการดูดซับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายโดยใช้ตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ โดยสังเคราะห์ตัวดูดซับจากวัสดุกะลามะพร้าว ถ่านหิน และถ่านโค้ก โดยใช้วิธีการไพโรไลซิสตามด้วยการปรับสภาพด้วยวิธีการทางเคมี เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับในการตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds, VOCs) พร้อมทั้งเปรียบเทียบการดูดซับของตัวดูดซับที่สังเคราะห์ได้กับตัวดูดซับพบว่าในบรรดาตัวดูดซับที่สังเคราะห์ได้ ตัวดูดซับที่สังเคราะห์จากกะลามะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และเผาปรับสภาพที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถดูดซับสาร HEMA และสาร

Octamethylcyclotetrasiloxane ได้สูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 77.87 และ 50.82 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 79.73 และ 70.07 ของความสามารถในการดูดซับสาร HEMA และ Octamethylcyclotetrasiloxane ด้วย Carbotrap™ B ตามลำดับ

ธีรดิษฐ์ โพธิ์ตันติมงคล (2560) ได้ศึกษาถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยการปรับสภาพทางเคมีเพื่อการประยุกต์ใช้กำจัดสารมลพิษในน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวน สรุปประเด็น และเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการ เตรียมถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยวิธีการปรับสภาพทางเคมีเพื่อใช้กำจัดสารมลพิษในน้ำ ถ่านกัมมันต์เป็นวัสดุที่มีลักษณะ โครงสร้างที่มีพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนสูงประมาณ 600 – 2,400 ตารางเมตรต่อกรัม และ 0.20 – 1.00 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ตามลำดับ โดยมีธาตุคาร์บอน เป็นองค์ประกอบหลัก ประมาณร้อยละ 80 – 90 เมื่อเปรียบเทียบการปรับสภาพทางกายภาพและทางเคมี พบว่าการ ปรับสภาพทางเคมีมีการศึกษาและนำไปใช้งานมากกว่าการปรับสภาพทางกายภาพ เนื่องจากใช้ อนุภาคน้ำ และระยะเวลาสั้นกว่า แต่ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนสูง สารเคมีที่นิยม นำมาใช้ในการ ได้แก่ ซิงค์คลอไรด์ กรดฟอสฟอริก และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ถ่านกัมมันต์จาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตได้มีการนำไปใช้เป็นตัวดูดซับในกระบวนการดูดซับได้

ยุวรัตน์ เงินเย็น และคณะ (2557) ได้ศึกษาการกำจัดสีของน้ำทิ้งจากโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษด้วยถ่านกัมมันต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบำบัดสี ของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ โดยทำการทดลองเพื่อหา ประสิทธิภาพการกำจัดสี ทั้งในกระบวนการดูดซับแบบกะและแบบหอดูดซับ ซึ่งตัวแปรที่ ทำการศึกษาในกระบวนการดูดซับแบบกะ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการดูดซับและปริมาณตัวดูดซับ จากผล การศึกษาพบว่าในกระบวนการดูดซับแบบกะถ่านกัมมันต์ปริมาณ 1.5 กรัม สามารถกำจัดสีของ น้ำเสีย ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ได้ร้อยละ 100 โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง ในการเข้าสู่สมดุลของการ ดูดซับ และในกระบวนการดูดซับแบบหอดูดซับจำนวน 7 คอลัมน์ โดยใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณคอลัมน์ ละ 20 กรัม ต่อน้ำเสีย 2,000 มิลลิลิตร พบว่าหอดูดซับสามารถกำจัดสีของน้ำเสียได้สูงสุดร้อยละ 70 ในเวลา 12 ชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับ โดยใช้ปริมาตรของ น้ำเสียและเวลาในการดูดซับเท่ากัน พบว่ากระบวนการดูดซับแบบกะให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสี สูงกว่ากระบวนการดูดซับแบบหอดูดซับ

ศรีสุตา นิเทศธรรม อัจฉรา บุญมหาผล และอรรณพ ชัยสิทธิ (2558) ได้ศึกษาการ เตรียมถ่านกัมมันต์จากของเสียประเภทโฟมพอลิยูรีเทนโดยการปรับสภาพทางเคมีด้วยโพแทสเซียม คาร์บอเนตสำหรับการดูดซับสีย้อม โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น สารระเหย เถ้า และคาร์บอนคงตัว ในวัตถุดิบโฟมพอลิยูรีเทนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) และศึกษา

พฤติกรรมการสลายตัวทางความร้อนของโพลิเมอร์ในสารปรับสภาพโพแทสเซียมคาร์บอเนต ด้วยเทคนิค TGA และศึกษาสภาวะการปรับสภาพที่อัตราส่วนระหว่างสารปรับสภาพต่อวัตถุดิบ เท่ากับ 1.0, 1.5 และ 2.0 อุณหภูมิในการกระตุ้นในช่วง 700-1,000 องศาเซลเซียส วิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ด้วยเทคนิคการดูดซับ และถ่ายภาพโครงสร้างรูพรุนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สภาวะการเตรียมถ่านกัมมันต์ด้วยอัตราส่วน 1.0 ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ให้ถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวเท่ากับ 1,089 ตารางเมตรต่อกรัมและความสามารถในการดูดซับสีย้อมเป็น 500 มิลลิกรัมต่อกรัม

สุภกร บุญยืน ศราวุธ ล้นวงษา และศิริวิทย์ บัวเจริญ (2552) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ และการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับ โดยศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่านต่อพื้นที่ผิวของถ่านที่ได้ รวมทั้งประสิทธิภาพในการดูดซับสารอินทรีย์โดยใช้สีของ Methylene Blue เป็นตัวอย่างในการศึกษา รวมทั้งการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมไอออน (Cd^{2+}) จากการทดลองพบว่าสภาวะการเผาถ่านที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวมากที่สุด $639.30 \text{ m}^2/\text{g}$ (ถ่านขี้เลื่อย) การเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิ 500-800 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวในช่วง $86-681.40 \text{ m}^2/\text{g}$ โดยถ่านกะลาจะให้พื้นที่ผิวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อย และกลับ ถ่านที่สังเคราะห์ได้ถูกนำไปศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีของ Methylene Blue และแคดเมียมไอออน พบว่าจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อพื้นที่ผิวมากขึ้นทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการดูดซับจะเกิดขึ้นที่ผิวภายนอกของถ่านเท่านั้นไม่ได้เกิดในช่องว่างภายในโดยการดูดซับ Methylene Blue จะอยู่ในช่วง $9.55-9.60 \text{ mg/g}$ กรณีแคดเมียมไอออนจะอยู่ในช่วง $4.98-5.00 \text{ mg/g}$ แสดงให้เห็นว่าถ่านที่ศึกษานี้มีศักยภาพในการใช้เป็นตัวดูดซับที่ดีได้

พีระพงษ์ เนียมเสวก (2555) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่ได้รับจากวิธีการผลิตและวัสดุที่แตกต่างกัน โดยหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถ่านกัมมันต์จากวิธีการผลิต 2 วิธี ด้วยวัสดุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือการผลิตโดยวิธีทางกายภาพโดยใช้ไอน้ำความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 600-800 องศาเซลเซียส และการผลิตโดยวิธีชุบด้วยซิงค์คลอไรด์ที่อุณหภูมิ 600-800 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการคาร์บอไนซ์ 3 ชั่วโมง ในวัสดุ 3 ชนิดได้แก่ กะลามะพร้าว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด ถ่านที่ผลิตจากกะลามะพร้าวผลิตโดยวิธีไอน้ำความร้อนสูง ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 6.48 ด้านปริมาณความหนาแน่นเชิงปริมาณ คือถ่านที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีไอน้ำความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.458 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร กล่าวโดยสรุปถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดคือถ่านกัมมันต์ ที่ผลิตจากวัสดุเปลือกทุเรียนโดยวิธีไอน้ำความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

สุพรรณ เพ็งพันธ์ (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ *Escherichia coli* บน ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกะลามะพร้าวและขี้เถ้า โดยศึกษาการดูดซับเชื้อ *Escherichiacoli* ด้วย ถ่านกัมมันต์การค้าจากกะลามะพร้าวและถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากขี้เถ้าด้วยกระบวนการปรับสภาพ ทางกายภาพ ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 180 นาที โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนร่วมกับไอน้ำ เป็นตัวปรับสภาพ จากการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์จากขี้เถ้ามีพื้นที่ผิวเท่ากับ 317.95 ตารางเมตร ต่อกรัม ปริมาตรรูพรุนเฉลี่ย 0.118 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ขนาดรูพรุนเฉลี่ย 1.49 นาโนเมตร ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู 27.89 มิลลิกรัมต่อกรัม และค่าการดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ 581.15 มิลลิกรัมต่อกรัม ในขณะที่ถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีพื้นที่ผิวเท่ากับ 357.43 ตารางเมตรต่อกรัม ปริมาตรรูพรุนเฉลี่ย 0.246 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ขนาดรูพรุนเฉลี่ย 1.46 นาโนเมตร ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู 34.62 มิลลิกรัมต่อกรัม และค่าการดูดซับไอโอดีน 617.17 มิลลิกรัมต่อกรัม การทดสอบการดูดซับโดยใช้ถังดูดซับแบบแท่ง มี อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์เท่ากับ 45 มิลลิลิตรต่อนาที ค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลายเท่ากับ 6 และค่าความแรงไอออนของ สารละลายเท่ากับ 0.1 โมลต่อลิตร ทำให้การดูดซับเชื้อ *E.coli* บนถ่านปริมาณ 100 กรัมดีที่สุด โดย ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและขี้เถ้าให้ค่าร้อยละการดูดซับสูงสุดคือ 57.44 และ 96.95 ตามลำดับสาเหตุที่ถ่านกัมมันต์จากขี้เถ้าให้ค่าการดูดซับสูงกว่าถ่านจากกะลามะพร้าวเนื่องจากมี รูพรุนขนาดใหญ่มากกว่า ทำให้เชื้อ *E. coli* ซึ่งมีขนาดใหญ่สามารถถูกดูดซับบริเวณรูพรุนได้

Kerstin I. Andersson, Marie Eriksson, and Magnus Norgren (2011) ได้ ศึกษาการกำจัดลิกนินจากน้ำเสียโดยใช้ถ่านกัมมันต์และเถ้าลอย ซึ่งการตรวจสอบการดูดซับวัสดุที่ เกี่ยวข้องกับลิกนินซึ่งพบในน้ำเสีย ทั้งนี้จึงใช้ถ่านกัมมันต์และเถ้าลอยเป็นตัวดูดซับในการทดลอง วัสดุที่เกี่ยวข้องกับลิกนิน มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ในการดูดซับบนตัวดูดซับ ถึงแม้ว่า ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จะสูงกว่าเถ้าลอย แต่ก็เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการบำบัด น้ำเสียขั้นสูงและเถ้าลอยสามารถเป็นตัวดูดซับต้นทุนต่ำที่เหมาะสมสำหรับสารอินทรีย์ได้

Kun Zhang, Lijie Zhang, and Shang-Tian Yang (2014) ได้ศึกษาการฟื้นฟู สภาพถ่านกัมมันต์หลังการดูดซับด้วยกรดฟอร์มิก โดยถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดซับกรด fumaric (~ 200 mg / g) ที่ความเป็นกรด - ด่างต่ำ (<2) มีความสามารถในการดูดซับน้ำตาลกลูโคส และกรดฟอร์มิกสูง ทั้งนี้จึงเลือกอะซิโตนมาใช้เพื่อลดกรดฟอร์มิกจากถ่านกัมมันต์ และถูกนำมา ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยอะซิโตนส่งผลให้กรดฟอร์มิกระเหยหมดไป ดังนั้นทั้งถ่านกัมมันต์และอะซิโตนสามารถฟื้นฟูและใช้ซ้ำได้

Xin Liu, Pedram Fatehi, and Yonghao Ni (2011) ได้ศึกษาการดูดซับลิกโน เซลลูโลสที่ละลายในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษคราฟท์ โดยศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับ

วัสดุจาก เฮมิเซลลูโลส โดยถ่านกัมมันต์ถูกปรับสภาพด้วย H_2O_2 หรือ H_2SO_4 H_2S_2 และ H_2SO_4 และนำไปดูดซับเฮมิเซลลูโลสต่อถ่านกัมมันต์ที่ไม่ได้ปรับสภาพมีค่าการดูดซับสูงกว่าถ่านกัมมันต์ในสภาวะเป็นกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะการดูดซับของถ่านกัมมันต์ ที่เตรียมไว้นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังช่วยเพิ่มอัตราการดูดซับของเฮมิเซลลูโลส

Yang Juan and Qiu Ke-qiang (2009) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์โดยการปรับสภาพทางเคมีภายใต้สุญญากาศ โดยใช้วัสดุจากขี้เลื่อยของต้นสนจีน โดยการปรับสภาพด้วยสังกะสีคลอไรด์ภายใต้สภาพสุญญากาศ พบว่าโครงสร้างหลังจากการปรับสภาพมีค่าที่สูงขึ้นของพื้นที่ผิว BET (สูงสุด $1079 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) และปริมาตรรูพรุนทั้งหมด (สูงกว่า $0.5665 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$) ซึ่งมากกว่าคาร์บอนที่มีการปรับสภาพแบบปกติ ซึ่งการปรับสภาพแบบสุญญากาศมีการลดออกซิเจนในระบบโดยถ่านกัมมันต์สามารถใช้เป็นตัวดูดซับมีต้นทุนต่ำและมีคุณสมบัติพื้นผิวที่เหมาะสม

Chetan Borkar, Dheeraj Tomar and Sasidhar Gumma (2010) ได้ศึกษาการดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ออกจากน้ำเสียโดยใช้ถ่านกัมมันต์ไดคลอโรมีเทน โดยการวัดความสมดุลและการดูดกลืนที่ใช้เครื่อง TGA ซึ่งเป็นเครื่องมือเฉพาะในการทดสอบ โดยวัดการไหลผ่านความเข้มข้นของ VOC ในระยะก๊าซสามารถควบคุมได้อย่างถูกต้อง การวัดได้ดำเนินการในอุณหภูมิที่แตกต่างกันคือ 303.15, 318.15 และ 353.15 เคลวิน

Hyoki Min, Tanveer Ahmad, and Sang-Sup Lee (2017) ได้ศึกษาลักษณะการดูดซับปรอทกับคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ โดยถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการกำจัดปรอท โดยวัตถุประสงค์ในการทำการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์และสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพิ่มความสามารถในการดูดซับปรอท พื้นที่ผิวของ BET และปริมาณรูพรุนของถ่านกัมมันต์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสามารถของถ่านกัมมันต์ในการดูดซับปรอท ดังนั้นจึงคัดเลือกวัสดุที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์ 2 ชนิด ในการศึกษา ตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันถูกโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการปรับสภาพถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว จะนำไปทดสอบการดูดซับปรอทในรูปแบบของก๊าซจำลอง 3 รูปแบบคือ (1) สภาวะก๊าซธรรมชาติและ (2) ประสิทธิภาพในการดูดซับปรอทเพิ่มขึ้นเทียบกับพื้นที่ผิว BET ของถ่านกัมมันต์ที่นำไปทดสอบการดูดซับกับก๊าซธรรมชาติ ถ่านกัมมันต์ถ่านหินมีประสิทธิภาพในการดูดซับปรอทสูงกว่าคาร์บอนที่ใช้ถ่านไม้สน ในสภาวะการเผาไหม้ของก๊าซซัลเฟต ประสิทธิภาพการดูดซับปรอทเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใช้คุณสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์

Jinhui Xu และคณะ (2014) ได้ศึกษาอิทธิพลของเคมิกบนพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ที่มีต่อสมรรถนะของตัวเร่งปฏิกิริยาคาร์บอนไดออกไซด์ / คาร์บอนที่เกิดขึ้นในอะเซทิลีนคลอรีน

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเคมีบนพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ กับสมรรถนะของตัวเร่งปฏิกิริยาจากทองคำในระบบอะเซทิลีนไฮโดรคลอรีนชัน ด้วยชุดของถ่านกัมมันต์ดัดแปลงที่มีระดับของกลุ่มออกซิเจนที่ต่างกันบนพื้นผิว โดยศึกษาลักษณะทางเคมีพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ในการเร่งปฏิกิริยา เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและการคำนวณแบบ DFT

Abedeh Gholidoust, John D. Atkinson, and Zaher Hashisho (2017) ได้ศึกษาการดูดซับ CO₂ โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ทำจากอะซิเตทของถ่านหิน โดยมีการเตรียมถ่านกัมมันต์ด้วยอะเซสเตอร์อลจากทรายน้ำมันเพื่อใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกปรับสภาพโดยใช้ไมโครเวฟและโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวปรับสภาพ การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับสูงสุดคือ 5.63 mmol CO₂ / g สำหรับถ่านกัมมันต์ที่ซึบด้วย 1.15 mmol N / g มีค่าเท่ากับร้อยละ 75 สูงกว่าค่าที่ระบุไว้การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการปรับสภาพที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 75 องศาเซลเซียสแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการดูดซับสูงสุดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

Liqing Li และคณะ (2012) ได้ศึกษาผลของสมบัติพื้นผิวในถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับปรอท โดยศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของถ่านกัมมันต์ โดยนำมาวิเคราะห์เพื่อหาผลกระทบกับคุณสมบัติของการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่มีต่อการดูดซับของถ่านกัมมันต์ การดูดซับปรอทได้รับการทดสอบโดยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เคลือบด้วยถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้อะซิโตนและไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์เป็นสารละลาย ผลการทดลองพบว่าความสามารถในการดูดซับของ Hg ในคลอไรด์คลอไรด์ที่เคลือบด้วยถ่านกัมมันต์โพรพิลแอลกอฮอล์มีค่ามากที่สุด การสะสมของโคบอลต์บนผิวถ่านกัมมันต์มีผลต่อการดูดซับสารปรอทของสารเคมี

Jubing Zhang และคณะ (2011) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ไฟและการประยุกต์ใช้เป็นเชื้อเพลิงชนิดคาร์บอน โดยศึกษาถ่านกัมมันต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชีวภาพใช้สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงคาร์บอน (DCFCs) ที่ผลิตขึ้นจากเศษไม้ไฟโดยการปรับสภาพด้วยด้วยสารละลาย HNO₃ ภายใต้อุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราส่วนการอิมตัว K₂CO₃ ที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับสภาพพื้นผิวของถ่านกัมมันต์และจัดเก็บก่อนการนำไปใช้งาน จากการทดลองพบว่าพื้นที่ผิว BET ของถ่านกัมมันต์เท่ากับ 1264 m² g⁻¹ ที่อุณหภูมิในการปรับสภาพ 1173 K ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ดังนั้นพื้นผิวของถ่านกัมมันต์มีปริมาณรูพรุนและการพื้นที่ผิวที่มากขึ้น โดยการปรับสภาพด้วย HNO₃ และปริมาณที่มากเกินไปจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด พื้นที่ผิวของ BET ลดลงเล็กน้อย ความเข้มข้นของสารละลาย HNO₃ ที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 2 โมล

Juan Yang และคณะ (2012) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติเป็นเถ้าออกจากซีเถ้า โดยศึกษากระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์จากซีเถ้า ที่มีเถ้าถ่านนำมา

ผ่านและการปรับสภาพต่อเนื่องด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการบำบัดด้วยต่างของถ่านกัมมันต์ ทำให้เกิดถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับสภาพด้วย NaOH และการบำบัดด้วยต่างโดยตรง ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณเถ้าลดลงร้อยละ 84.4 และการวิเคราะห์พื้นที่ผิว BET และปริมาตรรูพรุนเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 92.3 และร้อยละ 109.3 ตามลำดับ ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีปริมาณเถ้าร้อยละ 11 ของน้ำหนัก และมีพื้นที่ผิว $620 \text{ m}^2 / \text{g}$ และมีปริมาตรรูพรุนเท่ากับ $0.67 \text{ cm}^3/\text{g}$

Fei Wang และคณะ (2017) ได้ศึกษาพฤติกรรมการดูดซับของ Bisphenol A และ Triclosan โดยกราฟีนเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้ว โดยทำการศึกษาสมบัติการดูดซับของ Bisphenol A (BPA) และไตรคลอโรไธด์ (TCS) ต่อกราฟีนและเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ การศึกษาทางจุลทรรศน์แสดงให้เห็นว่าการดูดซับ BPA บนกราฟีน หรือถ่านกัมมันต์มีความสมดุลภายใน 240 นาที ขณะที่การดูดซับ TCS บนวัสดุทั้งสองนี้มีความสมดุลใน 60 และ 120 นาที ความสามารถในการดูดซับ BPA ของกราฟีนหรือถ่านกัมมันต์สูงสุดอยู่ที่ประมาณ 2.0×10^3 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กราฟีนมีประสิทธิภาพเทียบเท่าถ่านกัมมันต์แบบดั้งเดิมสำหรับการกำจัด BPA ในทางตรงกันข้ามความสามารถในการดูดซับ TCS ต่อกราฟีนทำให้สามารถใช้วัสดุกราฟีนเพื่อกำจัด TCS ออกจากน้ำทิ้งได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า pH ระหว่าง 4.0 ถึง 7.0 ไม่ส่งผลต่อการดูดซับ BPA หรือ TCS แต่อย่างใด แต่การดูดซับจะลดลงอย่างมากเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 7.0 เป็น 9.0

Mingjia Zhi และคณะ (2014) ได้ศึกษาผลของโครงสร้างรูพรุนของถ่านกัมมันต์จากเศษเหลือทิ้งต่อสมรรถนะของตัวทำละลายหรือตัวเก็บประจุที่ใช้แล้วโดยนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้ยางที่ไม่ได้ใช้งานแล้วเป็นสารตั้งต้นในการเตรียมถ่านกัมมันต์ โดยกระบวนการไพโรไลซิสและกระบวนการปรับสภาพด้วยสารเคมี ซึ่งการปรับสภาพของถ่านกัมมันต์และมีการทดสอบในหลายพารามิเตอร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ได้เช่นกัน

Syed Waheed ul Hasan and Farid Nasir Ani (2014) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ไมโครเวฟ งานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ ๆ เพื่อใช้ในการวิจัยในปัจจุบันและมีการเสนอแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางและขั้นตอนต่อไปในพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยไมโครเวฟเพื่อไปต่อยอดในระดับภาคอุตสาหกรรม

Şahika Sena Bayazit, smail İnci, and Hasan Uslu (2011) ได้ศึกษาการดูดซับกรดแลคติกจากแบบจำลองบนถ่านกัมมันต์และ Amberlite IRA-67 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับของกรดแลคติกต่อถ่านกัมมันต์และ Amberlite IRA-67 และเพื่อหาว่าการดูดซับไอโซเทอม ถ่านกัมมันต์เป็นสารดูดซับที่ภาคอุตสาหกรรมรู้จักและใช้อย่างแพร่หลาย

ดังนั้นจึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านกัมมันต์ และ Amberlite IRA-67 เมื่อเทียบกับร้อยละการกำจัดกรด Amberlite IRA-67 มีประสิทธิภาพมากกว่าถ่านกัมมันต์

Yogesh C. Sharma and Uma (2010) ได้ศึกษาการเพิ่มพารามิเตอร์สำหรับการดูดซับเมทิลีนบลูบนถ่านกัมมันต์ที่ใช้ต้นทุนต่ำ โดยการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขยะมูลฝอยคือแกลบที่มีพื้นที่ผิว $180.50 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ การวิเคราะห์สเปกตรัมอินฟราฟายเออร์อินฟราเรด (FTIR) ของถ่านกัมมันต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาจำนวนและตำแหน่งของกลุ่มฟังก์ชันที่มีอยู่บนผิวของถ่านกัมมันต์ การศึกษาการดูดซับเมทิลีนบลู (MB) จากสารละลายที่เป็นน้ำโดยใช้แกลบ (RHAC) การกำจัดสียอมเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 82.75 - 93.20 โดยมีความเข้มข้นเริ่มต้นลดลงจาก 100 ลดลงเหลือ 60 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ระยะเวลาของการดูดซับพบว่าอยู่ที่ 100 นาที การกำจัดสูงขึ้นเมื่อดูดซับสารที่สูงขึ้นและการกำจัดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 86.75 - 99.83 โดยใช้ตัวดูดซับ 0.40 - 0.60 กรัม การกำจัดเมทิลีนบลูเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 93.20 - 99.16 โดยมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 30 เป็น 50 องศาเซลเซียส ที่ 60 มิลลิกรัมความเข้มข้นของ L^{-1}

Marek Wojnicki และคณะ (2018) ได้ศึกษาการฟื้นฟูไอออนของคลอไรด์จากแพลเลเดียม (II) จากสารละลายในน้ำโดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ การศึกษาสามารถแบ่งเป็น 2 ช่วง ในช่วงแรกได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของถ่านกัมมันต์ พบว่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวและความพรุนของถ่านกัมมันต์ โดยถ่านกัมมันต์ที่นำมาศึกษาได้ทดสอบโครงสร้าง 2 วิธี วิธีแรกใช้การวิเคราะห์พื้นที่ผิวแบบ BET ในวิธีนี้จะกำหนดค่าไอโซเทอมของการดูดซับ จากผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวที่สังเกตได้จากโมเลกุลไนโตรเจนเท่ากับ 0.162 นาโนเมตร การคำนวณพื้นที่ผิวเฉพาะมีค่าเท่ากับ $1431 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ส่วนความเป็นรูพรุนมีเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนอยู่ในช่วง 1-10 μm แต่พบการกระจายของรูพรุนขนาดกว้างถึง 4 นาโนเมตร ค่าความพรุนของคาร์บอนเท่ากับร้อยละ 31 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีสมบัติการดูดซับได้ โดยโครงสร้างของรูพรุนและพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับ

Shaheen A. Al-Muhtaseb (2010) ได้ศึกษาการดูดซับของไนโตรเจน มีเทน และอีเทน ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่นำมาใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ เพื่อเป็นการปรับปรุงสภาพและให้เกิดรูพรุนของถ่านกัมมันต์มากขึ้น โดยใช้เครื่องมือในการวัดค่าไอโซโทปในช่วงความดันที่อุณหภูมิ 30 45 และ 60 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากไนโตรเจน มีเทน และอีเทนมีความสามารถในการเพิ่มรูพรุนของถ่านกัมมันต์ได้ และจะใช้งานได้ดีในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ

Tănase Dobre, Oana C. Părvulescu และคณะ (2014) ได้ศึกษาการกำจัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายโดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ โดยการจำลองการดูดซับไอระเหย VOC (สารอินทรีย์ระเหยง่าย) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการดูดซับด้วยวิธีการดัดแปลง ตั้งแต่เริ่มต้นการดูดซับจนถึงจุดอิ่มตัวของถ่านกัมมันต์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับรวมถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการดูดซับ

Ibrahim I. El-Sharkawy และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการดูดซับก๊าซโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด (GAC) ในการทดลอง โดยดำเนินการที่อุณหภูมิการดูดซับตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส และใช้ความดันที่ 10 บาร์ โดยจะวัดความสามารถในการดูดซับที่ 2 สภาวะ จะมีความสัมพันธ์ในรูปแบบของไอโซเทอม ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทดลองลงเป็นอย่างมาก หลังจากทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดสามารถดูดซับก๊าซธรรมชาติได้ประมาณ 77 กรัมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความดันเท่ากับ 10 บาร์

