

๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา

๑.๑.๑ ไขมันสัตว์ (Tallow)

ไขมันสัตว์ (animal fats and oils) นับได้ว่าเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์และจำเป็นต่อมนุษย์มากสิ่งหนึ่ง โดยในวงการอุตสาหกรรมจะผลิตเป็นสินค้าประเภทอุปโภคและบริโภคต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร เนย ไขมันสัตว์ ทำจาระบี น้ำมันหล่อลื่น เทียนไข และอื่น ๆ เป็นต้น

ไขมันสัตว์ที่กล่าวถึงนี้จะหมายถึงไขมันที่ได้มาจากสัตว์ทั้งสี่ชนิด เช่น วัว ควาย แพะ แกะ และหมู เป็นต้น ไขมันสัตว์แต่ละแหล่งจะมาจากสัตว์ชนิดใดนั้นย่อมแล้วแต่แหล่งที่มาของสัตว์ชนิดนั้น เช่น ไขมันสัตว์จากออสเตรเลียส่วนมากจะเป็นวัวและแกะ ส่วนไขมันสัตว์ที่ผลิตในเมืองไทยได้มาจากวัวและควาย

ส่วนที่จะนำมาสกัดเป็นไขมันสัตว์คือเนื้อเยื่อไขมัน หรือที่เรียกว่า fat-bearing matter และอีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่เป็นกระดูก (bones) และเนื่องจากไขมันสัตว์ที่กล่าวถึงนี้ผลิตมาจากส่วนของวัวและควายมากที่สุด จึงเรียกกันติดปากทั่วไปว่าไขมันวัว หรือ Tallow

เมื่อไขมันอยู่ในสภาพอุดมสมบูรณ์ปกติอาจมีสภาพได้สองสถานะคือ ในสภาพแข็งตัวและสภาพเหลว ซึ่งจะเรียกไขมันในสภาพแข็งตัวว่า fat และไขมันในสภาพเหลวว่า oil ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมัน ดังนั้นโดยทั่วไปจึงเรียกไขมันสัตว์ว่า animal fats and oils แต่ถ้าวัดเรียกเฉพาะลงไปสำหรับไขมันสัตว์ที่เป็นวัว ควาย แพะ แกะ ว่าเป็น Tallow

๒ ไขมันสัตว์แบ่งออกเป็นหลายชนิดแยกตามคุณภาพ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อที่นำมาสกัดคุณภาพของไขมันอาจจะดูจากคุณสมบัติเฉพาะตัวได้เช่น ไตเตอร์ (titer) ค่าฟรีแฟตต์แอซิด (FFA)

สีตามมาตรฐาน เอฟ เอ ซี (FAC colour) และ เอม ไอ ยู (Moisture, Insoluble Impurities and Unsaponifiable Matter) แต่ถาแยกตามประเภทใหญ่ ๆ จะได้แก่ ประเภทรับประทานได้ (edible tallow) และประเภทรับประทานไม่ได้ (inedible tallow) ซึ่งมักนำไปใช้ในการอุตสาหกรรม

๑.๑.๒ กรรมวิธีการผลิตไขมันสัตว์

๓ คุณภาพของไขมันสัตว์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ประการแรกขึ้นอยู่กับเนื้อเยื่อที่สกัด ประการที่สองขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บ การขนส่ง ระยะเวลา และอุณหภูมิในการเก็บเนื้อเยื่อ ประการสุดท้ายซึ่งมีผลต่อคุณภาพของไขมันสัตว์มากคือกรรมวิธีการผลิต ดังนั้นในการที่จะผลิตไขมันสัตว์ให้ได้คุณภาพที่ดีต้องเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกเนื้อเยื่อไปจนถึงกรรมวิธีการผลิต

๔ กรรมวิธีการสกัดไขมันจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสัตว์นั้น ส่วนใหญ่ใช้การเจียว (rendering or trying out process) โดยให้ความร้อนเข้าไปสกัดไขมันจากเนื้อเยื่อต่าง ๆ และจะไม่ใช้วิธีการนี้กับการสกัดไขมันจากเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากสัตว์ การเจียวมีอยู่สามชนิดคือ

๑.๑.๒.๑ การเจียวเปียก (Wet Rendering) จะกระทำโดยให้น้ำผสมกับเนื้อเยื่อข้างภายในถังปรีกรูปรวย พบไอน้ำเข้าภายใน มีความดัน ๔๐ ถึง ๗๕ ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา ๓ ถึง ๖ ชั่วโมง จะนำไขมันที่ลอยอยู่บนบนเหนือน้ำออก ส่วนน้ำและกากจะอยู่ส่วนล่างของถัง วิธีนี้นิยมใช้ในการผลิตไขมันเพื่อบริโภค

๑.๑.๒.๒ การเจียวแบบถังเปิด (Open-Kettle Rendering) เป็นวิธีการธรรมดา โดยการให้ความร้อนโดยตรงแก่ถังด้วยการตั้งบนเตาเผา หลังจากนั้นจึงใส่น้ำเข้าไปช่วยในถังเจียว

๓ เอกสารอ้างอิงที่ ๑๒ หน้า ๖๔
๔ เอกสารอ้างอิงที่ ๑๒ หน้า ๖๔ - ๖๖

๑.๑.๒.๓ การเจียวแห้ง (Dry Rendering) นับได้ว่าเป็นวิธีที่ทันสมัยกว่าสองวิธีแรก โดยจะใช้ถังเจียววางในแนวนอนเป็นแบบถังหุ้มด้วยท่อไอน้ำ (steam jacketed) มีความจุประมาณ ๕,๐๐๐ ถึง ๑๐,๐๐๐ ปอนด์ พร้อมด้วยใบพัดกวน จะเผาเนื้อเยื่อภายในที่สูญญากาศซึ่งเรียกว่าคูกกิ้ง (cooking) เพราะเป็นการกำจัดความชื้นและทำให้ผนังเซลล์เนื้อเยื่อแตกออก ซึ่งจะได้ออกไขมันออกมา ส่วนกากที่เหลือจะถูกนำไปอัดหรือละลายควยสารเคมีออกมาได้อีก

วิธีนี้นิยมสำหรับทำไขมันสัตว์ที่ไม่ใช่บริโภค เพราะค่าใช้จ่ายในการสกัดถูกกว่าแบบการเจียวเปียก คุณภาพจะสู้แบบการเจียวเปียกไม่ได้

๑.๑.๒.๔ The Chayen Process เป็นการสกัดไขมันจากกระดูก โดยใช้ไอน้ำเจ็ดส่วนต่อกระดูกบดหนึ่งส่วนลงไปในถังเจียวที่ออกแบบให้ เกิดคลื่นกระดูกในน้ำโดยมีแรงกระทำที่เรียกว่า อิมพัลส์ เรนเคอเรอ (impulse renderer) การกระตุกนี้ทำให้ผนังเซลล์เนื้อเยื่อถูกทำลาย และได้ไขมันออกมา ซึ่งจะนำไปแยกด้วยการเซนตริฟิวส์ (centrifugal action)

๑.๑.๓ การทำไขมันสัตว์ให้บริสุทธิ์ (Purification)

๑.๑.๓.๑ ส่วนผสมและคุณลักษณะของไขมัน (The Component and Characteristics of Fats)

๕ ไขมันมีลักษณะเป็นกลีเซอไรด์ (glycerides) ซึ่งประกอบด้วย

-
- ๕ เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๗๐๕ -
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๓ - ๔, ๑๔๖ - ๑๕๐
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๑๔ หน้า ๘๗๖
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๑๗ หน้า ๒๗๖ - ๒๗๘

ขึ้นจากกรดไขมัน (fatty acid) และกลีเซอริน (glycerine) ซึ่งถ้าให้ไขมันผสมกับน้ำในลักษณะที่เป็นไอความร้อนสูงจะเกิดการแตกตัวเป็นกรดไขมันและกลีเซอริน เรียกว่า ฟัทสปลิทติง (fat splitting) ในขณะที่เป็นไขมันจะยูนจะมีกลีเซอไรด์ส่วนหนึ่งซึ่งแตกตัวเองโดยธรรมชาติเกิดเป็นกรดไขมันอิสระ เรียกว่า ฟรีแฟตตี้แอซิด (free fatty acid) ปริมาณกรดไขมันอิสระนี้จะเป็นตัวบ่งคุณภาพของไขมันที่ขาย คือ ถ้าไขมันดีจะมีกรดไขมันอิสระต่ำ ประมาณร้อยละหนึ่งถึงห้า

ปกติกลีเซอไรด์จะเกิดขึ้นจากกรดไขมันหลายชนิด เช่น สเตียริกแอซิด (stearic acid) ปาล์มิติกแอซิด (palmitic acid) และ โอลีอิกแอซิด (oleic acid) เป็นหลักและยังมีกรดชนิดอื่นเป็นส่วนย่อยอีก เช่น ลินอลิกแอซิด (Linolic acid) ลินอลีนิกแอซิด (Linolinic acid) เป็นต้น สัดส่วนระหว่างแฟตตี้แอซิดหลักสามตัวดังกล่าวจะไม่คงที่ อาจจะเป็นเพราะมาจากคนละแหล่งก็ได้ และจะเปลี่ยนไปตามชนิดของอาหารที่เลี้ยง, เพศ, และส่วนของเนื้อเยื่อ มีผู้เคยรวบรวมไว้แต่ก็ยังมีสัดส่วนต่างกันเช่น E. Bernadini รวบรวมส่วนผสมไขมัน (tallow) โคสะเตียริก-แอซิดร้อยละ ๑๘ - ๒๕ ปาล์มิติกแอซิดร้อยละ ๒๕ - ๓๗ และ โอลีอิก-แอซิดร้อยละ ๒๒ - ๕๐ แต่บางแหล่งโคสติกส่วนเป็นร้อยละ ๘๑ - ๑๘ - ๓๓ ตามลำดับ

คุณลักษณะของไขมัน โดยทั่วไปจะคล้ายคลึงกัน มีสภาพเป็นของแข็ง ที่อุณหภูมิปกติ มีสีเหลืองจางไปจนเข้มเป็นสีน้ำตาล ส่วนคุณลักษณะอื่นจะมีรายละเอียดดังตารางที่ ๑.๑

ตารางที่ ๑.๑

คุณลักษณะของไขว้บริสุทธิ์

(Oil characteristics committee of the A.O.C.S)*

คุณลักษณะ	
สี (Colour)	ขาวถึงน้ำตาล
ความถ่วงจำเพาะที่ ๑๕.๕ องศาเซลเซียส (Specific gravity at 15.5°C)	๐.๘๖๐ - ๐.๘๗๐
ค่าไอโอดีน (Iodine value)	๓๕ - ๔๔
ค่าสะaponนิฟิเคชัน (Saponification value)	๑๕๓ - ๒๐๒
สารที่ไม่เกิดสะaponนิฟิเคชัน (Unsaponifiable matter, %)	ไม่เกิน ๐.๔
ไทเทรต องศาเซลเซียส (Titer, °C)	๕๐ - ๕๖

*A.O.C.S. = American Oil Chemists' Society

๑.๑.๓.๒ กรรมวิธีทำไขบริสุทธิ์ (Refining Processes)

ในการผลิตไขสัตว์ถึงแม้จะได้เลือกไขเนื้อเยื่อแบ่งตามชนิดของไข
 ที่ต้องการแล้วก็ตาม แต่ยังมีอาจจะมีสารหรือสิ่งอื่นแปลกปลอมมาปะปนได้
 ซึ่งจะทำให้คุณภาพของไขเสียไป หรือเป็นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น สี กลิ่น
 กรดไขมันอิสระ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทำไขบริสุทธิ์เสียก่อน
 ที่จะนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ต้องการคุณภาพที่ดี

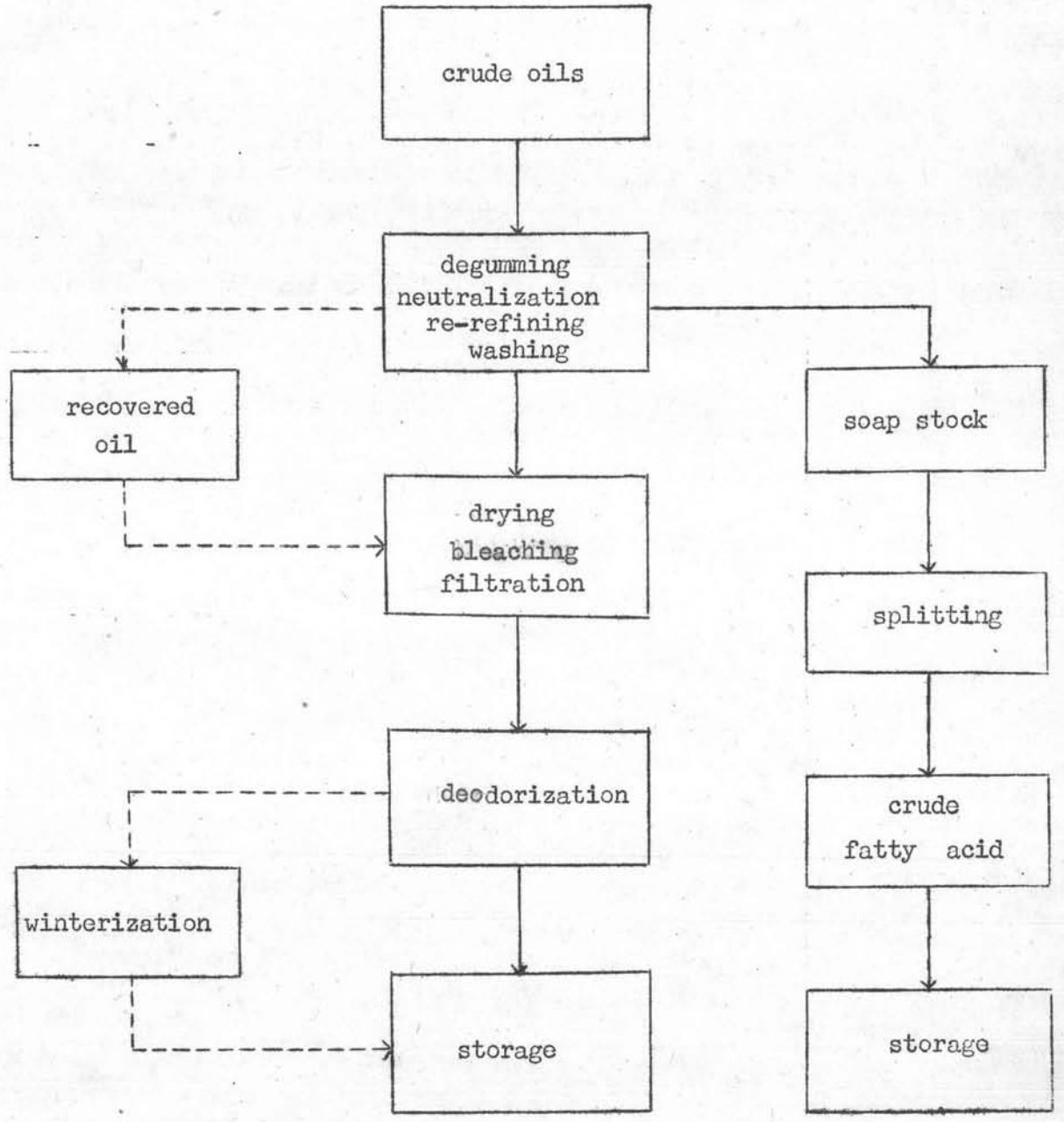
๖ การทำให้บริสุทธิ์โดยทั่วไปจะเป็นการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการหาประการ คือ

- ๑.๑.๓.๒.๑ การขจัดสารที่ลอยแขวน (suspended matter) และสารที่เป็นเมือกละลาย (colloidally dissolved matter) คายการตกตะกอน (settling) การใช้สารจับเกาะสิ่งที่ไม่ต้องการเป็นกลุ่มก้อน (degumming) หรือล้างด้วยกรด (acid wash)
- ๑.๑.๓.๒.๒ การกำจัดกรดไขมันอิสระด้วยวิธีที่เรียกว่า คีแอซิดคิฟิเคชัน (deacidification) หรือ นิวทรัลไลเซชัน (neutralization)
- ๑.๑.๓.๒.๓ กำจัดสี (bleaching)
- ๑.๑.๓.๒.๔ กำจัดกลิ่น (deodorization)
- ๑.๑.๓.๒.๕ กำจัดพวกกลีเซอรไรด์ที่มีตัว คายการวินเทอไรเซชัน (winterization)

การทำให้บริสุทธิ์นี้อาจจะ เขียน เป็นแผนผัง เพื่อให้ เห็นชัดเจน ได้ยิ่งขึ้น
ดังแสดงในภาพที่ ๑.๑

๗ ภาพที่ ๑.๑

ผังแสดงขั้นตอนการทำไขมันสัตว์ใหม่บริสุทธิ์



๑.๒ ไซสัคว์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ

๑.๒.๑ การใช้ไซสัคว์ผลิตสบู่

๘ ไซสัคว์เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตสบู่และมีปริมาณประมาณกว่าครึ่งของไขมันต่าง ๆ ที่ใช้ทำสบู่ ปกติจะใช้ผสมกับน้ำมันมะพร้าวส่วนหนึ่ง เพื่อลดความกระด้างและเพิ่มการละลาย (solubility) ไปด้วย เหตุผลที่นิยมใช้ไซสัคว์ผลิตสบู่กันมากก็คือ ไซสัคว์ที่เก็บรักษาคุณภาพไว้ได้นานและสามารถใช้ทำความสะอาดได้ดี

๙ สบู่ที่ผลิตได้ภายในประเทศประมาณปีละหนึ่งหมื่นตันจากจำนวนโรงงานที่จดทะเบียนถูกต้องตามกฎหมาย ๑๕ แห่ง สบู่แบ่งออกเป็นสามชนิดคือ สบู่อาบน้ำ สบู่ใช้ซักกลาง และสบู่ที่ใช้กับงานอุตสาหกรรม ปัญหาที่จะวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะสบู่อาบน้ำเท่านั้น เพราะสบู่ที่ใช้ซักกลางและสบู่ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีใช้น้อยในประเทศ และสบู่ที่ใช้ซักกลางส่วนมากจะใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นวัตถุดิบและใส่ครามที่เรียกกันว่าสบู่กรก

๑.๒.๒ ปริมาณการใช้ไซสัคว์ในประเทศไทย

ประเทศไทยต้องการไซสัคว์เพื่อผลิตสบู่ปีหนึ่ง ๆ นับเป็นจำนวนหมื่นตัน และปริมาณความต้องการได้สูงเพิ่มขึ้นทุกปี แหล่งที่ป้อนไขมันใหม่มีสองแหล่งคือ จากโรงงานผลิตไซสัคว์ภายในประเทศและจากต่างประเทศ ในจำนวนที่ใช้ทั้งหมดนี้ประเทศไทยต้องสั่งไซจากต่างประเทศเข้ามาประมาณร้อยละ ๒๐ คิดเป็นน้ำหนักประมาณเกือบ ๗,๐๐๐ ตันต่อปี ในปี ๒๕๑๗ และปริมาณอีกร้อยละ ๘๐ หรือน้ำหนักประมาณ ๕,๐๐๐ ตัน สามารถผลิตได้เอง ไซสัคว์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศมีแหล่งใหญ่อยู่สามประเทศคือ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา ปริมาณการสั่งไซสัคว์เข้าประเทศได้แสดงไว้ในตารางที่ ๑.๒

๘ เอกสารอ้างอิงที่ ๒๑ หน้า ๕๖๐

๙ ข้อมูลกองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ตารางที่ ๑.๒

ปริมาณการสั่งเข้า-ส่งออกของไส้ตัวสำหรับประเทศไทย

(ปี ๒๕๑๑ - ๒๕๑๗)

ปี	การสั่งเข้า		การส่งออก	
	ปริมาณสั่งเข้า (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณส่งออก (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
๒๕๑๑	๓,๓๓๕,๔๑๓	๑๒,๔๖๒,๓๖๕	-	-
๒๕๑๒	๕,๐๘๗,๔๕๘	๑๗,๕๕๒,๒๘๒	๕๕,๘๒๐	๒๕,๘๗๒
๒๕๑๓	๓,๐๘๐,๘๘๕	๑๓,๘๕๖,๘๓๐	๘๑,๕๕๕	๑๕๖,๕๓๗
๒๕๑๔	๓,๘๘๗,๒๒๒	๑๗,๑๐๘,๓๖๐	๑๗,๑๐๐	๒๕,๓๒๗
๒๕๑๕	๔,๕๗๗,๒๘๗	๒๐,๕๑๗,๗๒๐	-	-
๒๕๑๖	๖,๐๒๖,๕๘๐	๒๒,๗๓๓,๕๑๕	๓๕,๕๖๐	๒๖๘,๕๖๐
๒๕๑๗	๖,๖๘๔,๗๑๕	๓๐,๒๓๗,๕๗๒	-	-

ที่มากรมศุลกากร

โรงงานผลิตไส้ตัวในประเทศไทยมีอยู่หลายแห่ง แต่ที่นับว่าเป็นขนาดใหญ่มีเพียงแห่งเดียวคือบริษัทอุตสาหกรรมกระดูกไทย ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณปีละ ๔,๐๐๐ ตัน หรือเทียบเท่ากับร้อยละ ๘๐ ของปริมาณไส้ตัวที่ผลิตได้ทั้งหมดภายในประเทศ ส่วนโรงงานเล็ก ๆ มีอีกหลายแห่งกระจัดกระจายไปและไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน แต่ปริมาณการผลิตมีไม่เกินปีละ ๑,๐๐๐ ตัน จากปริมาณที่ผลิตเองภายในประเทศไม่เพียงพอ จึงต้องสั่งซื้อไส้ตัวจากต่างประเทศเข้ามาอีกปีละเกือบเท่าตัว โดยในจำนวนที่สั่งเข้ามานี้จะนำมาใช้ผลิตสุนัขประมาณร้อยละ ๘ ส่วนที่เหลือจะนำไปผลิตพวกจากระบีและน้ำมันหล่อลื่นต่าง ๆ

๑.๒.๓ คุณภาพของไขมันที่ผลิตได้ในประเทศ

๑๐ เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของไขมันที่ผลิตได้เองภายในประเทศปรากฏว่ามีคุณภาพต่าง ๆ คอยกว่าไขมันที่สั่งจากต่างประเทศ และบางครั้งคุณภาพยังไม่ดีพอสำหรับ เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าบางอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมผลิตสบู่ คุณภาพที่ค้อยกว่านั้นมักจะได้แก่ สี, กลิ่น ค่ากรกไขมันอิสระ และค่าสะaponification value) เป็นต้น

ปัญหาใหญ่อันหนึ่งในการผลิตสบู่ก็คือ การฟอกสีของไขมัน ปกติไขมันที่จะนำมาผลิตสบู่ นั้นจะต้องนำมาฟอกให้มีความขาวเสียก่อน เพื่อให้ไขมันที่มีความขาวและสามารถผสมดีเป็นสบู่ได้สีตรงตามต้องการ หรือ เท่ากับ เป็นการคงไว้ซึ่งคุณภาพส่วนหนึ่ง โดยหลักการไขมันที่จะนำไปผลิตสบู่จะมีสีเหลืองโดยธรรมชาติอยู่แล้ว จำเป็นต้องนำไปผ่านกรรมวิธีการกำจัดสีให้ขาวขึ้นตามมาตรฐานที่กำหนดของผู้ผลิตแต่ละแห่งโดยการวัดสี แต่ไขมันบางแหล่งในสภาพไขมันจะมีความเข้มของสีต่างกันไม่แน่นอน ดังนั้นในการฟอกจึงเกิดความแตกต่างกันด้วย จึงต้องมีการปรับแต่ง เพื่อให้สามารถฟอกสีให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ แต่บางครั้งสีของไขมันมีความปกติดี แต่ไม่สามารถฟอกสีได้ก็ได้อันนี้อาจจะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารภายในไขมันเอง อันเกิดจากกรรมวิธีการผลิต หรือ เกิดจากเนื้อเยื่อที่นำมาสกัดไขมัน

คุณภาพที่เสื่อมในคานกรรมวิธีการผลิตก็อาจจะมีผลมาจากอุณหภูมิ เวลา ที่ใช้ในการสกัดไขมันไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป เวลานานเกินไป เป็นต้น ถ้าจะพิจารณาในคานของเนื้อเยื่อบาง จะเห็นได้ว่าไขมันที่ผลิตในประเทศเองมีคุณภาพค้อยลงไปในนั้น น่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจากเนื้อเยื่ออยู่มาก เพราะ

๑.๒.๓.๑ เนื้อเยื่อที่นำมาใช้ไม่ได้มีการคัดเลือกแบ่งตามชนิดของคุณภาพ บางส่วนสกัดจากกระดูก

๑.๒.๓.๒ ความสดและสะอาดของเนื้อเยื่อ เพราะถ้านำเนื้อเยื่อที่สดและใหม่มาสกัดก็จะได้คุณภาพดีกว่าเนื้อเยื่อที่ไม่สด ซึ่งสารประกอบบางส่วนจะถูกทำลาย

ลงไป บางครั้งทำให้เกิดราขึ้น

๑.๒.๓.๔ การเก็บรักษาเนื้อเยื่อไม้ได้ใช้ภาชนะและอุณหภูมิที่เหมาะสมก่อนการนำมาสกัดไขมัน ทำให้การเสื่อมคุณภาพของเนื้อเยื่อเกิดมากขึ้นด้วย

•• สำหรับประเทศไทยจะมีปัญหาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อที่จะนำมาสกัด กล่าวคือ การที่จะแยกชนิดของเนื้อเยื่อไขมัน การนำมาสกัดให้ทันก่อนที่เนื้อเยื่อไขมันจะถูกทำลาย และการใช้อุณหภูมิที่เก็บเนื้อเยื่อให้พอเหมาะนั้นกระทำได้ไม่ถนัด ทั้งนี้เพราะ ปริมาณเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกมีไม่มากพอที่จะรวมกันเป็นแหล่งใหญ่ ๆ ที่จะสกัดไขมันได้ทันที จึงต้องใช้เวลานานในการขนย้ายมากขึ้น ประกอบกับสภาพอากาศของประเทศ เป็นประเทศร้อน และมีความชื้นสูง ซึ่งจะช่วยให้การสลายของเนื้อเยื่อไขมัน เกิดได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นกว่าประเทศในเขตกึ่งหนาว

ควยเหตุผลดังกล่าวไขสัตว์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยจึงมีคุณภาพด้อยกว่าที่สั่งซื้อจากประเทศในเขตกึ่งหนาว ทั้งนี้ในการผลิตสบู่บางครั้ง ผู้ผลิตจะใช้การผสมกันระหว่างไขต่างประเทศและไขในประเทศเพื่อใช้ไขจากต่างประเทศเฉลี่ยคุณภาพของไขในประเทศขึ้นมา แต่ก็ไม่แน่นอนเสมอไป ทั้งนี้แล้วแต่รุ่น (batch) ของไขสัตว์ที่ผลิตมาแต่ละครั้ง เพราะแม่แต่ไขสัตว์ที่ผลิตมาจากแหล่งเดียวกันในเวลาใกล้เคียงกันแต่ละรุ่นก็มีคุณภาพที่ต่างกัน

สำหรับปัญหาทางค่าน้ำของไขสัตว์ที่จะนำไปผลิตสบู่ การฟอกสีจึงมีลักษณะผิดไปจากการฟอกสีไขสัตว์จากต่างประเทศ คือในเรื่องของปริมาณสี ปริมาณสารฟอกสีที่ใช้ เป็นต้น จึงนับว่าเรื่องการฟอกสีไขสัตว์เป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาเรื่องหนึ่ง



๑.๓ การพอกสีไขสัตว์

๑.๓.๑ สีไขในสัตว์

๑๒/ ไขสัตว์ปกติเมื่อสดจะมีสีขาวหรือเหลืองจาง ๆ อาจจะเป็นสีคล้ำไปทางน้ำตาลได้ เนื่องจากการสลายตัวของพวกเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissues) เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดสูงไป และเนื่องจากสภาพของเนื้อเยื่อที่เก็บรักษาไว้มาก่อนการสกัดอีกด้วย

ส่วนสีธรรมชาติที่ปรากฏในไขสัตว์มีชื่อว่า คาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งให้สีแดงและเหลือง สารพวกนี้มีสูตรทางเคมีแตกต่างกันมาก ได้มีผู้พยายามหาสูตรของสารพวกนี้โดยการนับอะตอมของคาร์บอนที่เกิดเป็นสารนั้นขึ้นได้สองพวกคือ พวกแรกก่อให้เกิดสารคาโรทีนอยด์ที่มีคาร์บอน ๔๐ ตัว เช่น พวกอัลฟา (α) เบตา (β) และแกมมา (γ) คาร์โรทีนอยด์ในพวกที่สองจะมีคาร์บอนมากกว่า ๔๐ ตัว และมีสูตรซับซ้อนคล้ายวิตามินเอ

สีของสารที่ปะปนอยู่จะทำให้สีธรรมชาติของไขมันผิดไป ซึ่งจะเท่ากับ เป็นตัวลดคุณภาพของไขสัตว์ลง สาเหตุที่เกิดสารมีสีแปลกปลอมเข้ามานี้ อาจจะมีผลเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิตไขสัตว์จากพวกเนื้อเยื่อไขมัน จากการเก็บรักษาไว้ในสภาวะที่ไม่ถูกต้องหรือเกิดจากการออกซิไดซ์ (oxidise) เป็นต้น ไขมันบางชนิดเมื่อเก็บไว้นานเกินไปเมื่อมีความชื้นเกิดขึ้นและได้สัมผัสกับอากาศภายใต้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สีไขมันคล้ำขึ้นได้ เหตุผลก็คือส่วนหนึ่งเกิดจากการเสื่อมสลายของไขมันเอง เช่นการเกิดออกซิแฟตต์แอซิด (oxy-fatty acids) และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากปฏิกิริยาราวนิง (browning reaction) ระหว่างสารโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในเมือกเหนียวประเภทัมและมิวซิเลจ (mucilage) ซึ่งสีประเภทนี้นั้นว่ากำจัดได้ยาก

นอกจากนี้โลหะต่าง ๆ และสารประกอบของมันก็อาจทำให้เกิดสีในไขสัตว์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเหล็ก ทองแดง และแมงกานีส

๑๒ เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๗๑๗ - ๗๑๘
เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๒๘ - ๒๑๕

๑.๓.๒ การกำจัดสีไขมันจากไขมัน

๑๓ ในกรรมวิธีการทำไขมันให้บริสุทธิ์บางขั้นตอนก็สามารถลดปริมาณสีไขมันได้บ้าง แต่ไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักเลยทีเดียว เป็นเพียงแต่วัตถุประสงค์พลอยได้ ตัวอย่างคือการนิวทรัลไลเซชัน (neutralization) ซึ่งวัตถุประสงค์หลักก็คือ กำจัดกรดไขมันอิสระโดยโซดาแก๊ส เช่น โซดาแฉะ (sodium hydroxide) ซึ่งจะทำให้สารที่มีสีถูกกำจัดออกไปโดยโซปสต็อก (soap stock) เพราะรวมตัวกับสารโปรตีนและกัม

แต่ก่อนการทำนิวทรัลไลเซชัน บางครั้งจะมีการทำ พรี ทรีทเม้นท์ (pre-treatment) เสียครั้งหนึ่งก่อน โดยการให้ไขมันทำปฏิกิริยากับสารเคมี เช่น แทนนิน (tannin) กรดกำมะถันหรือกรดเกลือ แต่ตัวที่โผล่ที่สุดคือกรดกำมะถันเข้มข้น

สารบางตัวที่ละลายในไขมันได้ดี (strongly fat soluble) ไม่สามารถกำจัดออกไปได้ด้วยวิธีดังกล่าวมาแล้ว จึงจำเป็นต้องมีวิธีการกำจัดโดยเฉพาะ

๑.๓.๓ การกำจัดสีไขมันโดยตรง

๑๔ การกำจัดสีไขมันโดยตรงนั้นแบ่งออกเป็นหลายวิธีใหญ่ ๆ คือ

๑.๓.๓.๑ การฟอกสีโดยการดูดซับ (adsorption) ด้วยสารดูดสีต่าง ๆ ที่มีรูพรุนที่ผิวเป็นจำนวนมาก เพราะรูพรุนจะช่วยกักอนุของสารมีสีไว้ สารที่มีรูพรุนมากยอมมีพื้นที่ผิวมากด้วยจึงสามารถดูดสีไว้ได้มาก ทำให้มีคุณสมบัติ

-
- ๑๓ เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๔๒ - ๔๘, ๑๐๖ - ๑๐๘
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๔๓๓
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๑๒ หน้า ๗๓
 - ๑๔ เอกสารอ้างอิงที่ ๑๒ หน้า ๗๕
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๘, ๑๒, ๖๕๒ - ๖๗๑
 - เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๐๘ - ๑๐๙

ฟอกสีได้คือ สาร कुछขี้มันส่วนใหญ่จะเป็นพวกคินและผงถ่านที่ละเอียด

๑.๓.๓.๒

การฟอกสีโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี โดยทำให้สารมีสีถูกทำลายลงด้วยการออกซิไดซ์หรือเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี การฟอกสีด้วยการออกซิไดซ์นั้นจะเป็นการทำลายพวกกลีเซอไรด์ จึงไม่นิยมใช้กับไขสัตว์เพื่อการบริโภค จะใช้ได้กับไขสัตว์ที่สีเข้มมาก ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์นั้น

สารเคมีที่ใช้เป็นตัวออกซิไดซ์ส่วนใหญ่ใช้โซเดียมไดโครเมต แต่ใช้กับน้ำมันปาล์มเพื่อทำสบู่ แต่ถาเป็นไขสัตว์จะใช้คลอรีนไดออกไซด์ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของกรดกำมะถันกับโซเดียมคลอไรต์ (sodium chlorite) โดยวูดเวิร์ดกับผู้ร่วมงาน (Woodward and co-workers) ได้ทดลองฟอกไขสัตว์ที่ ๒๑๐ องศาฟาเรนไฮต์ ผสมกับกำมะถันและมีใบพัดกวนเป็นเวลาประมาณ ๓๐ นาที ถึง ๑ ชั่วโมง

๑.๓.๓.๓

การฟอกสีโดยการทำไฮโดรจีเนชัน (hydrogenation) และมีตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) เข้าช่วยเพื่อทำให้การฟอกสีเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการไฮโดรจีเนต (hydrogenate) พวกกลีเซอไรด์เลย

๑.๓.๓.๔

การฟอกสีด้วยการกำจัดกรดไขมัน (de-acidification) โดยวิธีที่เรียกว่า ลิกวิด-ลิกวิด เอกซ์แทรคชัน (liquid-liquid extraction) การกำจัดกรดไขมันนี้จะเกิดผลพลอยได้ในกาแยกสารมีสีและสิ่งแปลกปลอม (impurities) ได้ ในอุตสาหกรรมจะใช้พวกโพรเพน (propane) ฟอกสีไขวัว (tallow)

๑.๓.๓.๕

การฟอกสีโดยใช้ความร้อน มักจะใช้รวมกับการฟอกสีด้วยการ कुछขี้ เพราะจะให้ผลดียิ่งขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็จะเป็นการกำจัดกลิ่น (deodorization) ไปด้วยในตัว

๑.๓.๔ การกำจัดสีในน้ำด้วยการดูดซับ

ในบรรดาวิธีการฟอกสีทั้งหมดที่กล่าวมานี้ การฟอกสีด้วยการดูดซับ เป็นที่นิยมแพร่หลายที่สุด เพราะประหยัดกว่า สะดวกกว่า ได้ผลดีกว่า และไม่ทำลายส่วนประกอบอื่น ๆ ของน้ำเสีย สารที่ดูดซับสารสีในน้ำเสียส่วนมากจะเป็นพวกดินเหนียวคเป็นผง (neutral clays) ดินเหนียวที่ผ่านการล้างกรดแล้ว (acid-activated clays or activated earth) ไฮเดรทเทอะอะลูมิเนียมซิลิเกต (hydrated aluminum silicates) แมกนีเซียมซิลิเกต (magnesium silicates) ผงถ่าน (charcoal) ผงถ่านล้างกรด (activated carbon). โดยสารพวกนี้จะมีลักษณะเป็นผงฝุ่นละเอียดมาก มีความสามารถในการดูดซับสารสีในน้ำที่ผิวหน้าของมัน หรือแม่แต่สารพวกคอลลอยด์ (colloidally suspended substances) เช่นพวกกัม (gum) และเรซิน (resins) สารดูดซับนี้โดยทั่วไปจะเรียกว่าดินฟอกสี

การดูดซับเป็นปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ แต่ในบางกรณีก็มีผู้อธิบายว่าเป็นปฏิกิริยาทางเคมีด้วย กล่าวคือที่ผิวของสารดูดซับจะมีตำแหน่งของอนุว่างอยู่ (free valencies) พอที่จะรับอนุของสารอื่นไว้ได้ จึงเรียกรวมการฟอกสีในลักษณะนี้ว่า ปฏิกิริยาเคมีซอร์พชัน (chemisorption) ซึ่งพอจะแยกปรากฏการณ์ได้เป็นสองส่วนคือ ตอนที่สารสีถูกดูดเข้าไปที่ผิวของสารดูดซับจะเป็นไปตามกฎการดูดซับ (adsorption) แต่เมื่อสารสีไปเกาะที่ผิวของสารดูดซับแล้ว จะเกิดเป็นปฏิกิริยาทางเคมี (เช่นเกี่ยวกับการเกิดเกลือ) ระหว่างสารที่มีสีกับไฮโดรเจนและอนุของอลูมิเนียมจากอลูมิเนียมไฮโดรซิลิเกต (aluminium hydro silicates)

005190

๑๕	เอกสารอ้างอิงที่ ๕	หน้า ๖๕๔ - ๖๕๗
	เอกสารอ้างอิงที่ ๖	หน้า ๑๑๓ - ๑๑๕
	เอกสารอ้างอิงที่ ๑๒	หน้า ๗๕ - ๗๖
	เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐	หน้า ๔๗๑ - ๔๗๓
	เอกสารอ้างอิงที่ ๑๘	หน้า ๘๐๑

๑.๓.๕ ดินฟอกสี ๑๖

ดินฟอกสี (bleaching earth หรือ bleaching clay) คือดินที่จะใช้ฟอกสีในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ และน้ำมันแร่ เพื่อให้สีของน้ำมันอ่อนลงหรือไม่มีสี การฟอกสีอาจจะใช้ดินฟอกสีอย่างเดี่ยวหรืออาจจะใช้ร่วมกับผงถ่านชนิดแอกติเวทเต็ด ดินฟอกสีอาจจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งโคแอกดินที่เรียกว่าฟูลเลอร์เอิร์ท (Fuller's earth) หรืออาจจะทำขึ้นจากดินบางชนิดโดยกรรมวิธีที่เรียกแอกติเวชัน (activation) ดินที่ผ่านการวิธีเช่นนี้แล้วเรียกว่าแอกติเวทเต็ดเอิร์ท หรือ แอกติเวทเต็ดเคลย์ เหาที่ทราบดินฟอกสีต้องสั่งมาจากต่างประเทศ ทั้งสิ้นในชื่อแอกติเวทเต็ดเคลย์ คงมีสถิติการนำเข้าดังนี้

ตารางที่ ๑.๓

สถิติปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของดินฟอกสี

ปี พ.ศ.	ปริมาณ - กิโลกรัม	มูลค่า - บาท
๒๕๑๑	๙๕๒,๔๘๑	๒,๒๓๒,๑๖๓
๒๕๑๒	๑,๒๕๔,๐๖๖	๒,๘๐๙,๕๔๓
๒๕๑๓	๑,๔๓๑,๒๖๕	๓,๓๙๐,๒๙๐
๒๕๑๔	๑,๔๘๓,๔๐๕	๓,๕๘๖,๕๐๓
๒๕๑๕	๑,๕๔๓,๕๙๕	๓,๙๓๓,๙๘๑

ที่มา กรมศุลกากร

- ๑๖ เอกสารอ้างอิงที่ ๒ หน้า ๑ - ๓
 เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๔๓๑ - ๔๓๒
 เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๖๕๔ - ๖๕๗
 เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๑๓ - ๑๒๐

ดินฟอกนี้ส่วนใหญ่เข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา ยังไม่เคยปรากฏว่ามีผู้นำเข้ามาภายในประเทศมาใช้ฟอกสีหรือทำขึ้นให้เป็นดินฟอกสีเลย

กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรมได้เริ่มโครงการค้นหาดินขาวทั่วประเทศตั้งแต่ปีพุทธศักราช ๒๕๐๕ เพื่อศึกษาและหาดินที่จะใช้ทำดินฟอกสี โดยได้แจกหนังสือไปยังอำเภอต่าง ๆ ทั่วประเทศเพื่อขอตัวอย่างดินขาวมาเพื่อทดสอบ จากตัวอย่างประมาณ ๔๐๐ แห่งทั่วประเทศ ปรากฏว่ามีลักษณะดินเพียงสองสามตัวอย่าง เท่านั้นที่ฟอกสีได้เล็กน้อย และโคททดลองดินบางตัวอย่างที่มีลักษณะว่าจะแอกคิเวทได้ แต่จากการทดลองไม่พบดินที่แอกคิเวทได้เลย และมีดินเพียงสองสามชนิด เช่นกันที่พบว่าหลังจากการแอกคิเวทแล้วจะฟอกสีเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อยเท่านั้น

เมื่อประมาณต้นปี ๒๕๑๔ จึงมีผู้นำดินซึ่งแจ้งว่าเป็นเบนโตไนท์ (Bentonite) มาให้กรมวิทยาศาสตร์ทดลอง ซึ่งก็พบว่าสามารถแอกคิเวทได้

๑๓ สารที่โซคูลซบสีในไขมันโดยลักษณะของวัตถุแล้วมีสองชนิดคือ พวกดินเหนียว และผงถ่าน ซึ่งจะมีทั้งประเภทธรรมดา และประเภทกลางควยกรก (activated)

๑.๓.๕.๑ ดินเหนียวสีขาวธรรมดา (natural clays) ดินพวกนี้มีโครงสร้างเป็นพวกไฮเดรทเตด อลูมิเนียม ซิลิเกต (hydrated aluminium silicate) มีผู้ที่พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของดินกับประสิทธิภาพในการกำจัดสีของมัน แต่ไม่ได้ผลสำเร็จ เนื่องจากดินบางตัวไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีเลย ทั้ง ๆ ที่มีส่วนประกอบเหมือนกับดินอีกตัวหนึ่งที่กำจัดสีได้ดี แต่มาจากคนละแหล่ง ดังนั้นการเปรียบเทียบคุณภาพในการฟอกสีของดินจึงไม่อาจจะบอกได้ตามลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบ แต่จะต้องดูผลจากการฟอกสีจริง ๆ

๑๓ เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๒๕๔ - ๒๕๕
เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๒๔ - ๑๒๕
เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๔๗๒ - ๔๗๓

๑.๓.๕.๒ กิ๊นเหนียวกลางกรก (activated clays) เป็นกิ๊นฟอกสีไขมันอีกชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างเป็นพวกเบนโทไนท์ (bentonite) และมอนทโมริลโลไนท์ (montmorillonite) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในสภาพปกติจะมีประสิทธิภาพในการฟอกสีต่ำ หรืออาจจะไม่มีเลย แต่ถ้านำไปล้างด้วยกรก (activate) เช่น กรกกำมะถันหรือกรกเกลือแล้วจะมีคุณสมบัติในการดูดซับดีกว่ากิ๊นฟอกสีธรรมดา ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะกรกเป็นตัวทำให้รูพรุนที่ผิวหน้าของกิ๊นเกิดช่องว่างมากขึ้น จึงทำให้การดูดซับสารมีไว้ไค้มาก หรืออาจจะเป็นเพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางคานเคมีหรือฟิสิกส์เคมีของกิ๊นก็ได้ ข้อเสียของกิ๊นชนิดนี้คือ อุดมไขมันไค้มากกว่ากิ๊นฟอกธรรมดา กิ๊นทั้งสองชนิดนี้โดยทั่วไปจะมีน้ำหนักประมาณ ๕๐ และ ๕๕ ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุตตามลำดับ

๑๔ กิ๊นที่จะแอกติเวทไค้จะมีส่วนประกอบของโซเดียมออกไซด์

(Na_2O) หรือโซเดียมและโปตัสเซียมออกไซด์ ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ต่ำ และควรเป็นกิ๊นชนิด sub bentonite คือเมื่อรวมตัวกันแล้วของตัวไค้น้อยกว่าชนิดที่เป็นเบนโทไนท์แท้ (ซึ่งพองตัวไค้มากกว่า) สำหรับกิ๊นเมืองไทยนั้นมี Na_2O และ K_2O ต่ำก็จริงแต่มี CaO สูงก็ยิ่งถือว่าเป็น sub bentonite และแอกติเวทไค้

๑.๓.๕.๓ ผงถ่านฟอกสีกลางกรก (activated carbon) เป็นถ่านคาร์บอนจากพืชและสัตว์ แต่ถ่านคาร์บอนจากพืชนิยมใช้มากกว่า ไค้มาโดยการกลั่นแห้ง (dry distillation) ถึงกานของถ่านไม่ชนิดพิเศษ ถ่านที่ไค้จะนำมาบดให้เป็นผงและล้างด้วยสารเคมี ซึ่งส่วนใหญ่ล้างด้วยกรกกำมะถัน ผงถ่านแอกติเวทไค้คนี้ให้ผลในการฟอกสีดี เนื่องมาจากมีพื้นที่ผิวมาก จากการทดลองวัดขนาดของพื้นที่ผิวทั้งหมด รวมถึงรูพรุนภายในเมื่คผงถ่านด้วยการวัดผลการดูดซับของสารละลายเมทิลีน บลู (methylene blue) ๑๕ ปรากฏว่ามีพื้นที่

๑๔ เอกสารอ้างอิงที่ ๒ หน้า ๔ - ๕
 ๑๕ เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๒๕

ประมาณ ๒๐๐ ถึง ๒๕๐ ตารางเมตรต่อผงดานหนักหนึ่งกรัม ในห้องทดลอง
 บางครั้งเคยหาค่าได้ถึง ๑,๒๕๐ ตารางเมตรต่อผงดานหนัก ๑ กรัม
 ผงดานแอกติเวทเต็ทที่ขายมีคุณภาพหลายระดับ บางชนิดใช้คู่กับแก๊ส
 ไฮโดรเจน กลิ่น และสารมีสี

ลำพังผงดานตัวเดียวไม่นิยมใช้กำจัดสีไขมัน โดยทั่วไปมักจะใช้ผสม
 กับคีนคูคซึบ เพราะผงดานสามารถกำจัดสีแดงในไขมันได้ดี สัดส่วนที่ใช้คือผงดาน
 ประมาณ ๕ ถึง ๑๐ ส่วน กับคีนคูคซึบ ๘๐ ถึง ๘๕ ส่วน แต่เนื่องจาก
 ผงดานแอกติเวทเต็ทมีราคาสูงกว่าคีนคูคซึบราว ๗ ถึง ๘ เท่าตัว และอุ้ม
 ไขมันไว้มาก (oil retention) ทำให้เกิดความสูญเสียมาก ดังนั้น
 ในทางปฏิบัติจึงพยายามใช้ผงดานแอกติเวทเต็ทให้น้อยที่สุด

๑.๓.๖ ทฤษฎีการฟอกสีด้วยการคูดซึบ ^{๒๐}

การฟอกสีน้ำมันด้วยการคูดซึบนั้น เป็นการกำจัดเอาสารมีสีซึ่งอาจจะละลายอยู่ในน้ำมัน
 หรือในรูปของคอลลอยด์ก็ได้ กลไกของการคูดซึบยังคงเป็นที่ตกลงกันไม่ได้ว่าเป็นปรากฏการณ์
 ทางฟิสิกส์หรือเคมี ทั้งนี้การพิจารณาในเรื่องคูดซึบจึงถือว่าเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้น
 กับพื้นผิวหน้าของสารคูดซึบกับสารถูกคูดซึบ

ความสามารถในการคูดซึบของสารคูดซึบนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย (ในที่นี้
 หมายถึงไขมัน) ที่มีตัวถูกละลาย (ในที่นี้หมายถึงสารมีสี) ผสมอยู่ ถ้าความเข้มข้นของสารละลาย
 ลดลง จะทำให้ความสามารถในการคูดซึบน้อยลงด้วย ดังสมการของ Freundlich

$$\frac{x}{m} = K c^n \dots\dots\dots (1)$$

๒๐ เอกสารอ้างอิงที่ ๕ หน้า ๒๕๗ - ๒๕๘

เมื่อ x = ปริมาณของสารมีสีที่ถูกดูดซับ
 m = ปริมาณของสารดูดซับที่ใช้
 c = ปริมาณของสารมีสีที่เหลืออยู่ในสารละลาย
 K, n = ค่าคงที่

สมการนี้จะใช้ ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เท่านั้น

สมการที่ (๑) อาจจะถูกแปลงรูปโดยเขียนเป็นสมการลอการิทึมดังนี้

$$\log \left(\frac{x}{m} \right) = \log K + n \log c \dots\dots\dots (2)$$

ถ้านำค่า $\frac{x}{m}$ กับ c ไปสร้างรูปบนตาราง log-log จะได้เส้นแสดงการดูดซับ ณ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (isotherm) ซึ่งจะเป็เส้นตรง โดยมีความชันเท่ากับค่า n และ $\frac{x}{m}$ มีค่าเท่ากับ K เมื่อ c เท่ากับ ๑

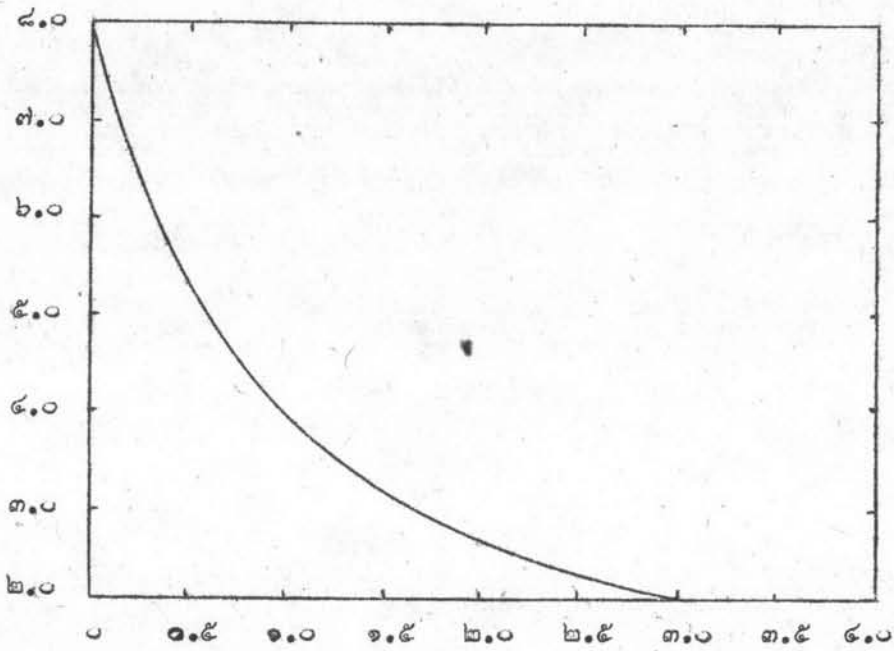
สมการ Freundlich จะใช้ได้กับวิธีการวัดสีใด ๆ ก็ได้ ที่หน่วยของสีที่วัดเป็นแบบบวกเพิ่ม (additive) ได้ และเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นจริงของสารมีสีในน้ำมัน ในกรณีของไขมันจะใช้วัดสีแดงของโลวบอนหรือการวัดความเข้มสีโดยใช้ความถี่แสงคงที่ (constant wave length) ก็ได้

ผลการทดลองการฟอกสีน้ำมันด้วยปริมาณฟอกสีต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในภาพที่ ๑.๒ ซึ่งฟอกสีน้ำมัน เมล็ดฝ้าย ก่อนฟอกมีปริมาณสีโลวบอน ๘.๐ หน่วย และดินฟอกสีชนิดกลางด้วยกรด (acid-activated clay) การฟอกกระทำ ณ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ และจากผลการทดลองอันเดียวกันนี้หาค่า K และ n ของสมการ (๒) ได้เป็น ๑.๑๔ และ ๐.๕๔ ดังแสดงในภาพที่ ๑.๓

ภาพที่ ๑.๒

แสดงการทดลองการฟอกสีน้ำมัน
(เปรียบเทียบปริมาณดินฟอกกับสีน้ำมันภายหลังการฟอก)

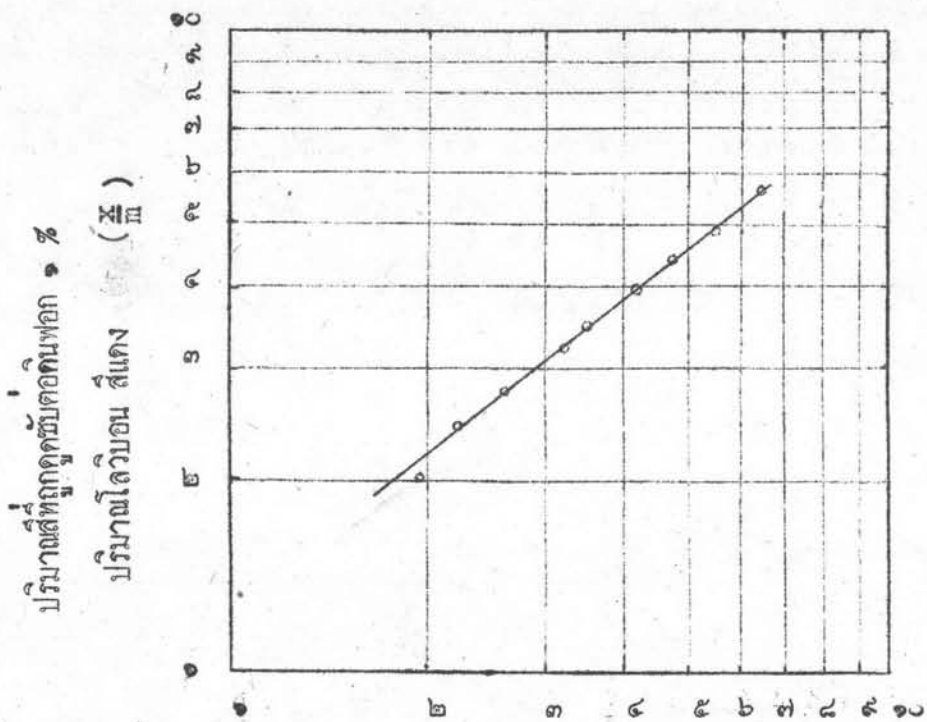
ปริมาณสีภายหลังฟอกของน้ำมัน,
วัดโดยวิธีไลควิบอน สีแดง - หน่วย



ปริมาณดินฟอกสีที่ใส่ %

ภาพที่ ๑.๓

แสดงการพอกสี ณ ที่อุณหภูมิหนึ่งในการพอกสีน้ำมัน
(ผลการทดลองเดียวกับภาพที่ ๑.๒)



ปริมาณสีที่เหลือ, ปริมาณโลวบอน สีแดง (C)

- ค่า K เป็นตัวแสดงความสามารถในการดูดสีของสารดูดซับ
- ค่า n เป็นตัวแสดงถึงความรวดเร็วในการดูดซับ

๑.๓.๓ การเลือกคุณสมบัติสารกุกซ์ ๒๑

ถ้าสมมติว่ามีสารกุกซ์สองตัวที่มีค่า K ต่างกัน แต่ค่า n เท่ากัน ปริมาณสารกุกซ์ที่
ใช้ฟอกไขมันให้ได้อสีเท่ากันนั้นจะมีค่าตรงข้ามกับค่า K ตัวอย่างเช่น มีดินฟอกสี ก. และ ข. ดัง
สมการต่อไปนี้

สมการฟอกสีของสารกุกซ์ ก. เป็น

$$\frac{x}{m} = 0.5 C^{0.5} \dots \dots \dots (3)$$

สมการฟอกสีของสารกุกซ์ ข. เป็น

$$\frac{x}{m} = 1.0 C^{0.5} \dots \dots \dots (4)$$

สมการ (๓) และ (๔) แสดงให้เห็นว่าค่า K ของ ก. = ๐.๕ ส่วนค่า K ของ ข. = ๑.๐
ดังนั้นปริมาณดินกุกซ์ที่จะใช้ฟอกสีไขมันตัวเดียวกันให้ได้สีภายหลังฟอกเท่ากันแล้ว จะต้องใช้ปริมาณ
ดินชนิด ก. เป็น ๒ เท่าของชนิด ข.

ส่วนค่า n จะเป็นตัวแสดงให้เห็นว่าช่วงโคของการฟอกสี สารกุกซ์จะให้ผลดีกว่า เช่น
ถ้าค่า n สูง แสดงว่าสารกุกซ์จะให้การกุกซ์ดีในช่วงแรก ๆ ที่เริ่มฟอก แต่จะไม่ให้ผลดีเมื่อ
ฟอกสีนานไป คล้ายกับแสดงว่าอิมตัวได้เร็ว ในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า n ต่ำ ผลการฟอกสีในเวลา
เริ่มต้นจะให้ผลไม่รวดเร็วนัก แต่เมื่อนานไปการกุกซ์จะดีกว่า

ภาพแสดงผลตามทฤษฎีดังกล่าวแสดงไว้ในภาพที่ ๑.๔ โดยมีดินกุกซ์สามตัว คือ ก. ข.
และเพิ่ม ค. อีก ๑ ตัว ซึ่งแต่ละตัวมีค่า K และ n ดังนี้

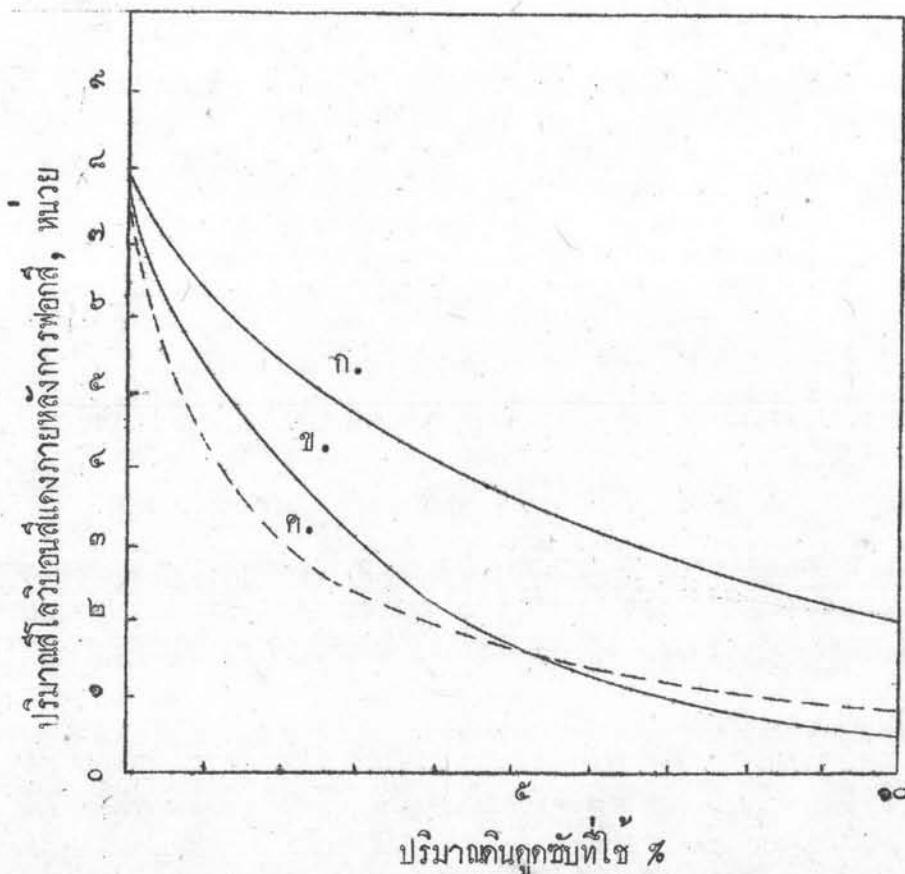
ก.	$K = 0.5$	$n = 0.5$
ข.	$K = 1.0$	$n = 0.5$
ค.	$K = 0.6$	$n = 0.2$

ถ้าเปรียบเทียบดินอุกซัทพ์ทั้งสามตัวนี้ ดินชนิดที่มีค่า K สูงสุดควรนำมาใช้ เพราะให้การพอกสีไขมันโคขาวที่สุด ถ้าดูจากภาพจะเห็นว่าภาพแสดงการพอกสีของดินชนิด ข. อยู่ต่ำสุด อันที่จริงค่า n สูง ก็ยัง เป็นที่ต้องการเหมือนกัน ทั้งนี้ยอมแล้วช่วงของสีที่ต้องการจะพอก ดังนั้น การที่จะเปรียบเทียบว่าดินพอกสีตัวใดดีกว่ากันนั้นจะบอกไม่ได้ถูกต้องเสมอไปถ้าไม่ได้กำหนดระดับของสีภายหลังพอกไว้ จากภาพที่ ๑.๔ จะเห็นว่าดินชนิด ค. ดีกว่าชนิด ข. ในช่วงสีไม่เกิน ๒.๑ หน่วยสีแดง แต่ถ้าในช่วงสีที่ต่ำกว่า ๒.๑ หน่วยลงไป ดินชนิด ข. จะดีกว่าชนิด ค.

ภาพที่ ๑.๔

แสดงผลการพอกสีของดินพอกสีที่มีค่า K และ n ต่างกัน

ชนิด ก.	ค่า K = ๐.๕	n = ๐.๕
ข.	ค่า K = ๑.๐	n = ๐.๕
ค.	ค่า K = ๐.๖	n = ๑.๒



๒๒ ค่า K และ n ในการฟอกสีไขมันนั้นแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของดินดูดซับ ชนิดของไขมัน และวิธีการฟอกสี ดังตารางที่ ๑.๔

ตารางที่ ๑.๔

แสดงค่า K และ n ในสมการ Freundlich ที่ได้จากการทดลองต่าง ๆ กัน

Bleaching of Fatty Oils by Means of Adsorbents; Value for K and n in the Freundlich Equation as Reported by Different Observers

Ob-server	Oil	Bleaching agent	Bleaching conditions	Method of color measurement	K	n
Hassler	Cottonseed	Natural earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	0.6	0.45
	Cottonseed	Carbon	Lab. atmos.	Lovibond red units	0.20	2.2
Hag-berg	Coconut	Natural earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	0.5	1.3
	Coconut	Carbon	Lab. atmos.	Lovibond red units	7.2	1.8
Bailey	Cottonseed	Natural earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	0.6	0.4
	Cottonseed	Activated earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	1.14	0.84
	Cottonseed	Activated earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	0.90	0.34
	Cottonseed	Activated earth	Plant atmos.	Lovibond red units	1.6	0.73
King	Cottonseed	Natural earth	Lab. atmos.	Lovibond red units	2.0	0.42
	Cottonseed	Natural earth	Lab. vacuum	Lovibond red units	3.3	0.39
Whar-ton	Cottonseed	Activated earth	Lab. vacuum	Lovibond red units	4.0	0.39
	Soybean	Natural earth	Lab. vacuum	Lovibond red units	2.3	0.36
Hiners et al.	Soybean	Activated earth	Lab. vacuum	Spectral, 660 m μ	0.25	0.33
	Soybean	Activated earth	Lab. vacuum	Spectral, 660 m μ	0.58	0.33
	Soybean	Activated earth	Lab. vacuum	Spectral, 660 m μ	1.10	0.33
Sierra	Tallow	Activated earth	Lab. atmos.	Spectral, 470 m μ	0.66	0.77
Talc	Tallow	Activated earth	Lab. atmos.	Spectral, 520 m μ	0.85	0.80
Stout et al.	Cottonseed	Natural earth	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	0.29	2.21
	Cottonseed	Activated earth	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	0.45	2.16
	Cottonseed	Mg silicate	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	0.10	4.00
	Soybean	Natural earth	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	1.00	1.21
	Soybean	Activated earth	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	3.12	1.48
	Soybean	Mg silicate	Lab. atmos.	Spectral, 475 m μ	1.26	1.70

ค่า K คือตัวที่จะแสดงความสามารถในการดูดซับ จะขึ้นกับพื้นที่ผิวที่ให้การดูดซับได้ ถึงแม้ภายในสารจะยังมีรูพรุน (capillaries) อยู่ก็ตาม แต่ถาสารที่ถูกดูดซับมีอนุภาคใหญ่กว่ารูพรุน ก็จะถูกอุดมาปิดตรงบริเวณรูพรุนไว้ ทำให้พื้นที่ผิวในรูพรุนไม่สามารถให้การฟอกสีได้ ดังนั้น คุณสมบัติในการดูดซับที่แท้จริงไม่ได้ขึ้นกับรูพรุนภายในสาร แต่จะขึ้นกับพื้นที่ผิวของสารดูดซับ กล่าวคือ ขึ้นกับขนาดของเม็ดสารดูดซับ (particle size) ถ้าเม็ดของสารดูดซับซึ่งมีขนาดเล็กละเอียดเท่าใด ความสามารถในการดูดซับก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น เพราะพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

การหาประสิทธิภาพในการฟอกสีด้วยการดูดซับจากสีไขมันภายหลังฟอกกันนับว่าเป็นวิธีที่ง่าย โดยไม่ต้องไปหาค่าคงที่ K และ n แต่ผลที่ได้จะบอกได้แต่เพียงผลรวมสุดท้ายเท่านั้น ไม่สามารถบอกได้ว่าช่วงใดของการฟอกสีที่สารดูดซับตัวใดให้ผลดีกว่าคงได้กล่าวมาแล้ว

๒๓ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารดูดซับสองชนิดโดยดูจากความเข้มข้น กระทำ ได้สองวิธีคือ

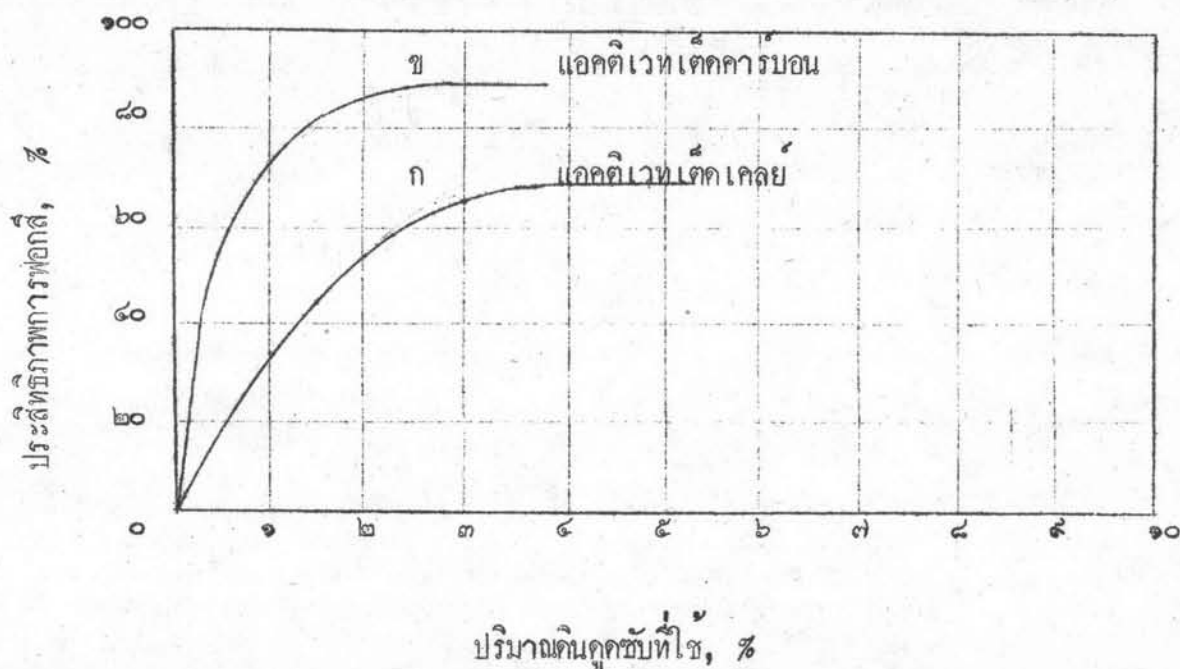
๑.๓.๗.๑ ใช้ไขมันชนิดเดียวกัน รุนเดียวกัน มาฟอกด้วยสารดูดซับทั้งสองชนิดด้วย ปริมาณที่เท่ากัน (Equal Weight) โดยมีสภาพการฟอกอื่น ๆ เหมือนกัน ทุกประการ แล้ววัดสีภายหลังฟอกทั้งสองชุด ก็จะทราบได้ทันทีว่าสารดูดซับ ตัวที่ฟอกไขมันได้ขาวกว่ามีประสิทธิภาพดีกว่า แต่มีข้อระวังว่า ปริมาณดินที่ใส่ จะต้องไม่มากเกินไปจนฟอกสีไขมันจนถึงจุดอิ่มตัวของการฟอกสี คือฟอกสี ไขมันให้จางลงไปอีกไม่ได้แล้ว ซึ่งจะไม่สามารถวัดความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซับของสารดูดซับแต่ละตัวได้

๑.๓.๗.๒ เปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยการกำหนดความเข้มข้นให้คงที่เป็นมาตรฐาน (Equal Performance) แล้วพิจารณาปริมาณดินดูดซับที่ใช้วามากน้อย กว่ากันอย่างไร ดังตัวอย่างของการฟอกไขสัตว์สำหรับผลิตสบู่ จะกำหนด ปริมาณสีไขสัตว์ภายหลังฟอกไว้ไม่สูงกว่า ๑.๐ หน่วยสีแดง และ ๑.๐ หน่วย สีเหลือง ในมาตรฐานการวัดสีด้วยเครื่องวัดโลวิบอน ด้วยเซลล์วัดสีขนาด

๕ $\frac{๑}{๕}$ นิ้ว ผลของการใช้ดินकुच्छิ์ดำตัวใดใช้ดินकुच्छิ์น้อยกว่าแล้วพอก
 ไซส์ตัวใหม่มีความขาวตามที่กำหนดแล้วก็ถือว่ามีประสิทธิภาพในการकुच्छิ์
 ดีกว่า ดังแสดงในภาพที่ ๑.๕ ^{๒๔}

ภาพที่ ๑.๕

แสดงประสิทธิภาพของดินकुच्छิ์



๑.๓.๘ การใช้สารกุกซ์ผสมระหว่างดินฟอกสีกับผงถ่าน

ดินฟอกสีชนิดแอกติเวทเต็คเอิร์ทปกติสามารถกุกซ์สารมีสีได้ก็ แต่ก็อาจจะมีการมีสี บางตัวที่ไม่ถูกกำจัดด้วยดินชนิดนี้ได้ ส่วนผงถ่านชนิดแอกติเวทเต็คคาร์บอนสามารถกุกซ์ได้ก็ จึงมีผู้นิยมใช้ผงถ่านมากขึ้น ๒๕ แต่เนื่องจากผงถ่านมีราคาแพงกว่าดินฟอกสีประมาณ ๘ เท่า และอูมน้ำมันไว้มากกว่า จึงไม่มีผู้นิยมใช้ผงถ่านโคค ๆ แต่จะใช้ผสมกันกับดินฟอกสี โดยใช้ผง ถ่านชนิดแอกติเวทเต็คประมาณ ๑ ส่วนต่อ ๑๐ ถึง ๒๐ ส่วนของดินฟอกสี

๒๖ การทดลองวัดประสิทธิภาพการฟอกสีของสารผสมระหว่างแอกติเวทเต็คเอิร์ทและ แอกติเวทเต็คคาร์บอน ของไขมันตัวหนึ่ง เพื่อหาส่วนผสมที่ให้ผลดีและประหยัดที่สุด กระทำโดย

๑.๓.๘.๑ กำหนดให้ปริมาณดินฟอกสีแอกติเวทเต็คคงที่แล้ว เปลี่ยนปริมาณผงถ่านชนิด แอกติเวทเต็ค เช่นใช้ดินกุกซ์ชนิดแอกติเวทเต็คร้อยละ ๐.๕ ของน้ำหนัก ไขมันที่ทดลอง ผสมกับผงถ่านชนิดแอกติเวทเต็คร้อยละ ๐.๐๕, ๐.๑, ๐.๑๕ เป็นต้น

๑.๓.๘.๒ กำหนดให้ปริมาณผงถ่านแอกติเวทเต็คคงที่แล้ว เปลี่ยนปริมาณดินฟอกแอก- ตีเวทเต็ค เช่นใช้ผงถ่านกุกซ์ร้อยละ ๐.๑ ของน้ำหนักไขมันผสมกับดิน กุกซ์ร้อยละ ๐.๕, ๐.๗๕ และ ๑ เป็นต้น

การทดลองหาประสิทธิภาพของดินผสมนี้จะต้องครอบคลุมช่วงของ การกำจัดสี (range of decoloration) ที่ต้องการทุกครั้ง

ใ้มีผู้พยายามจะสร้างกฎสำหรับการเลือกดินกุกซ์สำหรับไขมัน ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญกับอุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกสี แต่กฎนั้นเป็นเพียง หลักการหยาบ ๆ เท่านั้น ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะใช้เวลาได้เปรียบทางประส- การณ์จริง ๆ ซึ่งบ่อยครั้งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เครื่องมือและสภาพการณ์ในการ

๒๕ เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๒๕

เอกสารอ้างอิงที่ ๑๐ หน้า ๔๗๓

๒๖ เอกสารอ้างอิงที่ ๖ หน้า ๑๓๒ - ๑๓๓

ปฏิบัติงาน (operating condition) และมักจะใช้สารกุกซ์ชนิดเดียวกันกับไขมันต่างชนิด ส่วนปริมาณที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดของไขมัน สีซีบ และปริมาณที่ต้องการกำจัด

สารกุกซ์ชนิดผสมกันระหว่างคินคุกซ์กับผงถ่านแอกติเวท เค็ดนั้น มีการผลิตออกจำหน่ายขาย แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมและผู้ใช้มักจะแยกชนิดซื้อแล้วมาผสมใช้กันเอง เพราะจะได้สัดส่วนที่ให้ผลฟอกสีที่ดีที่สุดได้ง่ายกว่า

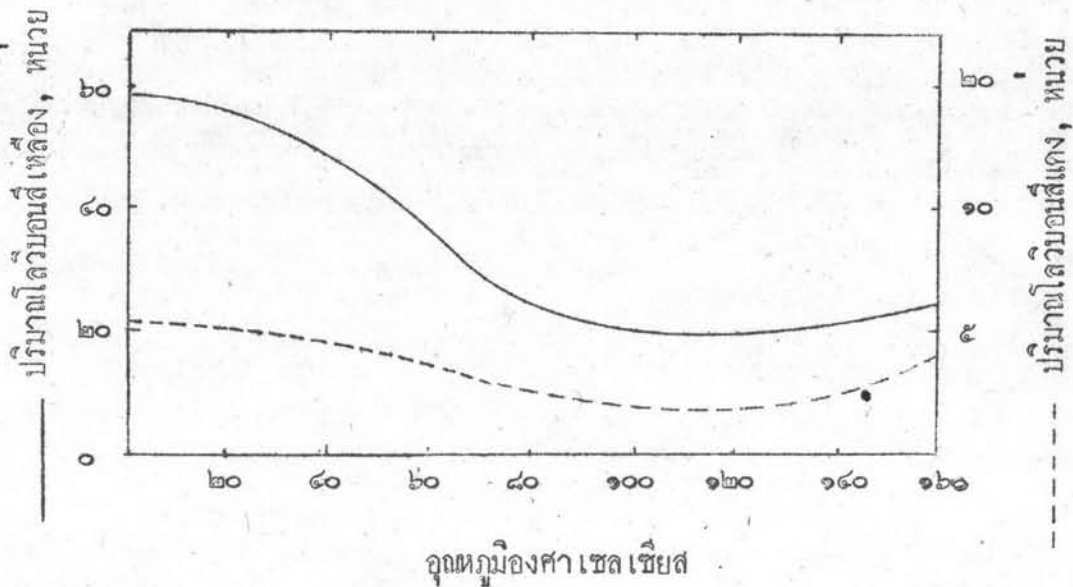
๑.๓.๘ อธิทธิพลของอุณหภูมิ เวลา และความดันที่มีต่อการฟอกสี^{๒๗}

การฟอกสีจะมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของคินคุกซ์เท่านั้น แต่ยังขึ้นกับอุณหภูมิ เวลา และความดันที่ใช้ในการฟอกด้วยเหมือนกัน เพราะน้ำมันหรือไขมันแต่ละชนิดมีอุณหภูมิและเวลาเฉพาะที่เหมาะสมของมันเองที่จะให้ผลการฟอกสีที่ดีที่สุด

๑.๓.๘.๑ อุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกสี ไขมันแต่ละชนิดจะถูกกำจัดสีได้ก็ต่ออุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป สีไขมันจะไม่ขาวเท่าที่ควร เช่น ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปจะยังคงทำให้ไขมันมีความหนืดอยู่มาก ดังนั้นการคุกซ์ของสารมีสีไปยังผิวหน้าของคินคุกซ์ก็จะเป็นไปไคซาและยาก แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปไขมันจะถูกความร้อนมากเกินไปจนทำให้โครงสร้างไขมันถูกทำลายจนมีสีเข้มขึ้น ภาพที่ ๑.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกสีกับสีของไขมันภายหลังการฟอกของน้ำมันถั่วลิสง โดยใช้ปริมาณคินคุกซ์ร้อยละสองของปริมาณน้ำมัน และมีสภาพการทดลองอื่น ๆ เหมือนกันหมด การวัดสีน้ำมันได้ใช้วิธีของโลวบอนด์มีเซลล์ขนาด $5 \frac{1}{2}$ นิ้ว วัดสีแรงและเหลืองซึ่งแสดงโดยเส้นปรุ และเส้นทึบตามลำดับ ความดันในการทดลองเป็นที่ความดันบรรยากาศ (at atmospheric pressure) และมีใบพัดกวนน้ำมันอย่างรุนแรง

ภาพที่ ๑.๖

แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อค่า รฟอกดี

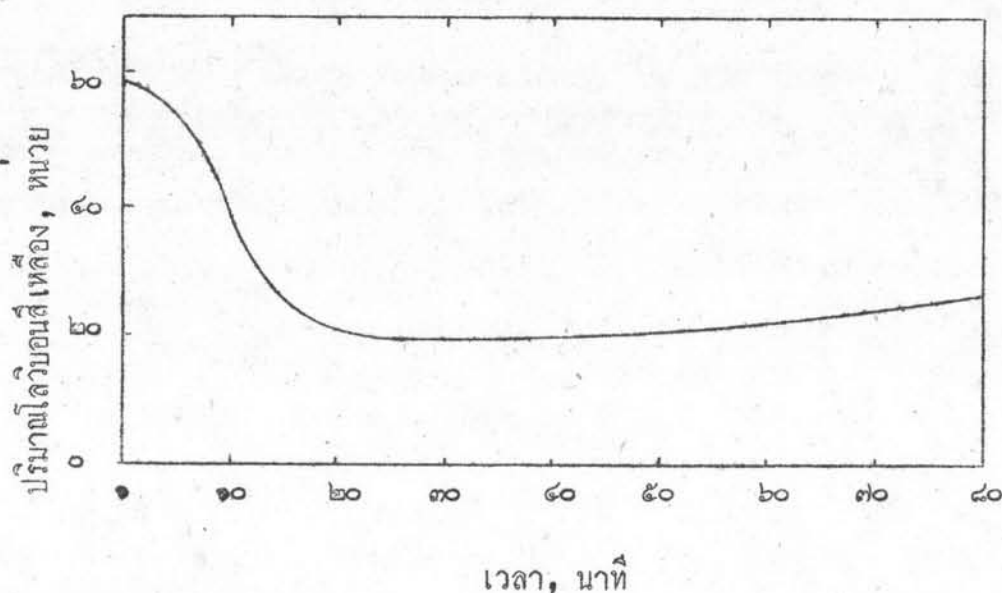


จากรูปจะเห็นได้ว่าน้ำมันถั่วลิสงจะถูกฟอกดีด้วยดินคูกซ์ (bleaching earth) ได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ ๑๐๐ องศาเซลเซียส จากนั้นสีจะเข้มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น

๑.๓.๕.๒ เวลาที่ใช้ในการฟอกดี (contact time) เป็นช่วงเวลาที่เราใส่ดินคูกซ์ลงไปแล้วใช้ใบพัดกวนจนกระทั่งหยุด และลดอุณหภูมิลงก่อนนำไปกรอง เวลาที่ใช้ไปดังกล่าวไม่เท่ากันจะให้ผลการฟอกดีต่างกันด้วย ดังในภาพที่ ๑.๗ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาที่ใช้ในการฟอกดีกับสีของไขมันภายหลังการฟอกของน้ำมันถั่วลิสง กระทำที่อุณหภูมิ ๕๕ องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณดินคูกซ์ร้อยละสอง ความดัน ๖ มิลลิเมตรของปรอท โดยมีการกวนอย่างรุนแรง วัสดุน้ำมันโดยวิธีของไดโวบอนด์ขนาดเซลล์ ๕ $\frac{1}{10}$ นิ้ว

ภาพที่ ๑.๓

แสดงอิทธิพลของ เวลาที่มีต่อการฟอกสี



จากรูปซึ่งแสดงผลของการฟอกสี ซึ่งวัดเฉพาะสี เหลืองมีผลการฟอกสีที่ดีที่สุด เมื่อเวลาในการฟอกเป็น ๓๐ นาที และการฟอกสีจะลดลง เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

๑.๓.๕.๓ ความดันที่ใช้ในการฟอกสี เนื่องจากการฟอกสีด้วยการดูดซับเป็นผลมาจากการดูดซับที่มีสีในไขมันมาเกาะไว้ที่ผิวหน้าของดินดูดซับ ซึ่งมีพื้นที่ผิวมากมาย พื้นที่ผิวนั้นจะประกอบไปด้วยรูพรุนจำนวนมากนับไม่ถ้วน ซึ่งถ้ารูพรุนนี้อยู่ในบรรยากาศธรรมดาจะถูกอากาศหุ้มไว้ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการไล่อากาศออกเพื่อให้ผลการฟอกสีเกิดได้ดีที่สุด ซึ่งถ้าเป็นในงานอุตสาหกรรมจริงแล้ว การไล่อากาศออกจะกระทำโดยการลดความดันภายในถึงฟอกลงจนถึง ๕๐-๗๐ มิลลิเมตรของปรอท เพื่อให้อากาศออกจนหมด