บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับขิง

ขิง (Ginger) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* ชื่อสามัญ Ginger จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (เต็ม สมิตินันทน์, 2549) เช่นเดียวกับ ข่า กระชาย กระชายดำ กระชายแดง ขมิ้นว่าน และไพล เป็นต้น ขิงสดเป็นพืชล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง ขิงขยายพันธุ์โดยใช้เหง้า ปลูกในดินร่วนซุยผสมปุ๋ยหมัก หรือดินเหนียวปนทราย ขิงชอบขึ้นในที่ชื้นและมีการระบายน้ำดี ขิงมีสรรพคุณเป็นยา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และลดการอักเสบ เหง้าขิงมีรสหวานเผ็ดร้อน ขับลม แก้ท้องอืด จุกเสียด แน่นเฟ้อ คลื่นไส้อาเจียน แก้หอบไอ ขับเสมหะ แก้บิด ขิงแก่จะยิ่งเผ็ดร้อน และมีใยอาหารมากขึ้น

กระบวนการดูดซับ

การดูดซับ (adsorption) เป็นปรากฏการณ์การสะสมสารประกอบอย่างน้อยหนึ่งชนิดบนบริเวณผิวร่วม (interface) ระหว่างวัฏภาค (phase) (เดชา ฉัตรศิริเวช, 2552) เช่น ของเหลวกับของเหลว แก๊สกับของเหลว แก๊สกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง โดยเรียกสารที่ทำหน้าที่ดูดซับว่า สารดูดซับ (adsorbent) และเรียกสารที่ถูกดูดซับว่า สารถูกดูดซับ (adsorbate) การศึกษาการดูดซับที่นิยมมากมี 2 วิธี คือ วิธีการแบบแบทช์ (batch) และวิธีการแบบคอลัมน์ (column) วิธีการแบบแบทช์ มีหลักการคือ เขย่าให้เฟสของแข็งกระจายตัวอยู่ในสารละลายตลอดเวลา เพื่อให้ตัวถูกละลายที่ละลายในตัวทำละลายกระจายไปสู่เฟสของแข็ง วิธีการแบบแบทช์ เป็นวิธีที่ทำได้สะดวก ไม่มีข้อจำกัดของเวลา เนื่องจากสามารถเขย่าให้เฟสของแข็งกระจายตัวอยู่ในสารละลายได้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามวิธีการแบบแบทช์ก็มีข้อเสีย คือ ทำให้ไม่สะดวกต่อการชะสารที่ถูกดูดซับบนเฟสของแข็ง เพราะต้องมีการกรอง หรือปั่นเหวี่ยง (centrifuge) เพื่อแยกสารละลายที่ชะได้ออกจากเฟสของแข็ง สำหรับวิธีการแบบคอลัมน์ มีหลักการคือ ให้สารละลายไหลผ่านคอลัมน์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ตัวถูกละลายที่ละลายในตัวทำละลายกระจายไปสู่เฟสของแข็งที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ ทำให้สารละลายสัมผัสกับเฟสของแข็งได้ วิธีการแบบคอลัมน์ มีข้อดีคือ ง่ายต่อการชะสารที่ถูกดูดซับออกจาก เฟสของแข็ง

กลไกของกระบวนการดูดซับ

การดูดซับสามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างเฟสของเหลวกับของเหลว เฟสแก๊สกับของเหลว เฟสแก๊สกับของแข็ง และเฟสของเหลวกับของแข็ง ในการดูดซับของตัวถูกดูดซับที่บริเวณผิวของตัวดูดซับ

โมเลกุลของตัวถูกดูดซับส่วนใหญ่จะเกาะจับอยู่กับผิวภายในโพรงของตัวดูดซับ โดยลักษณะการเกาะติดหรือการดูดซับของตัวถูกดูดซับที่ผิวของตัวดูดซับ เป็นปัจจัยสำคัญในการบอกชนิดของกระบวนการดูดซับ ซึ่งสามารถพิจารณาจากแรงขับดัน (driving force) สองแบบ ที่ยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับ คือ การดูดซับทางกายภาพ และการดูดซับทางเคมี ดังนี้ การดูดซับทางกายภาพ (physical adsorption) เป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลอย่างอ่อน คือ แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals forces) แรงแวนเดอร์วาลส์เกิดจากการรวมแรงสองชนิด คือ แรงกระจาย (london dispersion force) และแรงไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic force) การดูดซับทางกายภาพจึงเป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงที่อ่อน ทำให้การดูดซับประเภทนี้มีพลังงานการคายความร้อนค่อนข้างน้อย คือ ต่ำกว่า 20 กิโลจูลต่อโมล และสามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ง่าย การดูดซับทางกายภาพ สามารถเกิดการดูดซับได้หลายชั้น โดยสารที่ถูกดูดซับสามารถเกาะอยู่รอบๆ ผิวของสารดูดซับได้หลายชั้น (multilayer) หรือในแต่ละชั้นของสารถูกดูดซับจะเกาะติดอยู่กับชั้นของโมเลกุลของสารถูกดูดซับในชั้นก่อนหน้า โดยจำนวนชั้นของการดูดซับจะขึ้นกับความเข้มข้นของสารถูกดูดซับ หรือจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของตัวถูกละลายในสารละลาย ส่วนการดูดซับทางเคมี (chemical adsorption) เป็นการดูดซับที่เกิดจากการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมเดิมแล้วมีการจัดเรียงอะตอมไปเป็นสารประกอบใหม่ นั่นคือ การดูดซับทางเคมีเกิดจากตัวถูกดูดซับกับตัวดูดซับทำปฏิกิริยาเคมีกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าพันธะเคมี ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง และมีพลังงานกระตุ้นเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ค่าความร้อนของการดูดซับมีค่าสูงประมาณ 50-400 กิโลจูลต่อโมล แสดงว่าการกำจัดตัวถูกดูดซับออกจากบริเวณผิวของตัวดูดซับจะทำได้ยาก จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ (irreversible) การดูดซับประเภทนี้เป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (monolayer)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ

ตัวถูกดูดซับสามารถเกาะติดบนผิวของตัวถูกดูดซับได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ 1) คุณสมบัติของตัวดูดซับ ได้แก่ พื้นที่ผิว (surface area) โครงสร้างของรูพรุน (pore structure) ขนาดของสารดูดซับหรือตัวดูดซับ และหมู่ฟังก์ชันทางเคมีที่ผิวหน้าของตัวดูดซับ 2) คุณสมบัติของตัวถูกดูดซับ ได้แก่ การละลาย น้ำหนัก และขนาดโมเลกุล (เดชา ฉัตรศิริเวช, 2552)

สภาวะสมดุลการดูดซับ

สภาวะสมดุลการดูดซับ (equilibrium adsorption) เมื่อเกิดการดูดซับขึ้น ตัวถูกละลายจะเคลื่อนที่ออกจากสารละลายไปเกาะอยู่บนผิวของตัวดูดซับ ทำให้ที่ผิวหน้าของตัวดูดซับมีปริมาณของ

ตัวถูกละลายหรือตัวถูกดูดซับเพิ่มขึ้น โดยการดูดซับจะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ แต่จะยังไม่ได้ค่าความจุสูงสุด (maximum capacity) หรือปริมาณการดูดซับที่จุดสมดุล เพราะมีผลของการถ่ายเทมวลสารเข้ามาเกี่ยวข้องกับการสัมผัสระหว่างสารละลายและของแข็ง ทำให้ตัวถูกละลายหรือตัวถูกดูดซับเกิดการดูดซับและการคายการดูดซับไปพร้อมๆ กัน จนกระทั่งการดูดซับเข้าสู่สมดุล คือ อัตราการดูดซับเท่ากับอัตราการคายการดูดซับ ซึ่งเรียกว่า ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลของการดูดซับ (equilibrium adsorption) ณ อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง ที่สภาวะสมดุลนี้ ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายกับความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่ผิวหน้าของตัวดูดซับจะมีค่าคงที่ สามารถอธิบายสมดุลที่เกิดขึ้นด้วยไอโซเทอร์มของการดูดซับ ซึ่งไอโซเทอร์มการดูดซับ (adsorption isotherm) คือ กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของตัวถูกละลายที่ถูกดูดซับต่อหน่วยน้ำหนักหนึ่งกรัมของตัวดูดซับ ไอโซเทอร์มการดูดซับที่นิยมใช้กันมากมี 2 ไอโซเทอร์ม ได้แก่ ไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ (Langmuir isotherm) และไอโซเทอร์มของฟรอยด์ลิช (Freundlich isotherm)

การคำนวณปริมาณการดูดซับ

การคำนวณหาปริมาณการดูดซับ สามารถคำนวณดังสมการ

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)\,V}{W} \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ q_e = ปริมาณที่ถูกดูดซับที่สภาวะสมดุลต่อตัวดูดซับหนึ่งกรัม (มิลลิกรัมต่อกรัม)
C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)
C_e = ความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)
V = ปริมาณของของกลีเซอรีน (ลิตร)
W = ปริมาณของตัวดูดซับ (กรัม)

สมการการดูดซับ

1. สมการแลงเมียร์

สมการแลงเมียร์ (Langmuir equation) เป็นสมการที่ง่ายที่สุดที่ใช้กันมาก ซึ่งมีสมมติฐานการดูดซับคือ เป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (monolayer adsorption) โดยการดูดซับทางเคมี โมเลกุลที่ถูกดูดซับมีจำนวนที่แน่นอนและมีตำแหน่งของการดูดซับที่แน่นอน ในแต่ละโมเลกุลของสารดูดซับจะดูดซับโมเลกุลของสารถูกดูดซับได้เพียงหนึ่งโมเลกุลเท่านั้น ในแต่ละตำแหน่งค่า

ความร้อนของการดูดซับเท่ากันและคงที่ ไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่อยู่ในตำแหน่งใกล้กัน จากการศึกษาไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ที่สภาวะสมดุล สามารถแสดงความสัมพันธ์ของการดูดซับสามารถคำนวณดังสมการ

$$\frac{1}{q_e} = \left(\frac{1}{q_{max} K_L C_e}\right) + \left(\frac{1}{q_{max}}\right) \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ q_e = ปริมาณที่ถูกดูดซับที่สภาวะสมดุลต่อตัวดูดซับหนึ่งกรัม (มิลลิกรัมต่อกรัม)
q_{max} = ปริมาณการดูดซับสูงสุดบนพื้นผิวตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
C_e = ความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)
K_L = ค่าคงที่ของแลงเมียร์ (มิลลิลิตรต่อมิลลิกรัม)

เมื่อพล็อตกราฟระหว่าง $1/q_e$ กับ C_e จะได้กราฟเส้นตรง มีความชันเท่ากับ $1/ q_{max}K_L$ และมีจุดตัดแกน y ที่ $1/q_{max}$

2. สมการฟรอยด์ลิช

สมการฟรอยด์ลิช (Freundlich isotherm) เป็นสมการที่ใช้สำหรับการดูดซับบนพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอ สามารถแสดงความสัมพันธ์การดูดซับของตัวถูกดูดซับบนพื้นผิวตัวดูดซับที่เป็นของแข็ง สามารถคำนวณดังสมการ

$$\log q_e = \log K_F + \left(\frac{1}{n} \log C_e\right) \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ q_e = ปริมาณที่ถูกดูดซับที่สภาวะสมดุลต่อตัวดูดซับหนึ่งกรัม (มิลลิกรัมต่อกรัม)
C_e = ความเข้มข้นของตัวดูดซับที่สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)
K_F = ค่าคงที่ของฟรอยด์ลิช (มิลลิกรัมต่อกรัม)
1/n = ความจุของการดูดซับ (มิลลิลิตรต่อมิลลิกรัม)

เมื่อพล็อตกราฟระหว่าง log q_e กับ log C_e จะได้กราฟเส้นตรง มีค่าความชันเท่ากับ 1/n และมีจุดตัดแกน y ที่ log K_F ซึ่งสามารถนำมาหาค่า K_F ได้ แต่ถ้าพล็อตกราฟระหว่าง log q_e กับ log C_e แล้วไม่ได้กราฟเส้นตรง แสดงว่าไม่เป็นไปตามสมการของฟรอยด์ลิช

3. สมการทางอุณหพลศาสตร์

การศึกษาทางอุณหพลศาสตร์ เพื่อคำนวณหาค่าตัวแปรเอนทาลปี (enthalpy; ΔH°), เอนโทรปี (entropy; ΔS°) และพลังงานอิสระกิบบส์ (Gibbs free energy; ΔG°) สามารถคำนวณดังสมการ

$$K_C = \frac{C_{ae}}{C_e} \qquad \text{.....(4)}$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_C \qquad \text{.....(5)}$$

$$\log K_C = \left(\frac{\Delta S^{\circ}}{2.303\ R}\right) - \left(\frac{\Delta H^{\circ}}{2.303\ RT}\right) \qquad \text{.....(6)}$$

เมื่อ K_C = ค่าคงที่

C_{ac} = ความเข้มข้นเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร)

T = อุณหภูมิ (เคลวิน) เท่ากับ (°C + 273.15 K)

R = ค่าคงที่ของแก๊ส (8.314 จูลต่อโมล-เคลวิน)

ΔH° = การเปลี่ยนแปลงเอนทาลปี ที่สภาวะมาตรฐาน (กิโลจูลต่อโมล)

ΔS° = การเปลี่ยนแปลงเอนโทลปี ที่สภาวะมาตรฐาน (จูลต่อโมล-เคลวิน)

ΔG° = การเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระของกิบส์ที่สภาวะมาตรฐาน (กิโลจูลต่อโมล)

4. สมการทางจลนพลศาสตร์

การศึกษาทางจลนพลศาสตร์ เพื่อศึกษาอัตราเร็วของการดูดซับกลีเซอรีน ด้วยเหง้าขิงที่ปรับสภาพด้วยเบส โดยใช้สมการอันดับหนึ่งเทียม และสมการอันดับสองเทียม สามารถคำนวณดังสมการ

1) สมการอันดับหนึ่งเทียม

$$\log (q_e - q_t) = \log q_e - \left(\frac{k_1 t}{2.303}\right) \qquad \text{.....(7)}$$

2) สมการอันดับสองเทียม

$$\frac{t}{q_t} = \left(\frac{1}{k_2 q_e^2}\right) + \frac{t}{q_e} \qquad \text{.....(8)}$$

เมื่อ q_e = ปริมาณการดูดซับกลีเซอรีน ที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อกรัม)
q_t = ปริมาณการดูดซับกลีเซอรีน ณ เวลาใด ๆ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
k_1 = ค่าคงที่ของสมการอันดับหนึ่งเทียม (หนึ่งส่วนนาที)
k_2 = ค่าคงที่ของสมการอันดับสองเทียม (กรัมต่อกรัม-นาที)

เครื่องสำอาง

การขัดผิว

การขัดผิวเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยทำให้ผิวขาว การขัดผิว (exfoliating) หมายถึง การขจัดเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพแล้วออกไปจากผิว เป็นวิธีที่ทำให้ผิวขาวด้วยวิธีธรรมชาติ เป็นที่ทราบกันดีว่าผิวชั้นนอก หรือ อิพิเดอร์มิส (epidermis) เกิดขึ้นโดยผ่านกระบวนการสร้างจากเซลล์ชั้นในสุดจนเติบโตเต็มที่อยู่ชั้นนอกสุดของผิวหนัง โดยเซลล์ที่อยู่ชั้นในสุดเรียกว่า เซลล์แรกเริ่ม (basal cells) จะทำหน้าที่สร้างเซลล์ลูกซึ่งเซลล์จะเคลื่อนตัวขึ้นไปจนกลายเป็นผิวชั้นนอก เซลล์เหล่านี้มีหน้าที่เป็นตัวกั้นระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ผิว ทั้งยังช่วยเก็บรักษาความชุ่มชื้นภายใน เมื่อเซลล์ใหม่ที่แข็งแรงกว่าอยู่ประจำที่บนชั้นผิวหนังแล้ว เซลล์ผิวเก่าก็จะหลุดลอกออกโดยธรรมชาติ หากยังตกค้างอยู่บนผิวก็จะทำให้ผิวดูไม่มีชีวิตชีวาและแลดูเป็นสะเก็ด ซึ่งเป็นการผลัดเซลล์ผิวเก่าที่หมองคล้ำ ทำให้เซลล์ผิวใหม่ที่ขึ้นมาแทนที่มีความขาวเนียน และมีสุขภาพที่ดีมากกว่าเดิม ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการขัดผิวได้แก่ วัสดุที่มีลักษณะหยาบหรือเป็นเส้นใย เช่น แปรง หินขัดผิว ฟองน้ำ ผ้าเช็ดตัว ใยบวบ เป็นต้น การขัดผิวอย่างนุ่มนวลจะช่วยให้ผิวแลดูชุ่มชื้นและใสกระจ่าง โดยทั่วไปผิวจะมีการผลัดเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพทุก 2-4 สัปดาห์ เมื่ออายุเกิน 20 ปี การผลัดเซลล์ผิวจะเริ่มช้าลง ทำให้เกิดปัญหาริ้วรอยและผิวหมองคล้ำ การขัดผิวด้วยฟองน้ำ เกลือขัดผิว แปรง หรือวิธีอื่นๆ จึงช่วยให้เซลล์ผิวผลัดตัวเร็วขึ้น ทำให้ผิวดูกระจ่างใส

ความชุ่มชื้นของผิว

การแบ่งชั้นของผิวหนัง แบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นหนังกำพร้า (epidermis) ชั้นหนังแท้ (dermis) และชั้นไขมัน (subdermal fat) ชั้นหนังกำพร้าเป็นชั้นที่เหมาะที่จะใช้เป็นทางนำส่งสารเข้า

ไปออกฤทธิ์ในร่างกายได้ (นันทนา พฤกษ์คุ้มวงศ์, 2533) โดยเซลล์หนังกำพร้าประกอบไปด้วย ชั้นขี้ไคล เซลล์สร้างสีผิว เซลล์สร้างชั้นขี้ไคล ท่อต่อมไขมันในส่วนของชั้นหนังกำพร้า และเซลล์สร้างเนื้อเยื่อ (พรทิพย์ นิมมานนิตย์ และคณะ, 2550) ส่วนของชั้นขี้ไคล (keratin layer) เป็นชั้นผิวหนังที่มีคุณสมบัติในการปกป้องผิวชั้นใน ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ ป้องกันสิ่งแปลกปลอมไม่ให้ผ่านเข้าไปได้ ป้องกันแสงแดด และป้องกันการเสียดสี โดยกลไกธรรมชาติของผิวหนังในการป้องกันการระเหยของน้ำคือ มี rein's barrier และมีไขมันจากผิวหนังทั้งที่เป็น สกินแฟ็ต (skin fat) และซีบัม (sebum) ทำหน้าที่หล่อลื่น และยึดเซลล์ให้ติดกันอยู่และปกคลุมผิวไว้ โดยมีสารให้ความชุ่มชื้นผิวตามธรรมชาติในการรักษาความชุ่มชื้นแก่ผิว แต่ในปัจจุบันกลไกทางธรรมชาติไม่เพียงพอในการป้องกันผิวจากการแห้ง หรือแตกจากสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เพราะสาเหตุที่สำคัญ 3 ประการ ที่ทำให้ผิวเกิดการแห้ง คือ การสูญเสียน้ำจากผิวหนัง การสูญเสียไขมัน หรือน้ำมันที่หล่อเลี้ยงผิวหนัง และต่อมมันใต้ผิวหนังขับน้ำมันน้อยลง (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2551)

สารให้ความชุ่มชื้น

สารให้ความชุ่มชื้น (moisturizer) คือ สารที่ทำให้เกิดความชุ่มน้ำแก่ผิวหนัง ทำให้ผิวอ่อนนุ่มและมีความยืดหยุ่นดี กลไกในการทำให้ผิวชุ่มน้ำของสารให้ความชุ่มชื้น มีดังนี้

1) ออกคลูชัน (occlusion) คือ การกันน้ำระเหยออกจากผิว โดยเกิดเป็นฟิล์มบางที่ต่อเนื่องจึงทำให้ผิวหนังชั้นบนสุด (horny layer) ดึงน้ำจากผิวชั้นล่างขึ้นมาโดยไม่ถูกระเหยออกไป เกิดการชุ่มน้ำ และนุ่ม มีความยืดหยุ่น สารที่ทำหน้าที่นี้ได้แก่ อีมอลเลียนท์ อันได้แก่น้ำมัน และไขมันทั้งหลาย

2) ฮิวเมกแตน (humectancy) คือ การดูดน้ำจากอากาศเข้าสู่ผิวหนังทำให้ผิวหนังชั้นบนสุดชุ่มน้ำ สารพวกนี้ได้แก่ กลีเซอรีน (glycerine) โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) ยูเรีย (urea) โซเดียม พีซีเอ (sodium PCA) เป็นต้น

3) เรสเทอเรชันออฟดิฟิชเชียนแมททีเรียล (restoration of deficient materials) คือ การทดแทนผิวหนังด้วยสารที่ขาดหายไป เช่น การทดแทนสารรักษาความชื้นตามธรรมชาติในผิว ปกติผิวหนังจะมีสารให้ความชุ่มชื้นผิวตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นไลโปโปรตีน (lipoproteins) คือ ไขมันธรรมดาที่อยู่รวมกับกรดอะมิโน หรือโปรตีนพบในเยื่อหุ้มเซลล์ ในเลือด ทำหน้าที่ขนส่งพวกไลปิดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกายโดย และพบว่าสามารถใช้มิวโคโปรตีน คอมเพล็กซ์ (mucoprotein complex) หรือ ไลโปมิวโคโพลีแซคคาไรด์ คอมเพล็กซ์ (lipomucopolysaccharide complex) ทดแทนได้ หรือการใช้สารคอลลาเจนทดแทนแก่ผิวหนังทำให้ผิวหนังอุ้มน้ำได้ดี (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2551. หน้า 22)

สารให้ความชุ่มชื้นที่นิยมนำมาใช้ในเครื่องสำอาง มีดังนี้

1) ยูเรีย (urea) หรือ คาร์บาไมด์ (carbamide) ถูกค้นพบครั้งแรกในปัสสาวะ ต่อมาในปี ค.ศ 1828 โดย Friedrich Wohler นักเคมีชาวเยอรมันทำการสังเคราะห์ยูเรียจากอนินทรีย์วัตถุได้โดยบังเอิญ ซึ่งเป็นการพิสูจน์ว่าสารที่ผลิตโดยสิ่งมีชีวิตสามารถผลิตได้จากสารอนินทรีย์ จึงได้มีการนำยูเรียที่สังเคราะห์มาใช้ในเครื่องสำอาง มีคุณสมบัติเป็นสารที่ดูดซึมสู่ผิวหนังได้เร็ว เพิ่มความชุ่มชื้นได้ดี เป็นตัวพาที่นำสารอาหาร หรือสารอื่นดูดซึมสู่ผิวหนังได้ดีขึ้น แพทย์ผิวหนังนิยมใช้เพิ่ม ความชุ่มชื้นสำหรับผิวแห้งมาก ช่วยลดอาการคัน ช่วยให้ผิวเนียนเรียบ แต่พบว่าสารนี้มีข้อเสีย คือ แตกตัวในแอมโมเนีย ทำให้ตำรับมีฤทธิ์เป็นกลาง หรือเป็นด่างมากขึ้น ควรปรับความเป็นกรด-ด่างของตำรับให้เป็นกรด และอาจทำให้ครีมเหลวลงได้ถ้าทิ้งไว้นาน (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2540)

2) กลีเซอรีน (glycerine) ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ 1779 โดย Karl Wilhelm Scheele นักเคมีชาวสวีเดน จากปฏิกิริยาการเกิดสบู่ (sponification) ระหว่างน้ำมันมะกอก (olive oil) กับออกไซด์ของตะกั่ว (lead oxide) ต่อมาในปี ค.ศ 1813 Michel Eugene Chevreul พบว่ากลีเซอรีนเป็นส่วนประกอบในไขมัน ที่อยู่ในรูปของกลีเซอรีนเอสเทอร์ของกรดไขมัน จึงเรียกว่า กลีเซอรีน ซึ่งมาจากภาษากรีก ที่มีความหมายว่า มีรสหวาน กลีเซอรีนมีคุณสมบัติเป็นสารดูดความชุ่มชื้นได้ดีที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันการระเหยออกของน้ำ และดูดความชื้นจากอากาศเข้าผิวชั้นหนังกำพร้า (stratum corneum) ที่เป็นองค์ประกอบของสารให้ความชุ่มชื้นผิวตามธรรมชาติ (natural moisturizing factor, NMF) ของผิว เสริมสร้างภูมิคุ้มกันของผิว บรรเทาความแห้งตึง หยาบกร้านของผิว นิยมใช้ในทางเครื่องสำอางเนื่องจากมีราคาถูก ปลอดภัยในการใช้กับผิวหนัง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 2008 คณะทีมวิจัยของ Ahmad และ Kumar ทำการศึกษาเกี่ยวกับการดูดซับโดยใช้ขิงที่ผ่านการปรับสภาพเป็นวัสดุดูดซับ เพื่อดูดซับสีสังเคราะห์พาเทนท์ บลู วีเอฟ (patent blue ventricular fibrillation; VF) จากสารละลาย โดยใช้วิธีการดูดซับแบบแบทช์ จากการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง เวลาในการเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นเริ่มต้นของสี ปริมาณตัวดูดซับ และอุณหภูมิ ผลจากการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่เหมาะสมในการดูดซับสีสังเคราะห์พาเทนท์ บลู วีเอฟ คือ pH = 2 ผลจากการศึกษาปริมาณการดูดซับ พบว่าขิงดูดซับสีสังเคราะห์พาเทนท์ บลู วีเอฟได้สูงสุดเท่ากับ 9.56 มิลลิกรัมต่อกรัม ผลจากการศึกษาทางจลนพลศาสตร์ เพื่อหาอันดับของปฏิกิริยา พบว่าสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเทียมมากกว่าปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเทียม (Ahmad & Kumar, 2008) ต่อมาในปี ค.ศ. 2010 ทีมงานวิจัยดังกล่าวได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม โดยใช้ขิงที่ผ่านการปรับสภาพเป็นวัสดุดูดซับเช่นเดิม แต่เปลี่ยนสาร

ถูกดูดซับเป็นสารมาลาไคท์ กรีน โดยวิธีการศึกษาแบบแบทช์ ผลจากการศึกษาพบว่าขิงที่ผ่านการปรับสภาพสามารถดูดซับสารมาลาไคท์ กรีน ได้มากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับสูงขึ้น โดยการดูดซับเกิดขึ้นได้สูงสุดในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9 และอุณหภูมิที่เกิดการดูดซับได้มากสุด คือ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากการศึกษาของแลงเมียร์และฟอร์ยดลิช เพื่อศึกษาพฤติกรรมการ ดูดซับ พบว่าการดูดซับสารมาลาไคท์ กรีน โดยขิงที่ผ่านการปรับสภาพสอดคล้องได้ดีกับทั้งสมการของแลงเมียร์และฟรอยด์ลิช แต่สอดคล้องกับสมการของแลงเมียร์ได้ดีกว่าฟรอยด์ลิช ผลจากการศึกษาค่าความสามารถการดูดซับแบบชั้นเดียวมีค่า 84.03, 163.9 และ 188.6 มิลลิกรัมต่อกรัม ณ อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลจากการศึกษาค่าของตัวแปรทางอุณหพลศาสตร์ ได้แก่ ΔG°, ΔH° และ ΔS° แสดงให้เห็นว่าการดูดซับสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยเป็นการดูดซับแบบดูดความร้อน โดยการดูดซับจัดเป็นการดูดซับแบบสุ่ม นอกจากนี้ผลจากการศึกษาอันดับของปฏิกิริยา พบว่าสอดคล้องได้ดีกับสมการของจลนพลศาสตร์อันดับสองเทียม (Ahmad & Kumar, 2010) และต่อมาในปี ค.ศ. 2011 คณะทีมวิจัยดังกล่าวได้ทำการศึกษาการศึกษาการดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลต (crystal violet) จากสารละลาย โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งจากขิงที่ผ่านการปรับสภาพเป็นวัสดุดูดซับ ผลจากการศึกษาปัจจัยของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการดูดซับพบว่าการดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลตโดยขิงที่ผ่านการปรับสภาพใช้เวลาในการเข้าสู่สมดุลที่เวลา 150 นาที การดูดซับเกิดขึ้นได้ดีเมื่อสารละลายมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9 ค่าความสามารถการดูดซับแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ผลจากการทดลองพบว่าสารละลายที่มีอุณหภูมิ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส สามารถดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลตได้สูงสุดเท่ากับ 64.93 227.27 และ 277.7 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ การศึกษาทางจลนพลศาสตร์พบว่าสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเทียมมากที่สุด ผลจากการศึกษาตัวแปรทางอุณหพลศาสตร์ พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงเอนทาลปีมีค่าเป็นบวก แสดงว่ากระบวนการการดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลตโดยขิงที่ผ่านการปรับสภาพจัดเป็นกระบวนการดูดความร้อน โดยขิงที่ผ่านการปรับสภาพด้วยเบส สามารถดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลตได้สูงสุดเท่ากับ 72.6 มิลลิกรัมต่อกรัม และผลจากการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับตามรูปแบบไอโซเทอร์มต่างๆ พบว่าสอดคล้องกับไอโซเทอร์มของแลงเมียร์มากกว่าไอโซเทอร์มของ ฟรอยด์ลิช นอกจากนี้ผลจากการศึกษาการปลดปล่อยพบว่าสามารถนำขิงที่ดูดซับสีย้อมคริสตัลไวโอเลตแล้วมาใช้งานใหม่ได้ โดยการนำไปชะด้วยกรดอะซิติก (Kumar & Ahmad, 2011) ซึ่งนอกจากคณะทีมวิจัยของ Ahmad และ Kumar ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของขิงในการดูดซับสารต่างๆข้างต้นแล้ว ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเส้นใยข่า โดยในปี พ.ศ. 2554 ชาญชัย สิริเกษมเลิศ ศึกษาการนำเส้นใยจากลำต้นข่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำมาพัฒนาเป็นวัสดุทางสิ่งทอ เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ทางสิ่งทอ คือเส้นใยเส้นด้าย และผ้าผืนจากเส้นใยข่า ผลจากการทดลองพบรูปทรงตามภาคตัดขวางของเส้นใยข่า มีลักษณะเป็นเส้นใยเดี่ยว เมื่อนำเส้นใยข่ามาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า เส้นใยข่ามีค่าความ

แข็งแรงเท่ากับ 0.96 นิวตัน ขนาดของเส้นใยเท่ากับ 39.30 ดีเนียร์ (denier) 4.40 เท็กซ์ (tex) หรือ 135.10 นีออน และค่าความชื้นเท่ากับ 5.45 ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ส่วนผสมระหว่างใยข่ากับใยฝ้ายในอัตราส่วน 20:80 เพื่อให้ส่วนผสมของเส้นใยเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบในรูปของเส้นเงิน (silver) แล้วนำเส้นใยผสมของข่าและฝ้ายเข้าสู่กระบวนการผลิตผ้าทอ โดยเครื่องทอชนิดเรเบียร์ (rapier) พบว่าผ้าผืนที่ได้มีรูปลักษณ์ที่โดดเด่นและแปลกตา แสดงว่าเส้นใยข่าเป็นเศษวัสดุจากข่าที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่ม และสร้างความแปลกใหม่ให้เท่ากับผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่ม และเคหะสิ่งทอได้เป็นอย่างดี (ชาญชัย สิริเกษมเลิศ, 2554) ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 2012 Syahrizul และคณะ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของเส้นใยข่า โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวปรับสภาพของเส้นใยข่า งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติต่างๆของเส้นใยข่า ได้แก่ ความยืดหยุ่น อุณหภูมิ และลักษณะพื้นผิวของเส้นใยข่า ผลจากการทดสอบพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติการต้านทานแรงดึงของเส้นใยข่าให้เพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยข่าด้วยเครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงน้ำหนักด้วยความร้อน (thermal gravimetric analysis; TGA) พบว่าเส้นใยข่าที่ถูกปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะมีคุณสมบัติทนความร้อนได้มากขึ้น ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสามารถยืนยันได้ด้วยภาพถ่ายแสดงลักษณะพื้นผิวของเส้นใยข่า ด้วยเครื่องถ่ายภาพอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) ผลจากภาพถ่ายพบลักษณะพื้นผิวของเส้นใยข่าที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่าเส้นใยข่าที่ไม่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Syahrizul, Rohani, Awang, Aidil, & Ali, 2012) และต่อมาอีกหนึ่งปี คือในปี ค.ศ. 2013 Chairgulprasert และคณะ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับของวัสดุดูดซับผสมระหว่างใบข่าและลำต้นข่า ในการดูดซับอิออนของตะกั่ว (II) และอิออนของสังกะสี (II) ในสารละลาย ด้วยวิธีการดูดซับแบบแบทช์ โดยการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง เวลาในการเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารถูกดูดซับ และปริมาณของตัวดูดซับที่ใช้ในการดูดซับ ผลจากการทดลองพบว่า ข่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับอิออนของตะกั่ว (II) ได้มากกว่าอิออนของสังกะสี (II) โดยข่าดูดซับอิออนของตะกั่ว (II) ได้เท่ากับร้อยละ 95.2 ในขณะที่ดูดซับอิออนของสังกะสี (II) ได้เท่ากับร้อยละ 66.9 จากการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ พบว่าสอดคล้องได้ดีกับไอโซเทอร์มของฟรอยด์ลิช ผลจากการศึกษาทางจลนพลศาสตร์ เพื่อหาอันดับของปฏิกิริยาพบว่าสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสอง (Chairgulprasert et al., 2013) สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับของขมิ้นชัน และดาหลา ซึ่งจัดเป็นพืชวงศ์ขิง เช่นเดียวกันกับขิงและข่า พบว่าในปี ค.ศ. 2011 Halim และคณะ ได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับของขมิ้น โดยศึกษาไอโซเทอร์มและจลนพลศาสตร์ของการดูดซับอลูมิเนียมโดยขมิ้น ในการทดลองนี้ได้ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างของ

สารละลาย การศึกษาเวลาในการดูดซับ และปริมาณการดูดซับ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่างกันจะมีผลต่อการดูดซับอิออนของอลูมิเนียม โดยขมิ้นสามารถดูดซับอิออนของอลูมิเนียมได้สูงสุดในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 5-9 และมีปริมาณการกำจัดอิออนของอลูมิเนียมสูงถึงร้อยละ 90 โดยใช้เวลาในการกำจัด 90 นาที จากการศึกษาพฤติกรรมการดูดซับพบว่าสอดคล้องได้ดีกับสมการการดูดซับของฟรอยด์ลิช โดยมีค่า R^2 = 0.9458 สำหรับผลของการศึกษาทางจลนพลศาสตร์ เพื่อหาอันดับของปฏิกิริยา พบว่าสอดคล้องกับสมการปฏิกิริยาอันดับสองเทียม โดยได้ค่า R^2 = 0.9888 (Halim et al., 2011)

กรอบแนวคิดในการวิจัย