

บทที่ 1

บทนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [1] เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และเป็นก๊าซที่ไม่ติดไฟ อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนๆ หนักกว่าอากาศประมาณ 1.5 เท่า และมีความสามารถละลายน้ำได้ 1.828 กรัม/ลิตร ที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

เป็นที่รู้จักกันมานานแล้วว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตบนโลก และเรียกรวมๆว่าก๊าซเสีย (ไม่เหมาะกับการหายใจ) เมื่อวิทยาการก้าวหน้าขึ้น มนุษย์เรารู้จักนำเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมากมาย โดยพอที่จะจัดแบ่งการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมออกเป็นหมวดหมู่ได้ดังต่อไปนี้ [11]

1. คาร์บอนชั่น (Carbonation) เป็นการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม จะพบมากที่สุด ในอุตสาหกรรมน้ำอัดลม นอกจากนี้ยังมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต เบียร์ ไวน์ และแชมเปญ จุดประสงค์ของการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในเครื่องดื่มนั้น เป็นการเติมเพื่อเพิ่มรสชาติ และใช้เป็นสารป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ในเครื่องดื่ม (Preservative) ด้วย

2. ไครโอเจน (Cryogen) เป็นการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวในอุตสาหกรรมแช่แข็งอาหาร โดยเฉพาะสินค้าประเภทอาหารทะเลเช่น พวกกุ้ง ปู ปลา ฯลฯ ซึ่งจำเป็นต้องให้สดอยู่เสมอ ถ้าแช่ด้วยระบบนี้จะทำให้เซลล์เนื้อเยื่อของสัตว์ที่แช่แข็งไม่แตกออก จึงทำให้สามารถรักษาสภาพความสดอยู่ได้ตลอดอายุการจัดเก็บ สาเหตุที่ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อของสัตว์ที่แช่แข็งไม่แตกเป็นเพราะการแช่แข็งด้วยระบบนี้ ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะเล็กมากเมื่อเทียบกับการแช่แข็งด้วยวิธีการอื่น นอกจากนี้ยังสามารถแช่แข็งได้เร็วกว่าวิธีการอื่นอีกด้วย

3. ป้องกันการเกิดปฏิกิริยา (Inerting) เป็นการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมเชื่อมโลหะ หล่อโลหะ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมหีบห่ออาหาร ฯลฯ จุดประสงค์ของการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในที่นี้เพื่อเป็นตัวกลางในการกั้นไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพสูงสุด

4. ควบคุมกรด-ด่าง (pH Control) ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมกระดาษ และอื่นๆ ที่มีน้ำในระบบหรือน้ำทิ้งที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง สามารถนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำได้ โดยไม่ทำให้เกิดมลภาวะ อันเนื่องมาจากเกลือที่เกิดขึ้นมาจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและด่างในภายหลัง ทั้งนี้เพราะเกลือคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นจากการใช้คาร์บอนไดออกไซด์สามารถที่จะย่อยสลายได้ง่ายในธรรมชาติ

5. เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reactant) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีต่างๆ เช่น สารแคลเซียมคาร์บอเนต ยาแอสไพริน และยาลดกรด เป็นต้น

6. การเกษตร (Agriculture) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่นำมาใช้ในเกษตรกรรม จะใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชผลต่างๆ โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นตัวที่ช่วยให้พืชมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจากปกติ ทั้งนี้เนื่องจากในสภาวะปกติ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโดยทั่วไปจะมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งจะทำให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์ที่ต่ำไปด้วย จึงให้ผลผลิตมีปริมาณต่ำ ดังนั้น หากเราเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในบรรยากาศก็จะช่วยให้พืชมีผลผลิตมากขึ้น

แหล่งที่มาของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ปัจจุบัน แหล่งที่มาของคาร์บอนไดออกไซด์ที่นำมาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. การหมัก (Fermentation) คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ส่วนใหญ่จะได้อาจมาจากอุตสาหกรรมผลิตสุรา และแอลกอฮอล์ ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากแหล่งนี้จะมีคุณภาพไม่ดีนัก เนื่องจากสิ่งเจือปนจะมีกลิ่นที่เหม็นมาก และการกำจัดก็ทำได้ยาก อีกทั้งต้องใช้ลงทุนสูงเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนเหล่านี้อีกด้วย โรงงานที่ผลิตคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งนี้มักจะมีขนาดเล็กเนื่องจากเป็นแหล่งที่ให้กำลังการผลิตก๊าซที่ต่ำ เพราะขนาดของโรงงานผลิตสุราและแอลกอฮอล์จะเป็นโรงงานที่ไม่ใหญ่นัก

2. การเผาไหม้ (Combustion) คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ส่วนใหญ่จะมาจากอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ยแอมโมเนีย หรือแม้แต่การเผาน้ำมันเพื่อจะให้ได้อีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากแหล่งนี้จะให้เปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำประมาณ 20% โดยปริมาตรเท่านั้น แต่แหล่งที่มาจะเป็นแหล่งที่มีปริมาณก๊าซสำรองอยู่มาก เนื่องจากโรงกลั่นน้ำมันจะมีการเผาไหม้น้ำมันเป็นจำนวนมาก ประเมินกันคร่าวๆ

โรงกลั่นที่มีกำลังการกลั่นน้ำมันขนาด 100,000 บาร์เรลต่อวัน จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศประมาณ 400 - 500 ตันต่อวัน

3. ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) แหล่งนี้จะเป็นแหล่งของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใหญ่ที่สุด และมีอยู่ที่เดียวคือ โรงแยกก๊าซธรรมชาติของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เท่านั้น โดยได้มีการประเมินการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ว่า โรงแยกก๊าซสามารถแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 2,000 ตันต่อวัน ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากแหล่งนี้จะมีคุณภาพดีมากคือ มีความเข้มข้นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ดังนั้น จะเห็นได้ว่า แหล่งก๊าซนี้จะเป็นแหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดีมาก คือเป็นแหล่งที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีคุณภาพสูงและมีปริมาณที่มาก แต่มีข้อเสียคือ ขาดความแน่นอนในการผลิต (Reliability) เนื่องจากมีเพียงโรงงานเดียว ถ้าโรงแยกก๊าซหยุดเดินเครื่องกระทันหัน หรือใช้เวลาในการซ่อมบำรุงนาน ก็จะมีผลทำให้เกิดวิกฤตการณ์การขาดแคลนคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแน่นอน ปัจจุบันนี้ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมต่างๆ นั้น ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ได้มาจากแหล่งนี้

กระบวนการในการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์[7]

จากการศึกษาแหล่งที่มาของคาร์บอนไดออกไซด์ จะพบว่า แหล่งที่ใหญ่ที่สุดและถูกที่สุดคือแหล่งที่มาจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ และจากข้อมูลของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ก๊าซธรรมชาติที่พบในอ่าวไทยจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปนอยู่ในไฮโดรคาร์บอนประมาณ 14 - 15 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติสำหรับโรงแยกก๊าซถือเป็นสารเจือปนที่ต้องกำจัดออก การแยกสารเจือปนนี้จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของก๊าซธรรมชาติ ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงกระบวนการที่ใช้ในการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซธรรมชาติโดยทั่วไปจะมี 3 วิธีดังต่อไปนี้

1. การดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยสารเคมี (Chemical Absorption Methods) เป็นกระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติโดยใช้สารละลายแอลคานอลเอมีน (Alkanolamines) กับสารละลายแอลคาไลคาร์บอเนต (Alkali Carbonate) ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการเบนฟิลด์ (Benfield Process) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากเพราะสามารถที่จะดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในปริมาณที่มากเมื่อเทียบกับน้ำหนักของสารละลาย แต่ก็มีข้อเสียคือเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานมาก

2. การซึมผ่านแผ่นไฮพิเศษ (Membrane System) ด้วยคุณสมบัติที่แผ่นไฮพิเศษนี้จะยอมให้สารบางชนิดซึมผ่านได้แต่จะไม่ยอมให้สารบางอย่างซึมผ่าน เพราะเหตุนี้จึงได้มีผู้นำเอาวิธีการนี้มาใช้ในการแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซธรรมชาติ

3. การดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ทางกายภาพ (Physical Absorption) กระบวนการนี้จะใช้ตัวทำละลายในการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยระบบจะเป็นการไหลสวนทางกันในหอดูดซึม ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายเข้าไปในตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ดีจะต้องดูดจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากต่อหน่วยน้ำหนักของตัวทำละลาย สามารถหาได้ง่ายในท้องตลาด มีราคาถูก และต้องไม่กัดกร่อนอุปกรณ์ ในปัจจุบันนี้ตัวทำละลายที่ใช้มากที่สุดก็คือ น้ำ

น้ำ จัดเป็นตัวทำละลายที่ดี หาง่าย ราคาถูก แต่ยังไม่ได้มีการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้น้ำมากนัก ซึ่งการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซธรรมชาติในปัจจุบันได้มุ่งประเด็นไปที่การแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยไม่สนใจปริมาณสารเจือปนอื่นๆ ที่ตกค้างในก๊าซธรรมชาติ จากข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามาข้างต้น จึงเป็นมูลเหตุจูงใจในการศึกษาหาค่าการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อมีไฮโดรคาร์บอนปนอยู่ในระบบ และเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซธรรมชาติโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายแบบต่อเนื่องต่อไป