สาระน่ารู้เกี่ยวกับ แอมโมเนียมไนเทรต

วารุณี วงศ์พยัต

แอมโมเนียมไนเทรต

เป็นสารประกอบแอมโมเนียมที่มีความสำคัญที่สุดในเชิงพาณิชย์ทั้งในแง่ของปริมาณการผลิตและการใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้มากในอุตสาหกรรมวัตถุระเบิด อย่างไรก็ตามแอมโมเนียมไนเทรตนี้ได้ถูกใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนมานานแล้วเช่นเดียวกัน แอมโมเนียมไนเทรตไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อปี ค.ศ. 1659 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ Glauber ได้เตรียมแอมโมเนียมไนเทรตจากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียมคาร์บอเนตกับกรดไนตริก โดยเรียกสารที่เตรียมได้จากการทดลองครั้งนั้นว่า nitrium flammans เพราะปฏิกิริยาให้เปลวไฟสีเหลือง

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรตมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสองรูปแบบที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้คือ แอมโมเนียและไนเทรตไอออน ปกติปุ๋ยที่มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียนั้นจะให้ผลช้ากว่าในรูปไนเทรตซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ดังนั้นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียจะต้องผ่านกระบวนการแปลงให้เป็นไนโตรเจนในรูปไนเทรตโดยจุลินทรีย์ในดินเสียก่อน พืชจึงสามารถนำไปใช้ต่อไปได้ แอมโมเนียมไนเทรตจึงเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้มากในบางประเทศเท่านั้น

ข้อเสียประการหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนียมไนเทรตก็คือ ไนเทรตไอออนสามารถถูกชะล้างและซึมลงไปถึงชั้นน้ำใต้ดินได้ การมีสารไนเทรตเจือปนในน้ำใต้ดินนั้นได้ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมและถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นสำคัญในปี ค.ศ. 1980 แต่ด้วยเทคโนโลยีการจัดการที่ได้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย การหว่าน ช่วงเวลาการให้ปุ๋ย ชนิดของเมล็ดพันธุ์พืชที่ใช้ ดูดซับไนโตรเจนตกค้างและลดการกัดเซาะตลอดจนการเคลือบเม็ดปุ๋ยด้วย rosin ได้ทำให้ปัญหาดังกล่าวลดลงมากหรือหมดไป

สมบัติของแอมโมเนียมไนเทรต

แอมโมเนียมไนเทรตบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในน้ำ มีความถ่วงจำเพาะ 1.725 มีสูตร NH_4NO_3 มีน้ำหนักโมเลกุล 80.04 แอมโมเนียมไนเทรตมีสมบัติดูดความชื้นได้เป็นอย่างดี สมบัตินี้ทำให้เกิดความยุ่งยากเมื่อนำไปใช้เป็นวัตถุระเบิดและยังเป็นปัญหาอย่างมากในการที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยด้วย

นอกจากมีสมบัติดูดความชื้นได้เป็นอย่างดีแล้ว แอมโมเนียมไนเทรตยังเปลี่ยนรูปของผลึกเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32.1 °ซ ผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงหาวิธีที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการเติม stabilizing agent ในกระบวนการผลิต สารที่ใช้ในการเติมคือ แมกนีเซียม ไนเทรต

การสลายตัวและการระเบิด

แอมโมเนียมไนเทรตเป็นเกลือที่เสถียรมาก แต่จะแตกตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 169 °ซ และมีค่า pH ลดลง ดังนี้

$$NH_4NO_3 \longrightarrow HNO_3 + NH_3$$

เมื่อแอมโมเนียมไนเทรตได้รับความร้อนจากช่วงอุณหภูมิ 200 ถึง 230 °ซ จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนและสลายตัวอย่างรวดเร็ว แต่สามารถควบคุมได้ และนี่คือวิธีการที่ใช้เตรียมก๊าซไนตรัสออกไซด์ในเชิงพาณิชย์

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 230 °ซ จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนเพิ่มขึ้นและเริ่มเกิดก๊าซไนโตรเจนและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

$$4NH_4NO_3 \rightarrow 3N_2 + 2NO_2 + 8H_2O$$

หลังจากนั้นในขั้นตอนสุดท้ายของปฏิกิริยาจะเกิดการคายความร้อนอย่างรุนแรงและรวดเร็วมากพร้อมทั้งเกิดการระเบิด

$$2\ NH_4NO_3 \longrightarrow 2N_2 + O_2 + 4H_2O$$

แอมโมเนียมไนเทรตจัดเป็น oxidizing agent ซึ่งแอมโมเนียมไนเทรตที่บริสุทธิ์ไม่จัดเป็นวัตถุระเบิด เพราะโดยตัวของมันระเบิดยาก อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันดีว่ามีสารหลายๆชนิด สามารถเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการระเบิดได้ เช่น คลอไรด์และน้ำมัน ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงต้องควบคุมไม่ให้มีสารดังกล่าวหรือให้มีน้อยที่สุด

เมื่อนำแอมโมเนียมไนเทรตมาใช้เป็นวัตถุระเบิด จะต้องนำมาผสมกับน้ำมันและเชื้อเพลิงและในบางครั้งมีการเติมสารกระตุ้นบางตัว เช่นผงอะลูมิเนียม (Al) ด้วย แอมโมเนียมไนเทรตที่ถูกเลือกใช้ทำวัตถุระเบิดเป็นแอมโมเนียมไนเทรตชนิดความหนาแน่นต่ำ เพราะมีสมบัติดูดซับน้ำมันได้เป็นอย่างดี เมื่อระเบิดจะมีอำนาจการระเบิดสูงถึง 40-50% ของ TNT

กระบวนการผลิต

แอมโมเนียมไนเทรตผลิตจากปฏิกิริยาการทำให้เป็นกลาง (neutralization) ระหว่างกรดไนตริกและแอมโมเนีย ในขั้นแรกจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อระเหยน้ำจนได้ของเหลวข้นหรือหลอม (melt) แล้วก็นำไปผลิตเม็ด ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น Prilling Process และ Granulation process เป็นต้น

Prilling Process เป็นกระบวนการผลิตเม็ด โดยการให้หยดของเหลวข้นหรือหลอมร่วงหล่นผ่านอากาศเย็นที่แห้งหรือผ่านตัวกลางซึ่งเป็นของไหล (fluid medium) ที่เหมาะสม

สำหรับการผลิตแอมโมเนียมไนเทรตเม็ดโดยวิธี Prilling Process นั้น ผลิตโดยใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเทรตเข้มข้น 96% หรือมากกว่า 99% พ่นจากหอคอย ให้เป็นฝอย แล้วปล่อยให้ร่วงหล่นจากหอคอย หยดแอมโมเนียมไนเทรตหลอมที่มีขนาดเล็กซึ่งร่วงหล่นจากหอคอยจะถูกชลอความเร็วลงด้วยแรงพยุงของลมเย็นที่เป่าสวนขึ้นไปข้างบน ขณะที่ร่วงลงมาจากที่สูงนั้น หยดของแอมโมเนียมไนเทรตหลอมจะค่อยๆ เย็นลง แล้วแข็งตัวอย่างเต็มที่กลายเป็นเม็ดเมื่อตกถึงพื้น ขนาดของเม็ดจะขึ้นกับ residual moisture ของสารละลาย อุณหภูมิของลมและอัตราการไหล (flow rate)

การใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเทรตเข้มข้น 96-97% พ่นจากหอคอยที่สูง 30-60 เมตรจะได้เม็ดที่มีความหนาแน่นต่ำ มีความพรุนมาก จึงนิยมใช้ทำเป็นวัตถุระเบิด เนื่องจากน้ำมันซึมซาบเข้าไปในรูพรุนได้ดี เม็ดแอมโมเนียมไนเทรตที่ได้จะต้องนำมาอบให้แห้งซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นหลังจากการพริลลิ่ง

การใช้สารละลายแอมโมเนียมไนเทรตเข้มข้น 99.7-99.8% พ่นจากหอคอยที่สูง 20-30 เมตรจะได้เม็ดแอมโมเนียมไนเทรตที่มีความหนาแน่นสูง จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย เม็ดปุ๋ยที่ได้จะมีความชื้นต่ำกว่า 0.2% จึงไม่จำเป็นต้องนำเข้าอบอีก เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแรกแล้ว เม็ดที่ได้จากการผลิตโดยวิธีนี้แน่นและแข็งกว่าเล็กน้อย

Granulation process เป็นกระบวนการที่แปรสภาพเม็ดแอมโมเนียมไนเทรตเล็กๆ (seed granules) ให้มีขนาดโตขึ้น โดยการพ่นละอองแอมโมเนียมไนเทรตหลอมไปยังเม็ดแอมโมเนียมไนเทรตเล็กๆ เหล่านั้น (seed granule) ให้หนาขึ้นทีละชั้น เป็นการพอกมวลเหมือนการเพิ่มความโตของหัวหอม จนกระทั่งได้ขนาดของเม็ดแอมโมเนียมไนเทรตตามต้องการ Granulation process มีหลายวิธี เช่น pan-granulation process, spray-drum granulation process และ A fluid bed granulation process เป็นต้น

Granulation process ดีกว่า Prilling Process คือสามารถผลิตเม็ดได้หลายขนาดตามที่ต้องการ เม็ดที่ได้มีความแข็ง (crushing strength) สูงกว่าและไม่ยุ่งยากในการกักเก็บฝุ่นและควัน จึงสามารถควบคุมให้มีสารมลพิษทางอากาศต่ำตามที่กฎหมายกำหนดได้

คุณภาพผลิตภัณฑ์

แอมโมเนียมไนเทรตโดยทั่วไปได้จากวัตถุดิบที่เป็นสารสังเคราะห์บริสุทธิ์ จึงมีความบริสุทธิ์สูง ถ้าผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเทรตถูกนำไปใช้ทางด้านวัตถุระเบิด จะต้องมีแอมโมเนียมไนเทรต 99% เป็นอย่างน้อย สิ่งเจือปนต่างๆ ต้องไม่เกินพิกัดต่อไปนี้ ความชื้น 0.3%

สารที่ไม่ละลายน้ำ 0.5% ซัลเฟต 0.2% คลอไรด์ 0.02% สารอินทรีย์ 0.2% และไม่ควรมีไนไตรต์ (Nitrites) ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของแข็งควรมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย

ผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเทรตที่นำไปใช้ในการผลิต ก๊าซ nitrous oxide (ก๊าซสลบ) จะต้องมีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 99.5% และต้องปลอดจากสิ่งเจือปนทั้งสารอินทรีย์ เหล็ก ซัลเฟตและคลอไรด์

ผลิตภัณฑ์แอมโมเนียมไนเทรตที่นำไปใช้เป็นปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยวต้องมีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 33% ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย 10% (ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย) มีค่าเท่ากับ 4 สิ่งเจือปนต่างๆ ต้องไม่เกินพิกัดต่อไปนี้ คือ คาร์บอน 0.20% ธาตุกำมะถัน 0.010% คลอไรด์ 0.150% ปุ๋ยนี้ต้องผ่านการทดสอบในด้านการระเบิดและไหม้ไฟว่าปลอดภัยตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การพิจารณาด้านความปลอดภัย

แอมโมเนียมไนเทรตจัดเป็นสารที่มีความปลอดภัยเมื่อมีการดูแลอย่างถูกต้อง แต่ถ้าสัมผัสความร้อนหรือเปลวไฟจะแตกตัวให้ควันพิษและระเบิดได้

ถึงแม้ว่าแอมโมเนียมไนเทรตจะไม่ติดไฟด้วยตัวเอง แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวเติมออกซิเจนที่รุนแรง (strong oxidizer) ดังนั้นจึงสามารถช่วยให้สารอื่นๆ ติดไฟหรือเผาไหม้ได้รุนแรงและได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ถึงแม้จะไม่มีอากาศก็ตาม ไฟที่เกิดจากแอมโมเนียมไนเทรตจะให้ nitrogen oxide ที่เป็นสารอันตรายและมีพิษ

แอมโมเนียมไนเทรตบริสุทธิ์ไม่จัดเป็นสารที่ไวต่อการระเบิด แต่หากถูกกระตุ้นด้วยความร้อน จะเกิดการระเบิดได้ดี ซึ่งอำนาจการระเบิดจะเท่ากับ 70% ของ nitroglycerine

แอมโมเนียมไนเทรตจะถูกจัดเป็นวัตถุระเบิดที่รุนแรงภายใต้สภาวะที่เอื้ออำนวย 3 ประการคือ ถูกเร่งให้อยู่ในอัตราเร็วสูงจนถึงจุดระเบิด อยู่ในที่จำกัดภายใต้อุณหภูมิสูงและอยู่ในที่ที่มีตัวเติมออกซิเจน (oxidizable materials)

ประโยชน์ของแอมโมเนียมไนเทรต

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรตมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ทั้งรูปแอมโมเนียมและไนเทรตใช้กันในลักษณะปุ๋ยเดี่ยวโดยตรง หรือนำมาผสมกับแคลเซียมคาร์บอเนตหรือโดโลไมท์ เป็นปุ๋ยเดี่ยวอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีชื่อว่าแคลเซียมแอมโมเนียมไนเทรต (CAN) หรือแอมโมเนียมไนเทรตไลม์สโตน (ANL) หรือชื่อการค้าอย่างอื่น และยังใช้แอมโมเนียมไนเทรตในการผลิตปุ๋ยเชิงประกอบและปุ๋ยเชิงผสมสูตรต่างๆ อีกด้วย

นอกจากนี้ยังใช้แอมโมเนียมไนเทรตเป็นสารออกซิไดส์ในส่วนผสมของวัตถุระเบิดแอนโฟ สำหรับใช้ในการระเบิดในงานด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม เช่น งานเหมืองแร่ งานโยธา สำหรับทางการแพทย์ มีการใช้แอมโมเนียมไนเทรตในการผลิตไนตรัสออกไซด์ เพื่อใช้เป็นยาสลบ (anesthetic)

โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ให้บริการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารเคมีทางการเกษตรรวมทั้งแอมโมเนียมไนเทรตสำหรับทำวัตถุระเบิดแอนโฟ ผู้ประสงค์จะวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สามารถส่งให้กรมวิทยาศาสตร์บริการตรวจสอบได้ทุกวันในเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

Kirk-Othmer **Encyclopedia of chemical technology**. 4th ed. Vol. 2. New York : John Wiley & son, Inc. 1992. p. 698-705.

ยงยุทธ โอสถสภา. **ปุ๋ยเคมี การผลิตและการประเมินคุณภาพ**. กันยายน, 2536. หน้า 55.

ยงยุทธ โอสถสภา. **ศัพท์ในวงการปุ๋ย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542. หน้า 100.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอมโมเนียมไนเทรตสำหรับทำวัตถุระเบิดแอนโฟ. **มอก. 1746-2542.** หน้า 2.