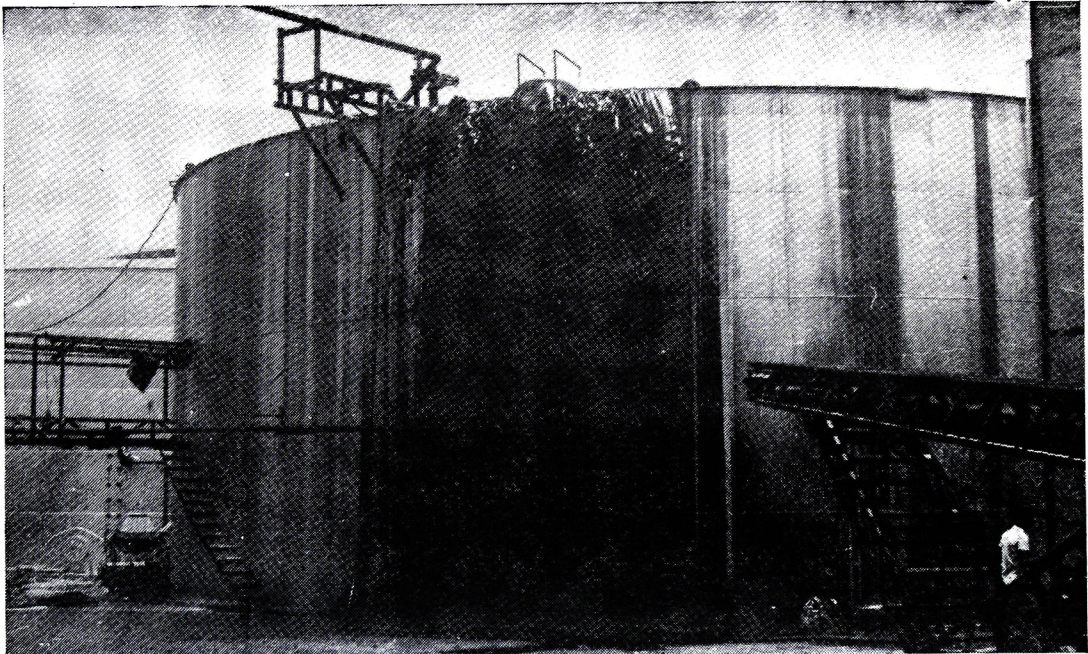


ปัญหาเรื่องการเก็บน้ำเหลืองของโรงงานน้ำตาล



น้ำเหลืองที่กำลังเดือดล้นออกมาจากถังเก็บ

ประเทศไทยมีโรงงานผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยเป็นจำนวนมาก ปริมาณการผลิตก็มากพอที่จะใช้บริโภคภายในประเทศ และยังมีเหลือส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย ในการผลิตน้ำตาลทรายนอกจากจะได้น้ำตาลทรายซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์โดยตรงแล้ว โรงงานยังได้ส่วนที่เหลือจากการผลิตอีกหลายอย่าง ส่วนที่สำคัญนี้ คือ น้ำเหลือง (molasses) ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

การผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยนั้น จะต้องแยกเอาน้ำตาลซูโครสออกจากน้ำอ้อย โดยเกี่ยวน้ำอ้อยให้เป็นน้ำเชื่อม แล้วจึงตกผลึกน้ำตาลจากน้ำเชื่อม ส่วนที่เหลือจากการตกผลึกซึ่งเรียกว่า mother liquors ก็ยังคงมีน้ำตาล และสิ่งอื่นเจือปนอยู่มาก โดยทั่วไป mother liquors นี้ เราเรียกว่า น้ำเหลือง (molasses) ถ้าจะนำน้ำเหลืองมาแยกเอาน้ำตาลออกซ้ำอีกหลาย ๆ ครั้งก็อาจทำได้ แต่ไม่เป็นการประหยัด ดังนั้นโรงงานจึงมักไม่ทำกัน คุณสมบัติเกี่ยวกับสี รส กลิ่น และสิ่งเจือปนต่างๆ ที่มีในน้ำเหลือง ขึ้นอยู่กับกระบวนการแยกเอาน้ำตาลออกมาแต่ละครั้ง น้ำเหลืองจากการแยกหรือตกผลึกน้ำตาลครั้งแรก จะมีสีอ่อนกว่าและรสชาติกว่าน้ำเหลืองที่แยกเอาน้ำตาลออกมาครั้งหลัง น้ำเหลืองโดยทั่วไป มีสีน้ำตาลดำ หรือน้ำตาลแดง เนื่องมาจากการไหม้และการสลายตัวของน้ำตาล หรือสิ่งเจือปนต่างๆ (ต่อหน้า ๗)

ปัญหาเรื่องการเก็บน้ำเหลืองของโรงงานน้ำตาล

(ต่อจากหน้า ๑๐)

ทุกวันนี้ น้ำเหลือง เป็นผลพลอยได้ที่สำคัญ ที่นำมาใช้เป็นประโยชน์ได้หลายประการ เช่น แอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑอาหาร การเอามาหมักเพื่อการผลิต ethyl alcohol, rum, acetone, butanol, yeast และใช้ในทางชีวเคมีอื่น ๆ อีกมาก ดังนั้น น้ำเหลือง จึงเป็นผลพลอยได้ที่โรงงานสามารถนำไปขาย และส่งเป็นสินค้าออกได้ปีละไม่น้อย

การเก็บน้ำเหลืองของโรงงานน้ำตาลโดยทั่วไป มักสร้างถังเก็บน้ำเหลืองด้วยเหล็กแผ่น ทำเป็นถังปัดรูปทรงกลมมีจำนวนและขนาดตามความประสงค์ของโรงงาน ตอนบนของถังมักจะมีปล่องระบายอากาศ แต่ละถังจะมีท่อและลิ้นเปิดปิด เพื่อการถ่ายเทน้ำเหลืองเข้าออกจากถังได้ น้ำเหลืองที่สูบมาสู่ถังพัก มักจะยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำแล้ว น้ำเหลืองจะมีความหนืดมาก อาจทำให้เครื่องสูบหรือท่อส่งน้ำเหลืองอุดตันได้

ตามธรรมดา ผู้ซื้อน้ำเหลืองจะเป็นผู้กำหนดความเข้มข้น เป็นองศาโบเม (Degree Baumé) และปริมาณน้ำตาลของน้ำเหลืองไว้เอง โดยทั่วไปแล้วทางผู้ซื้อได้กำหนดไว้ว่าความเข้มข้นของน้ำเหลืองจะต้องไม่ต่ำกว่า ๔๐ องศาโบเม ถ้าทางโรงงานมีน้ำเหลืองที่มีความเข้มข้นต่ำกว่ากำหนดนี้ ทางโรงงานจะต้องทำความเข้มข้นของน้ำเหลืองให้สูงขึ้น โดยการเคี่ยวน้ำเหลืองเสียใหม่ ด้วยไอน้ำและในทางตรงกันข้าม ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไป ทางโรงงานก็จะทำให้เจือจางลง โดยการเติมน้ำร้อน หรือพ่นไอน้ำลงไป เมื่อได้

ความเข้มข้นตามความต้องการแล้วก็สูบไปเก็บไว้ในถังพักต่อไป น้ำเหลืองที่เก็บไว้ในถังดังกล่าว อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุ ยังความเสียหายให้แก่โรงงานเองและผู้อื่นที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นก็คือ น้ำเหลือง ในถังเกิดการเดือดล้นไหลออกมาจากถังและกลายเป็นน้ำตาลใหม่ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียของโรงงานและก่อความเดือดร้อนให้แก่ประชาชน อุบัติเหตุดังกล่าวได้เคยเกิดขึ้นกับโรงงานน้ำตาลหลายแห่งทั้งในต่างประเทศและภายในประเทศ ดังเช่น เมื่อประมาณ เดือน เมษายน ๒๕๑๓ น้ำเหลืองที่เก็บไว้ในถังพักของโรงงานน้ำตาลมิตรผล อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ได้เดือดและไหลล้นออกมาจากถังพักใบหนึ่ง ในจำนวนถังพัก ๓ ใบด้วยกัน ถังพักนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๘๐ ฟุต สูง ๓๐ ฟุต มีน้ำเหลืองไหลล้นออกมาประมาณ ๓,๐๐๐ ตัน และมีกากน้ำตาลที่แข็งตัวลักษณะคล้ายยางมะตอย อยู่ในถังพักอีกประมาณ ๒,๔๐๐ ตัน ทำให้สูญเสียน้ำเหลืองเป็นจำนวนมาก คิดเป็นเงินหลายล้านบาท และน้ำเหลืองได้ไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลองทำให้น้ำในแม่น้ำแม่กลองตั้งแต่อำเภอบ้านโป่งลงไปกลายเป็นสีคล้ำ และมีกลิ่นน้ำตาลไหม้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปลาและสัตว์น้ำบางชนิดตาย และก่อให้เกิดปัญหาเดือดร้อนแก่ประชาชนผู้ใช้น้ำเป็นอันมาก

ปรากฏการณ์ของการเดือดล้น

เมื่อมีเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้น เจ้าหน้าที่ของกรมวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเจ้าหน้าที่สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้เดินทางไปตรวจสอบโรงงานน้ำตาลมิตรผล เพื่อศึกษาสาเหตุของ

การเดือดล้น ของน้ำเหลืองตั้งกล่าว ซึ่งตามคำบอกเล่าของผู้ประสบเหตุการณ์และจากการไปตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ พอจะลำดับเหตุการณ์โดยสรุปได้ว่า ก่อนที่น้ำเหลืองจะเดือดไหลล้นลงมาจากถังพักนั้น น้ำเหลืองที่อยู่ตอนบนของถังพักมีอุณหภูมิสูง ต่อมาเมื่อวันลอยขึ้นเหนือถังพักแล้วน้ำเหลืองได้เริ่มเดือดไหลล้นลงมาจากปล่องระบายอากาศ และไหลลงมาตามขอบดังตำแหน่ง และบริเวณรอบถังก็ร้อนระอุ เพราะมีไอร้อนของน้ำเหลืองที่กำลังไหลล้นลงมา เจ้าหน้าที่ของโรงงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้ช่วยกันฉีดน้ำเพื่อจะให้น้ำเหลืองหยุดเดือด แต่ก็ไม่ได้ผล น้ำเหลืองจึงเดือดล้นออกมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งเหลือน้อยมากจึงได้หยุดเดือด และสงบลง รวมเวลาที่น้ำเหลืองเริ่มมีไอลอยขึ้นมาจนกระทั่งหยุดเดือดและล้นออกมานี้เป็นเวลาทั้งหมดประมาณ 12 ชั่วโมง

โรงงานน้ำตาลไทยรุ่งเรือง ที่อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ก็ประสบปัญหา น้ำเหลืองเดือดไหลล้นเช่นเดียวกันกล่าวคือ ประมาณปลายเดือนมีนาคม 2513 น้ำเหลืองได้ไหลล้นออกมาจากถังพักใบหนึ่ง ในจำนวนถังพัก 4 ใบด้วยกัน ซึ่งในถังพักใบนี้มีน้ำเหลืองจากปีก่อนเก็บไว้สูงประมาณ 5 ฟุต ถึงใบนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ฟุต สูง 25 ฟุต ก่อนเกิดเหตุตั้งกล่าว ทางโรงงานได้สูบน้ำเหลืองใหม่ลงไปผสมจนมีความสูงประมาณ 3/4 ของถัง ก่อนที่จะเกิดการเดือดล้น น้ำเหลืองมีอุณหภูมิประมาณ 60-70° ซ มีความเข้มข้น 43° โบเม่ ขณะที่กำลังเดือดล้นปรากฏว่าน้ำเหลืองที่ไหลล้นออกมา

มีอุณหภูมิ 100° ซ และน้ำเหลืองในถังตอนกลางถังพักมีอุณหภูมิประมาณ 87° ซ

เมื่อประมาณ เดือนสิงหาคม - กันยายน 2511 โรงงานน้ำตาลของบริษัท น้ำตาลไทยร่วมเจริญ จำกัด ได้เกิดเหตุ น้ำเหลืองเดือดล้นออกมาจากถังเป็นจำนวนประมาณ 2,100 ตัน ก่อนเกิดเหตุ นั้น ทางโรงงานเอาน้ำเหลืองไปเคี่ยวโดยใช้ความร้อนสูง เพื่อทำให้น้ำเหลืองมีความเข้มข้นสูงขึ้นแล้วจึงสูบไปเก็บยังถังพัก และต่อมาน้ำเหลืองนั้นก็ได้เกิดการเดือดล้นออกมา

จากเอกสารอ้างอิงและวารสารของต่างประเทศได้มีรายงานเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเดือดล้นของน้ำเหลืองหลายประเทศ เช่น Cuba, Puerto Rico และ Egypt ซึ่งปรากฏการณ์ในรายงานดังกล่าว ก็มีลักษณะคล้าย ๆ กัน และคล้ายกับที่ได้เกิดจากโรงงาน มิตรผล และโรงงานไทยรุ่งเรือง ได้มีผู้เชี่ยวชาญสาเหตุของการเดือดล้น และได้สรุปว่า สาเหตุหนึ่งคือความร้อน ซึ่งในรายงานกล่าวไว้ว่าถ้าเก็บน้ำเหลืองที่อุณหภูมิสูงกว่า 40° ซ ในถังพักแล้ว น้ำเหลืองจะสลายตัวโดยปฏิกิริยาทางเคมี การสลายตัวนี้จะให้ก๊าซออกมามาก ก๊าซนี้จะดันน้ำเหลืองให้เป็นฟองล้นออกมา แต่รายงานดังกล่าวมิได้สรุปชัดเจนว่าปฏิกิริยาการสลายตัวนั้น เป็นปฏิกิริยาอะไร และเพราะเหตุใดน้ำเหลืองจึงกลายเป็นน้ำตาลไหม้ (Caramel)

กรมวิทยาศาสตร์ได้เก็บตัวอย่างน้ำเหลืองจากโรงงานน้ำตาลไทยรุ่งเรือง และกากน้ำตาลที่ล้นออกมาจากถังพักของโรงงานน้ำตาลมิตรผล มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์และเคมี เช่น

อุณหภูมิที่น้ำเหลืองเริ่มเดือด อุณหภูมิที่น้ำเหลืองเริ่มสลายตัว ตลอดจนอุณหภูมิที่น้ำเหลืองกลายเป็นน้ำตาลไหม้ (Caramel) และยังได้เปรียบเทียบปริมาณก่อนและหลังการเดือดของน้ำเหลืองด้วย นอกจากนั้นได้วิเคราะห์ต่อไปเพื่อหาว่าบักเทรีชนิดใดบ้าง มีอยู่ในน้ำเหลืองและ บักเทรีนั้น ๆ สามารถทำให้น้ำตาลเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางศึกษาหาสาเหตุการเดือดล้นของน้ำเหลืองว่าจะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี หรืออาจเนื่องมาจากบักเทรีที่จะทำให้น้ำตาลเกิดการสลายตัว

จากผลการทดลองตัวอย่างน้ำเหลืองทั้งที่มีบักเทรี และไม่มีบักเทรีในห้องปฏิบัติการ และการศึกษาจากเอกสารอ้างอิง พอสรุปได้ว่าการเดือดล้นเกิดจากการสลายตัวอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาการสลายตัวทางเคมี ซึ่งจะดำเนินไปได้เร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า ๙๐°C หรือปฏิกิริยาของบักเทรีซึ่งดำเนินไปได้เร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า ๔๐°C หรือทั้งสองอย่างปฏิกิริยาทั้งสอง เป็น ปฏิกิริยาคาย ความร้อน (exothermic reaction) ที่จะให้ความร้อนออกมาสะสมอยู่ในน้ำเหลือง ถ้าอุณหภูมิของน้ำเหลืองสูงเกิน ๔๐°C ทั้งปฏิกิริยาการสลายตัวทางเคมีและการสลายตัวโดยบักเทรี ซึ่งมีอุณหภูมิเหมาะสมที่ประมาณ $๕๐-๖๐^{\circ}\text{C}$ ก็จะดำเนินไปได้โดยรวดเร็ว และจะทำให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเหลืองเร็วขึ้น เพราะน้ำเหลืองเป็นฉนวนความร้อน ด้วยเหตุนี้ในเคอนมีนาคมและเมษายน ซึ่งเป็นฤดูร้อน อากาศมีอุณหภูมิสูง ความร้อนจากแสงแดดจะทำให้ฝาถังพักน้ำเหลืองร้อนมาก และความร้อนนี้จะถ่ายเทจากฝาถังไปสะสมไว้ใน

น้ำเหลือง โดยเฉพาะตอนบนของถัง เมื่อน้ำเหลืองมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาสลายตัวก็จะดำเนินไป และเกิดการสะสมความร้อนขึ้น เมื่ออุณหภูมิถึง ๙๐°C การสลายตัวทางเคมีจะเพิ่มเร็วขึ้นและน้ำเหลืองก็จะเดือดและไหลล้นออกมา และที่อุณหภูมิประมาณ ๑๘๐°C น้ำเหลืองจะสลายตัวกลายเป็นน้ำตาลไหม้ไปหมด เพราะฉะนั้น การเดือดล้นของน้ำเหลืองของโรงงานมิตรผลและของโรงงานไทยรุ่งเรืองก็มาจากสาเหตุดังกล่าว โดยที่ปฏิกิริยาเกิดขึ้นก่อนที่ตอนบนของถังแล้วจึงค่อย ๆ ดำเนินไปยังตอนล่างของถัง ทำให้การเดือดเกิดขึ้นทีละน้อยและกินเวลานาน ส่วนการไหลล้นของน้ำเหลืองของโรงงานน้ำตาลไทยร่วมเจริญจำกัด ก็เนื่องมาจากความร้อนจากการเคี้ยวเป็นต้นเหตุของการเริ่มต้นปฏิกิริยาการสลายตัว

เมื่อกรมวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาทดลอง จนได้รายละเอียดเช่นนี้แล้ว จึงได้ให้คำแนะนำในการป้องกันการเดือดล้น ของน้ำเหลือง ของโรงงานน้ำตาลดังต่อไปนี้

๑. น้ำเหลืองที่ออกจากเครื่องแยกน้ำตาล ควรจะทำให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า ๔๐°C ก่อนจะนำไปใส่ถังเก็บ
๒. ไม่ควรนำน้ำเหลืองเก่าค้างปีไปเก็บรวมกับน้ำเหลืองใหม่ที่อุณหภูมิสูง
๓. ควรมีระบบระบายความร้อน ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำเหลืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยา ซึ่งอาจจะสูบน้ำเหลืองหมุนเวียนผ่านท่อที่หล่อด้วยน้ำเย็น หรือเดินท่อหล่อน้ำเย็นวนเวียนในถังเก็บน้ำเหลือง

(โปรดอ่านต่อหน้า ๖)

ตัวละลายสิ่งสกปรกที่ดี (detergent) ฟอกล้างไขมันออกจากเส้นผมมากเกินไป เป็นเหตุให้ผมที่สระแล้วกระด้าง แดงทรงได้ยาก จึงจำเป็นต้องเติมสารอื่นลงไปช่วยแก้ไขข้อบกพร่องนี้ต่อไปอีก

เป็นที่น่ายินดีว่าขณะนี้ในประเทศไทยเรามีโรงงานผลิต Lauryl sulphate ขึ้นแล้วและกรมศุลกากรใคร่จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าเข้าประเภทนี้ เพื่อประกอบการพิจารณาการขึ้นภาษี หรือห้ามนำเข้าเพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรมในประเทศต่อไป วัตถุประสงค์ที่กรมศุลกากรต้องการทราบในระยะหลังนี้จึงเปลี่ยนเป็น “วัตถุตัวอย่างนี้เป็น lauryl sulphate หรือ lauryl ether sulphate ถ้าไม่ใช่เป็นอะไร” หรือ “วัตถุตัวอย่างนี้ใช้เป็นแชมพูได้หรือไม่” ทั้ง lauryl sulphate และ lauryl ether sulphate ให้ปฏิกิริยาทางเคมีคล้ายกันมาก จำเป็นต้องใช้ Infrared spectrophotometry ช่วยวินิจฉัยจึงจะบอกได้ว่าเป็นสารใด

นอกจากสารทั้งสองอย่างนี้แล้ว สินค้าที่ส่งเข้ามายังมีประเภทอื่นๆ อีกมาก เช่น polyalkoxylated amine condensate, alkanolamide, alkylamine alkyl sulphate, amine oxide, pyridium salt และ polyoxyethylene alkyl ether, mono

และ diglyceride ซึ่งปรุงแต่งคล้ายสบู่เหล่านี้ ใช้เป็นองค์ประกอบของแชมพู ยา และเครื่องสำอาง

พวก amine oxide และ alkanolamide ช่วยให้มีฟองมาก ทนอยู่ได้นาน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์อย่างหนึ่งในแชมพูและเป็นพิษเป็นภัยต่อนัยตาน้อยกว่า lauryl sulphate

สินค้าที่ส่งเข้ามาเหล่านี้ บางตัวอย่างเป็นสารชนิดเดียว มีน้ำ และสารมลทิน อันเกิดขึ้นในการสังเคราะห์ตามธรรมดา บางตัวอย่างมีฟอสเฟต และ ซิลิเกต ผสมอยู่ด้วย ใช้เป็นน้ำยาชำระล้างได้ทันที ซึ่งยากแก่การวินิจฉัยว่าใช้เป็นแชมพูได้หรือไม่ ถ้าอาศัยหลักเกณฑ์ที่เคยเสนอแนะไว้ก็ไม่น่าจะใช้เป็นแชมพู แต่ผู้ส่งเข้ามาจะนำไปใช้เป็นแชมพูก็อาจจะกระทำได้ ทั้งๆ ที่ของนั้นไม่มีคุณสมบัติสมควรจะจัดเข้าเป็นแชมพู หากในเวลาต่อไปความรู้ทางวิชาการใหม่ๆ ช่วยให้เราพบสารที่มีคุณสมบัติในทางชำระล้าง รักษาเส้นผม และไม่ให้โทษได้ดีเช่นเดียวกับแชมพู โดยไม่ต้องเติมสารอื่นลงไปด้วย สารประกอบหรือน้ำยาของสารนั้นก็ น่าจะถือว่าเป็นแชมพูได้ และข้อเสนอแนะของกรมวิทยาศาสตร์ก็สมควรจะได้เปลี่ยนไปตามความก้าวหน้าทางวิชาการ

ปัญหาเรื่องการเก็บน้ำเหลืองของโรงงานน้ำตาล (ต่อจากหน้า ๙)

๔. ควรมีท่อฉีดน้ำชะบนฝาและผนังด้านข้างของถังพักน้ำเหลือง โดยเฉพาะฤดูที่อากาศร้อน ควรใช้น้ำฉีดตลอดเวลา

๕. ควรมีคูหรือคันดินกั้นรอบถังเก็บน้ำเหลืองโดยมีความจุ ๒-๓ เท่า ของความจุแต่ละถัง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้น้ำเหลืองที่อาจจะเดือดล้นออกมาไหลลงแม่น้ำหรือลงที่ดินของผู้อื่น อันอาจทำให้เกิดเหตุเดือดร้อนขึ้นได้

๖. ไม่ควรเติมปูนขาวในขณะที่น้ำเหลืองเดือดคลัน เพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยา กรดกับด่าง ทำให้มีความร้อนเพิ่มมากขึ้น ควรใช้หล่อด้วยน้ำเย็นหรือน้ำแข็ง หรือสูบน้ำเหลืองให้ไหลวนเวียนผ่านน้ำเย็น

๗. ถังพักเก็บน้ำเหลือง ควรจะอยู่ห่างจากฝั่งแม่น้ำพอประมาณ และควรห่างจากที่ที่จะก่ออันตรายแก่ผู้อื่นหรือคนงานของโรงงานด้วย