

น้ำใช้เพื่อการเกษตรและการวิเคราะห์น้ำเพื่อการเกษตร

ชลจิต เอกอรุ¹

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำ ทำให้สามารถศึกษาปริมาณและประเภทของเกลือในน้ำได้ น้ำที่ใช้ในการชลประทาน ซึ่งไหลผ่านผิวโลก มีธาตุและสารประกอบละลายอยู่ในน้ำ ที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ ซัลเฟต และธาตุอื่นๆ อีกมากมาย เกลือละลายเหล่านี้จะประกอบขึ้นเป็นความเค็ม และเป็นอันตราย เมื่อใช้น้ำในการเกษตร อันตรายจากเกลือที่ละลายแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ อันตรายที่เกิดจากเกลือที่ละลายได้ทั้งหมด "ซี" อันตรายที่เกิดจากโซเดียม "เอช" อันตรายที่เกิดจากไบคาร์บอเนตหรือด่างที่เหลือน้ำ และอันตรายที่เกิดจากความเข้มข้นของไอออน เมื่อได้พิจารณาสิ่งที่เป็นอันตรายเหล่านี้แล้ว สามารถที่จะประเมินได้ว่า มีสิ่งที่เป็นอันตรายชนิดใดอยู่ในน้ำนั้นบ้าง และควรแนะนำที่ใช้น้ำและการที่เหมาะสม เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการใช้น้ำให้น้อยลง ความทนเกลือของพืช แบ่งออกได้เป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ พืชที่ทนเกลือได้สูง พืชที่ทนเกลือได้ปานกลาง และพืชที่ทนเกลือได้ต่ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเกษตรกรรม ไม่ว่าในด้านการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ น้ำ เกี่ยวข้องอยู่ในงานด้านการเกษตรทุกแง่ทุกมุม ทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดิน ทุกกรณีล้วนแต่สามารถทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตผันแปรไปได้ อิทธิพลของน้ำอาจทำให้ดินที่อุดมสมบูรณ์กลับกลายเป็นผืนดินที่ไร้ค่าได้ ถ้าเกษตรกรใช้น้ำอย่างไม่ถูกวิธี การใช้น้ำอย่างถูกวิธี อาจทำได้โดยการขุดคูน้ำ ปรับระดับพื้นที่ให้ราบเรียบหรือลาดเทอย่างสม่ำเสมอ ทำคันนาหรือขอร่องคูให้ได้ส่วนสัดและขุดคูระบายน้ำ เป็นต้น

ปัญหาในการวิเคราะห์น้ำเพื่อการเกษตร ได้มีนักวิจัยทั่วโลกพยายามศึกษาค้นคว้าวิธีแก้ไขเกี่ยวกับความต้านทานเกลือของพืช และปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้เหมาะสมในด้านการเกษตรเพื่อลดความเสียหายที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์และโครงสร้างของดินมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งปัจจุบันนี้ ได้มีการวิเคราะห์ทางเคมีกันอย่างกว้างขวาง (ตารางที่ 1 และ 2) ทำให้เราสามารถหาปริมาณและประเภทของเกลือ ในน้ำตลอดจนคุณสมบัติของน้ำได้ ตลอดจนหาทางปรับปรุงแก้ไขน้ำใช้เพื่อการเกษตรจนเป็นที่น่าพอใจ

น้ำเพื่อการเกษตรที่พบเห็นอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวโลก มี

ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลายอยู่ส่วนใหญ่ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ ซัลเฟต และธาตุอาหารรอง อื่น ๆ อีกหลายชนิด ซึ่งเกลือเหล่านี้จะพบในรูปของสารประกอบรูปต่าง ๆ กัน เช่น

โซเดียมที่พบจะอยู่ในรูปของคลอไรด์ (common salt) ซัลเฟต (glauber salts) คาร์บอเนต (washing soda) และไบคาร์บอเนต (baking soda)

แคลเซียมและแมกนีเซียมจะพบในรูปของซัลเฟต คลอไรด์ และไบคาร์บอเนต ส่วนสารประกอบคาร์บอเนตนั้น พบน้อยมากเพราะมีการละลายน้ำได้ต่ำมาก (very low solubility)

ในการวิเคราะห์น้ำเพื่อการเกษตรนั้น เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบของเกลือที่สำคัญ ๆ ในน้ำ ผลการวิเคราะห์จะแสดงเป็นประจุ (ions) 2 จำพวก คือ พวกที่มีประจุบวก (cation) และประจุลบ (anion)

พวกที่มีประจุบวกที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม (Ca^{++}) แมกนีเซียม (Mg^{++}) โซเดียม (Na^+) และโปตัสเซียม (K^+)

พวกที่มีประจุลบ ที่สำคัญได้แก่ คาร์บอเนต (CO_3^{--}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คลอไรด์ (Cl^-) ซัลเฟต (SO_4^-) และไนเตรท (NO_3^-)

หน่วยที่นิยมใช้ในการวัดค่าของสารละลายที่ได้คือ มิลลิเอควิวาเลนต์ต่อลิตร (meq/l)

¹นักวิทยาศาสตร์ งานวิเคราะห์ดินและน้ำ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการเกษตร จำแนกตามลักษณะของน้ำที่ใช้ในไร่นา เลี้ยงสัตว์ และ ชลประทาน

คุณสมบัติของน้ำ (Water quality)	น้ำใช้ในไร่นา (Farm water supply)	น้ำเลี้ยงสัตว์ (Livestock)	น้ำชลประทาน (Irrigation)
อุณหภูมิ, °F	—	—	55-85°
โครเมียม, ppm (Cr Hexavalent)	0.05	0.05	5-20
ทองแดง, ppm	1.0	—	0.2-5.0
เหล็ก, ppm	0.3	—	—
แมงกานีส, ppm	0.05	—	—
ไนเตรท, ppm	45	—	—
ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	6.0-8.5	—	4.5-9.0
ปริมาณสารทั้งหมด, ppm (TDS)	500-5,000	10,000	0-5,000
Fecal coliform no/100 ml	—	—	4,000
Gross beta radioactivity uuc/liter	1,000	1,000	1,000
Carbon chloroform extractable, ppm	0.0001-0.02	—	—
ไซยาไนด์, ppm	0.2	—	—

การวิเคราะห์น้ำเพื่อการเกษตร เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งมีทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์เลี้ยง ปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ทั้งหมดในน้ำจะเป็นเครื่องชี้บอกคุณภาพของน้ำว่า เหมาะสมที่จะใช้ในการเกษตรหรือไม่เพียงใด ทั้งยังบอกชนิดและปริมาณเกลือที่มีประโยชน์และโทษต่อพืชและสัตว์เลี้ยงด้วย

เกลือพวกที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่สำคัญ ๆ ได้แก่ แคลเซียม

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย

คุณสมบัติของน้ำ	สัตว์น้ำจืด	สัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำกร่อย
สี (Color, units)	10% ของแสงผ่านได้ จากผิวน้ำถึงท้องน้ำ	—
อุณหภูมิ, °F	83-96° (for 6 hr)	—
ปริมาณ CaCO ₃ , ppm	> 20	35-200
ปริมาณออกซิเจน ppm (DO)	> 4.0	> 4.0
ปฏิกิริยาของน้ำ (pH)	6.0-9.0	6.5-8.5
ยาฆ่าแมลง, ppm (Pesticide)	ตามชนิดของสัตว์เลี้ยง (Varies with organisms)	ตามชนิดของสัตว์เลี้ยง
ความขุ่น, ppm	10-50	—

ไนเตรท และฟอสเฟต เป็นต้น

เกลือพวกที่เป็นอันตรายต่อพืช (หากมีมากเกินไป) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และซัลเฟต เป็นต้น

เกลือแร่ที่สำคัญและจำเป็นต่อสัตว์เลี้ยง ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โบตัสเซียม กำมะถัน แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โคบอลท์ สังกะสี ฟลูออรีน ไอโอดีน และเซเลเนียม เป็นต้น

เกลือแร่ที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ ได้แก่ แมกนีเซียม ฟลูออไรด์ ไนโตรท-ไนเตรท และอาร์เซนิค เป็นต้น

ปัญหาที่เกิดจากเกลือในน้ำ เกลือที่ละลายอยู่ในน้ำจะซึมจากผิวดินลงไป และเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นความเข้มข้นในปริมาณปกติ สารละลายของเกลือเหล่านี้จะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารสำหรับการเติบโตของพืช ถ้ามีมากเกินไปจะเป็นพิษอย่างร้ายแรงแก่พืช ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง ปริมาณเกลือในดินที่จะเป็นอันตรายต่อพืชนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น

1. เนื้อของดิน
2. การกระจายของเกลือในชั้นของดิน
3. ชนิดของดิน
4. ชนิดของพืชที่ปลูก

การป้องกันไม่ให้มีเกลือสะสมในดินมากเกินไป ทำได้โดยการปล่อยน้ำเข้าไปในที่ดินแล้วระบายออกเป็นครั้งคราว แต่การปล่อยน้ำเข้าไปในที่ดินมักจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการระบายน้ำในดินอยู่เสมอ ถ้าปล่อยเข้ามากเกินไปน้ำจะไหลซึมเลเยอร์ระดับรากพืชลงไปถึงระดับน้ำใต้ดิน ถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดิน 6-10 ฟุต จะไม่เกิดปัญหา แต่ถ้าระดับน้ำใต้ดินสูงเกินกว่านี้ การปล่อยน้ำเข้าไปในที่ดินเพื่อลดปริมาณเกลือนั้น จะทำให้ดินชุ่มน้ำ ทำให้ไม่มีอากาศอยู่ในดิน เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงและระบบรากถูกกระทบเพื่อนจนอาจถึงตายได้ในที่สุด

ในกรณีที่ดินมีน้ำที่มีปริมาณเกลือละลายอยู่มาก ควรปลูกพืชที่ทนเกลือได้ดีและปลูกในดินที่มีการดูดซึมน้ำได้ดีด้วย การใช้น้ำที่มีปริมาณเกลือน้อย (หมายถึงสารประกอบของโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง ฯลฯ) แต่มีปริมาณไบคาร์บอเนตสูง จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับโซเดียมมากขึ้น น้ำที่มีปริมาณเกลือและเปอร์เซ็นต์โซเดียมต่ำก็อาจจะเกิดปัญหานี้ได้ถ้าหากว่ามีปริมาณไบคาร์บอเนตสูงกว่าปริมาณ

แคลเซียมและแมกนีเซียมรวมกัน เพราะจะทำให้เกิดโซเดียมไบคาร์บอเนตตกค้างอยู่ เป็นเหตุทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนไปพร้อม ๆ กับอาจทำให้ดินเป็นด่างเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย การที่ดินเป็นด่างเช่นนี้อาจจะทำให้อินทรีย์วัตถุละลายออกมาเคลือบเม็ดดิน ทำให้ดินมีลักษณะเป็นสีดํา มีความสามารถในการซึมน้ำได้น้อยลง

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำเพื่อการเกษตร ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ ๆ 4 ประการดังนี้

1. ความเข้มข้นของเกลือทุกชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ
2. ความเข้มข้นของโซเดียมและสัดส่วนของโซเดียมต่อแคลเซียมกับแมกนีเซียมรวมกัน
3. ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต
4. ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ใช้น้อย ซึ่งละลายอยู่ในน้ำ

เกลือละลายทุกชนิดเมื่อรวมกันแล้วจะเป็นปริมาณเกลือที่ตรวจพบในน้ำ เกลือเหล่านี้จะเป็นเครื่องบอกถึงขีดอันตรายต่อพืชเมื่อใช้น้ำ ฉะนั้น การวิเคราะห์น้ำจึงมีความจำเป็นและเป็นข้อมูลสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกษตร เกลือแร่ในน้ำและคุณสมบัติของน้ำสำคัญ ๆ ที่จำเป็นต้องวิเคราะห์ในน้ำเพื่อการเกษตร มีดังนี้

1. ปริมาณเกลือละลายทั้งหมด (Total Dissolved Salts) เป็นการวัดหาปริมาณเข้มข้น โดยใช้เครื่องมืออิเล็กโทรนิกเป็นเครื่องวัดลักษณะการนำไฟฟ้า เรียกว่า electrical conductivity meter และ cell บอกลักษณะการนำไฟฟ้าเรียกว่า conductivity cell

น้ำกลั่นเป็นน้ำบริสุทธิ์จะไม่มีเกลือไฟฟ้า แต่ถ้าเอาเกลือมาละลายในน้ำกลั่น น้ำกลั่นนั้นก็กลายเป็นเกลือไฟฟ้าขึ้นมาทันที พิสูจน์ได้ด้วยการนำไปวัดด้วยเครื่องมืออิเล็กโทรนิก จะทราบได้ว่ามีปริมาณเกลือละลายอยู่เท่าใด หน่วยวัดสำหรับอ่านค่าในน้ำคือ ไมโครโมสต่อเซนติเมตรที่ 25 องศาเซลเซียส (micromhos/cm at 25° C) ค่าความนำไฟฟ้าสามารถจัดแบ่งคุณภาพของน้ำได้ดังนี้

ค่าเกลือละลายทั้งหมด (micromhos/cm at 25° C)	คุณภาพของน้ำ
< 250	ดีมาก-ดี
250-750	ปานกลาง
750-1250	พอใช้-ไม่ดี
> 1250	ไม่ดี (ไม่เหมาะที่จะใช้สำหรับพืชในสภาวะปกติ)

ในสภาวะปกติ น้ำเพื่อการเกษตรควรมีค่าความนำไฟฟ้าไม่เกิน 750 micromhos/cm at 25° C ถ้าสูงกว่านี้ จะเริ่มรู้สึกกร่อยและเป็นอันตรายต่อพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือเนื้อของดิน การกระจายของเกลือในชั้นของดิน และชนิดของพืชที่ปลูกด้วย

2. ปฏิกริยาของน้ำ (Water reaction) เป็นการวัดระดับความเป็นกรด กลาง และด่างของน้ำ โดยปกติจะบอกค่าเป็นหน่วย pH หรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่ไม่ถูกดูดซึม เราสามารถวัด pH ของน้ำได้ด้วยเครื่อง Glass Electrode pH meter และจัดระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำได้ดังนี้

pH ของน้ำ	คุณสมบัติของน้ำ
7.0	มีปฏิกริยาเป็นกลาง
7.0-6.0	มีปฏิกริยาเป็นกรดอย่างอ่อน
6.0-5.0	มีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลาง
5.0-4.0	มีปฏิกริยาเป็นกรดรุนแรง
4.0	มีปฏิกริยาเป็นกรดจัด

สำหรับระดับความเป็นด่าง สามารถเรียกได้ในการทำงานเดียวกัน โดยไล่จากระดับ pH 7.0 ขึ้นไป

น้ำธรรมชาติจากแม่น้ำโดยมากมีค่า pH 7.0-8.5 และสามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดี ต้นข้าวในประเทศไทยชอบ pH ระหว่าง 5.5-6.5 พืชอื่น ๆ ชอบ pH ต่าง ๆ กัน แล้วแต่ชนิดของพืช ซึ่งความเหมาะสมจะอยู่ในช่วง pH ระหว่าง 5.5-7.5

ความเป็นกรดเป็นด่างหรือ pH ของน้ำ ไม่ได้เป็นประโยชน์และโทษต่อพืชโดยตรง pH ของน้ำมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการละลายได้ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชที่ใช้น้อย ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีในสภาพเป็นกรด ส่วนโมลิบดีนัมละลายน้ำได้ดีเมื่อ pH เป็นกรดเล็กน้อย นอกจากนี้ pH ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ ธาตุอาหารพืชที่สำคัญหลายธาตุเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน จะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ต้องอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในสภาพเป็นกลาง

3. คลอไรด์ (Cl)

สำหรับคลอไรด์ไอออนนี้ เคยมีรายงานของนักวิจัยพบว่าพืชยืนต้นและไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปี ส่วนมากมีความไวต่อคลอไรด์ แม้ว่า จะมีความเข้มข้นต่ำ ส่วนพืชปีเดียวโดยมากไม่มี

ความไว แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ามีความเข้มข้นของคลอไรด์สูงจะเป็นพิษต่อพืชได้แทบทุกชนิด เนื่องจากดินไม่ดึงคลอไรด์จำนวนคลอไรด์จึงปะปนอยู่ในน้ำที่อยู่ในดิน รากพืชสามารถดึงคลอไรด์ไปสะสมอยู่ที่ใบเช่นเดียวกับโซเดียม แต่ลักษณะอาการที่เป็นพิษของคลอไรด์แตกต่างกับโซเดียม เพราะอาการไหม้หรือแห้งที่ใบ จะเกิดจากปลายใบที่แก่ก่อน แล้วจึงลุกลามไปตามขอบของใบ ทำให้ใบร่วงก่อนที่จะเติบโตเต็มที่ การนำใบพืชไปวิเคราะห์ทางเคมี จะเห็นความเป็นพิษของคลอไรด์ได้ชัดเจน ส่วนมากพืชที่ไวต่อคลอไรด์จะแสดงอาการเป็นพิษออกมา เมื่อจำนวนคลอไรด์เกิน 0.3 ถึง 0.5% โดยน้ำหนักแห้ง น้ำชลประทานที่ดี ควรมีจำนวนคลอไรด์ปะปนอยู่ไม่เกิน 10 meq/l

การวิเคราะห์หาสารละลายคลอไรด์ในน้ำนั้น ทำได้โดยการนำตัวอย่างน้ำไปไตเตรทกับน้ายามาตรฐาน AgNO_3 โดยใช้ K_2CrO_4 เป็น indicator

4. โซเดียม (Na^+) อัตราส่วนของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะเป็นมาตรฐานที่สำคัญในการวัดความเหมาะสมของน้ำเพื่อการเกษตร ปริมาณเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดน้อยลง ถ้าหากเปอร์เซ็นต์ของเกลือโซเดียมต่ำ ระดับโซเดียมในน้ำเพื่อการเกษตรแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

ระดับ 1 (S_1) มีจำนวนโซเดียมต่ำกว่า 60% หรือ 0-10 meq/l น้ำประเภทนี้ใช้สำหรับพืชได้ทุกชนิด แต่จะเป็นอันตรายต่อพืชได้ก็ต่อเมื่อพืชชนิดนั้น ได้สะสมโซเดียมไว้จนถึงระดับที่ให้โทษ

ระดับ 2 (S_2) มีจำนวนโซเดียมระหว่าง 60-75% หรือ 10-18 meq/l มีปริมาณโซเดียมปานกลาง น้ำประเภทนี้ใช้กับพืชที่ปลูกในดินเนื้อหยาบและมีพวกอินทรีย์วัตถุสูงมีการซึมน้ำได้ดี แต่จะเป็นผลเสียต่อพืชที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดและมีการดูดซึมน้ำไม่ดี

ระดับ 3 (S_3) มีจำนวนโซเดียมสูงเกินกว่า 75% หรือ 18-26 meq/l แสดงว่ามีปริมาณโซเดียมสูง น้ำประเภทนี้มีโซเดียมในระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชในดินทุกชนิดถ้าจะใช้น้ำประเภทนี้ในการเพาะปลูก ก็ควรปรับปรุงดินให้มีการระบายน้ำได้

ความเป็นพิษของโซเดียม มีรายงานว่ามีขึ้นต้นและไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปี โดยมากจะมีความไวต่อองค์ประกอบของโซเดียมในน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นต่ำ ส่วนพืชที่มีอายุปีเดียว ไม่มีความไว แต่จะเป็นอันตรายเมื่อมีความเข้มข้นสูง

ถ้าระบายน้ำที่มีโซเดียมสูงเข้าไปในพื้นที่เพาะปลูก จะทำให้ดินมีโซเดียมสูงตามไปด้วย แต่ถ้าให้น้ำบ่อยๆ จำนวนโซเดียมอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ โซเดียมนี้จะเข้าไปสะสมอยู่ในใบของ

พืชเพราะพืชดูดน้ำเข้าไปใช้และพืชคายน้ำออก โซเดียมจะไปสะสมอยู่ที่ใบ ความเป็นพิษจะเกิดขึ้นเมื่อใบพืชสะสมโซเดียมไว้ในความเข้มข้นสูง จะทำให้ใบไหม้เกรียม เนื้อเยื่อแห้งตามขอบใบ ซึ่งเป็นลักษณะอาการที่เห็นได้ชัด

ความเป็นพิษของโซเดียมจะลดลง ถ้านำมีแคลเซียมอยู่ด้วย และถ้าจำนวนแคลเซียมมีมากพอ อันตรายที่จะเกิดจากโซเดียมนั้นไม่มี ดังนั้นการพิจารณาว่าโซเดียมจะเป็นพิษหรือไม่พิจารณาได้จากอัตราการดูดซับโซเดียม ของน้ำที่สกัดออกจากดิน ความเป็นพิษของโซเดียม จะแสดงอาการที่ใบแก่ เพราะมีระยะเวลาในการสะสมโซเดียมนาน หลังจากมีอาการไหม้ตามขอบใบแล้ว ก็จะไหม้ลุกลามเข้าไปถึงกลางใบ โดยมากไม้ยืนต้นจะแสดงอาการเป็นพิษของโซเดียม เมื่อใบพืชสะสมเกิน 0.25 ถึง 0.50% โดยน้ำหนักแห้ง ฉะนั้นในการตรวจสอบความเป็นพิษของโซเดียมจึงทำได้ 3 ทางคือ ทางการวิเคราะห์ดิน วิเคราะห์น้ำ และวิเคราะห์เนื้อเยื่อของพืช

พืชที่มีความไวต่อโซเดียมได้แก่ ต้นไม้ผลผลัดใบ ต้นไม้ผลเปลือกแข็ง ต้นส้ม อะโวคาโด และข้าวเมล็ดแบน

การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในน้ำ ทำได้โดยการนำตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วไปวัดได้โดยตรงด้วยเครื่อง Flame Spectrophotometer

5. ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) หรือค่าที่เหลือ residual alkali) จะเป็นอันตรายต่อพืชโดยทางอ้อมคือ ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้พืชดูดธาตุเหล็กลดลง เป็นเหตุทำให้เกิด chlorosis ได้ เช่น แอปเปิล ฝรั่ง หนุ่ยดัลลิส และส้ม เป็นต้น ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า มีจำนวนค่าทั้งหมด (total alkali) สูงเกินกว่าจำนวนแคลเซียมและแมกนีเซียมรวมกันส่วนที่เกินของค่านี้ (excess of alkali) เรียกว่าค่าที่เหลืออยู่ (residual alkali)

อีตัน (Eaton) นักวิจัยที่มีชื่อเสียงทางด้านเกษตรกรรมคนหนึ่ง ได้ยืนยันว่า "ค่าที่เหลืออยู่" ในน้ำชลประทานจะประกอบกันขึ้น เป็นอันตรายต่อความเจริญเติบโตของพืชผลและโครงสร้างของดิน เพราะเหตุว่า มันสามารถทำให้เกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมจากสารละลายในดินตกตะกอนได้ ในกรณีเช่นนี้ ทำให้แคลเซียมและแมกนีเซียมที่พืชและดินควรได้รับต้องหมดสภาพไป คงเหลือเฉพาะธาตุโซเดียมทั้งไว้ในสารละลายของดินเท่านั้น จึงทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากขาดธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ นอกจากนี้ยังทำให้พืชหลายชนิดดูดธาตุเหล็กไปใช้ได้น้อยลง อาจทำให้ขาดธาตุเหล็กได้ น้ำชลประทานที่ดีควรมีไบคาร์บอเนตละลายอยู่ไม่เกิน

10 meq/l

การวิเคราะห์หาปริมาณไบคาร์บอเนตทำได้ โดยการนำตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วในปริมาณที่ต้องการ ไปไตเตรทกับน้ำยามาตรฐาน H_2SO_4 โดยใช้ methyl red เป็น indicator

6. การบอเนต ($CO_3^{=}$) ปกติจะอยู่ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) หรือ total hardness ยิ่งมีค่าสูงเท่าไรก็แสดงว่าน้ำนั้นมีความกระด้างสูงขึ้นเท่านั้น น้ำกระด้างไม่เหมาะที่จะใช้เพื่อการเกษตร

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอเนต ทำได้โดยการนำตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วในปริมาณที่ต้องการ ไปไตเตรทกับน้ำยามาตรฐาน H_2SO_4 โดยใช้ phenolphthalein เป็น indicator

7. ซัลเฟต ($SO_4^{=}$) ในดินและน้ำที่มีซัลเฟตสูง จะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ ปลูก ผัก ตันตีนไก่ (cooksfoot) เพราะเหตุว่าซัลเฟตจะจำกัดการทำงานของแคลเซียมไอออน ทำให้พืชดูดแคลเซียมไปใช้ได้น้อยลง น้ำเพื่อการเกษตรควรมีปริมาณซัลเฟตปนอยู่ไม่เกิน 10 meq/l

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในน้ำ ทำได้โดยวิธีวัดความขุ่นของ $BaSO_4$ ที่เกิดขึ้นเมื่อเติมผลึกของ $BaCl_2$ ลงไป วิธีนี้ใช้หาซัลเฟตที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำไม่เกิน 40 ppm ถ้าในตัวอย่างน้ำมีอินทรีย์วัตถุมาก จะหาซัลเฟตโดยวิธีนี้ไม่ได้ เพราะจะไม่เกิดตะกอน $BaSO_4$

8. แคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca^{++} & Mg^{++}) การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่สะดวกรวดเร็วและเที่ยงตรง ใช้วิธีวัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

โดยปกติ แมกนีเซียมจะอยู่ในรูปของแมกนีเซียมซัลเฟต (epsom salts) มีส่วนน้อยที่อยู่ในรูปของแมกนีเซียมคลอไรด์ การที่มีเกลือแมกนีเซียมสูงจะช่วยเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ให้สูงขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้สัตว์เลี้ยงผิดปกติ เสียการทรงตัวและอาจถึงตายได้ในที่สุด

ทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมนี้เป็นตัวที่ทำให้เกิดความกระด้างของน้ำ ความกระด้างของน้ำมี 2 ประเภทคือ กระด้างชั่วคราวและกระด้างถาวร

น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดขึ้นจากมีแคลเซียมหรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งเมื่อต้มจะให้คาร์บอไดออกไซด์ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมจะตกตะกอนทำให้น้ำหายกระด้าง

น้ำกระด้างถาวร เกิดขึ้นจากการมีแคลเซียมหรือแมกนี

เซียมซัลเฟตและคลอไรด์ (สารพวก non-carbonate) ซึ่งเมื่อต้มจะไม่ตกตะกอน แต่จะแก้ไขได้โดยใช้สารเคมี พวก hydrated lime หรือ quick lime (ปูนขาวชนิดที่ประกอบด้วยน้ำ) น้ำกระด้างต้มจะไม่ตกตะกอน แต่จะแก้ไขได้โดยใช้สารเคมี น้ำกระด้างถาวรไม่เหมาะที่จะใช้ในการเกษตร

เกณฑ์พิจารณาน้ำอ่อนและน้ำกระด้างมีดังนี้

ปริมาณเกลือในน้ำ (ppm)	ความกระด้างของน้ำ
< 50.....	อ่อนมาก
50-100.....	อ่อนปานกลาง
100-150.....	กระด้างเล็กน้อย
150-200.....	กระด้างปานกลาง
200-300.....	กระด้างค่อนข้างมาก
> 300.....	กระด้างมาก

9. เหล็ก (Fe) จากการทดลองพบว่า ธาตุเหล็กละลายน้ำอยู่ในรูปของเหล็กไบคาร์บอเนต เช่นเดียวกับธาตุแคลเซียมไบคาร์บอเนต ถ้าไม่กำจัดออก เวลาใช้รดพืชจะจับอยู่ที่ส่วนใบและรากของพืชได้ เหล็กและแคลเซียมที่อยู่ในรูปของไบคาร์บอเนตจะละลายน้ำได้ง่ายกว่าพวกคาร์บอเนต และพวกที่เป็นไบคาร์บอเนตนี้มักมี pH อยู่ในระหว่าง 5.8-6.9 หรือ ต่ำกว่านี้ ขึ้นอยู่กับกรดที่เข้ามาแทรก

การใช้น้ำที่มีเหล็กและแคลเซียมคาร์บอเนตรัดต้นไม้ เมื่อแห้ง อนุผลของเหล็กคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตจะไม่ระเหยไปด้วย แต่จะจับใบและรากเป็นคราบอยู่ และจะอุดตันรูของราก ทำให้ดูดธาตุอาหารไม่ได้เท่าที่ควร ถ้าคราบที่จับเป็นสีน้ำตาลก็แสดงว่าเป็นสนิมเหล็ก แต่ถ้าคราบเป็นสีขาวก็แสดงว่าเป็นพวกแคลเซียม ส่วนพวกเหล็กคาร์บอเนตก็จะกลายเป็นรูปของสนิมเหล็กเกาะแน่นไม่ละลายน้ำ แต่ถ้าเป็นคราบของแคลเซียมคาร์บอเนตก็พอจะกำจัดได้ด้วยการใช้กรดล้าง

10. โบรอน เป็นส่วนประกอบของน้ำทั่ว ๆ ไป ตามธรรมชาติโบรอนเป็นธาตุที่จำเป็นชนิดหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช แต่พืชต้องการเพียงเล็กน้อย ถ้ามากเกินไปจะขัดขวางการดูดน้ำของพืช ความเป็นพิษของโบรอนมักเกิดจากน้ำชลประทานที่มีโบรอนปะปนอยู่ด้วย แต่บางครั้งก็อาจเกิดจากโบรอนที่มีอยู่ในดิน น้ำในแม่น้ำลำธารโดยมากไม่มีโบรอน แต่จะมีมากในน้ำบ่อ หรือน้ำพุซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีรอยแตกจากแผ่นดินไหว หรือบริเวณที่มีดินหรือหินสลายตัวจากภูเขาไฟโบราณ หรือมีโบรอนจากน้ำทะเลเข้าไปตกค้างอยู่

โบรอนทำอันตรายต่อพืชได้กว้างขวางกว่าโซเดียมและ

คลอไรด์ พืชสามารถดูดโบรอนเข้าไปสะสมอยู่ในใบ และส่วนอื่น ๆ ของต้นพืช อาการที่เป็นพิษจะแสดงออกครั้งแรกที่ปลายใบ บางครั้งก็มียางไหลออกตามกิ่งก้านและลำต้น เช่น อาการที่แสดงออกของต้นอัลมอนต์

พืชที่ไวต่อความเป็นพิษของโบรอน เมื่อมีความเข้มข้นที่ใบเกิน 250 ถึง 300 ppm โดยน้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามพืชที่ไวบางชนิดไม่ได้สะสมโบรอนไว้ในตัวใบ ดังนั้นในขณะที่พืชได้รับอันตรายจากโบรอน โบรอนที่ใบจะไม่สูงถึงขีดจำกัดดังกล่าว ได้แก่ ต้นข้าว พลับ อัลมอนต์ สาเล่ แอปเปิ้ล และอื่น ๆ ในกรณีเช่นนี้ ควรตรวจความเข้มข้นของโบรอนจากการวิเคราะห์น้ำและดิน พืชแต่ละชนิดสามารถทนทานต่อระดับโบรอนในน้ำแตกต่างกันไป ดังนี้

ความทนทานโบรอนของพืชบางชนิดในน้ำชลประทาน		
ทนทานมาก (4.0 meq/l)	ทนทานปานกลาง (2.0 meq/l)	ไม่ทนทาน (1.0 meq/l)
หน่อไม้ฝรั่ง	ทานตะวัน, ฝ้าย	แอปเปิ้ล
อินทผาลัม	มันฝรั่ง, มันเทศ	องุ่น
แกลดิโอลัส	ข้าวโพด	ห่อ
หอมหัวใหญ่	มะเขือเทศ, พริกชี้ฟ้า	ส้ม
กะหล่ำปลี	ข้าวหวาน, ข้าว	อะโวคาโด
ผักกาดหอม	ข้าวแขก	ส้มโอ
แครอท	พริกทอง	มะนาว

11. ไนโตรเจน เป็นอันตรายต่อรากของพืชที่ปลูกในดินเหนียว น้ำที่ใช้รดพืชที่ปลูกในดินเหนียว ควรมีไนโตรเจนไม่เกิน 2-3 ppm นอกจากนี้ทั้งไนเตรทและไนโตรเจน ยังเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงพวกเคี้ยวเอื้อง เช่น แกะ วัว ควาย ถ้าให้อาหารที่มีธาตุนี้มากเกินไป เพราะปฏิกิริยาของไนเตรทและไนโตรเจนจะเปลี่ยนแปลง oxyhaemoglobin ในเลือดให้เป็น methaemoglobin ซึ่ง

ผลที่ตามมาคือ สัตว์ไม่สามารถที่จะนำออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อในร่างกายได้

12. อัมโมเนียมไอออน (ammonium ion) จากการทดลองพบว่า ไม้ดอกไม้ประดับ (bedding plant) บางชนิดไม่มีความทนทานต่ออัมโมเนียมไอออน เช่น ต้นฟลอกซ์ (phlox) และ เวอร์เบนา (verbena) จะมีลักษณะใบไหม้เกรียม ต้นคาร์เนชัน (carnation) สวิส อลิสซัม (sweet alyssum) และสต็อก (stocks) จะเกิดรากเน่าและใบอ่อนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สำหรับต้นพิทูเนีย (petunia) นั้น ตามรายงานการทดลองปรากฏว่า เจริญงอกงามได้ดีเมื่อได้รับอัมโมเนียมไอออนที่มีความเข้มข้นปานกลาง

13. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) แม้แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็จะเป็นอันตรายต่อพืชได้

14. ซีลีเนียม ลิเทียมและฟลูออไรด์ (selenium, lithium, fluoride) โดยปกติจะไม่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง แต่สามารถสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อต่างๆ ของพืชได้ และเมื่อสัตว์กินพืชเหล่านั้นเข้าไป ก็จะทำให้เกิดเป็นพิษอย่างร้ายแรงต่อระบบการย่อยอาหารของสัตว์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ซีลีเนียมในปริมาณเพียง 1 ppm ในน้ำเพื่อการเกษตรก็สามารถทำให้พืชจำพวก มะกูด มะนาว มีลักษณะใบไหม้เกรียมและร่วงหลุดจากต้นได้

เอกสารอ้างอิง

- Anon. 1976. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Papers No. 29.
- Chatfield, M.G. 1970. Water quality and testing for irrigation. Water Analyst N.S.W. Department of Agriculture.
- Nemerow, N.L. 1955. Liquid wastes of industry theories, practices, and treatment. USDA Circular No. 969.

Irrigation Water and Analysis of Irrigation Water

Yonchit Aguru

Agriculture Chemistry Division

Department of Agriculture

ABSTRACT

Chemical water analysis is able to determine quantity and kind of soluble salts that constitute the total dissolved solids in water. Most of irrigation waters that flow over the earth surface contain dissolved solids, principally calcium, magnesium, sodium, bicarbonate, chloride, sulphate, and traces of many other elements. These dissolved salts contribute to salinity and possess potential hazards associated with water use. These hazards may be categorized as the followings. The total soluble salts hazard - "C", sodium hazard - "S", bicarbonate or "residual alkali" hazard, and specific ion hazard. By considering these categories, we may derive at an assessment of the hazards that may be involved in the use of the water for irrigation. Measures to minimize the destructive effects of hazardous water may be suggested. The differential effects of soluble salts on the yield of various plant species have suggested the classification of crops into three main groups : high salt tolerance, medium salt tolerance, and low salt tolerance.
