



מה הקשר בין מלח בישול לאלקטרוליזה ולרחצה בבריכה?

הצעה לפעילויות בכיתה

הפעילויות פותחו על ידי ד"ר מירי קסנר, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

את הפעילויות הבאות ניתן לשלב בנושאים הבאים:

- יסודות: תכונות, דרכי הפקה ושימושים (הכלור כדוגמה)
- חומרים יוניים ותהליכי אלקטרוליזה בנתך/בתמיסות
- חיטוי מים; ביוצידיים; תכונות הכלור כביוצידי
- חמצון-חיזור; חומרים מחמצנים ומחזרים; תהליכי ייצור המבוססים על תהליכי חמצון-חיזור
- כימיה בחיי היומיום
- תעשייה כימית: תהליכים, מוצרים ושימושים.

אתרי אינטרנט קשורים:

מפעלי ים המלח

<http://www.dsw.co.il>

מפעלים אלקטרוכימיים בע"מ

<http://www.eil.co.il>

הכלור: אתר באנגלית - ארגון הכלור

<http://www.cl2.com/>

קראו את הכתבה: "תוסיף לי קצת מלח לבריכה", שהופיעה בגיליון אוגוסט-ספטמבר, 1997 של "ירוק, כחול לבן", דו-ירחון לאיכות חיים וסביבה.

- א. הכינו רשימת מושגים חשובים ובארו אותם.
- ב. רשמו שאלות שעולות אצלכם תוך כדי קריאת הכתבה.

תוסיף לי קצת מלח לבריכה

חיטוי בריכות השחייה הכרחי לשמירה על בריאות המתרחצים. במרבית המקרים משתמשים בכלור, שהוא חומר מסוכן לרוחצים ולסביבתם. כעת מגיע לארץ תחליף יעיל לא פחות, אבל בטוח וידידותי בהרבה לסביבה.

השתכשכות במימי בריכת השחייה, פרטית או ציבורית, מתקשרת עם פעילות של כיף ופינוק - אך גם עם ריח כלור, צריבה בעיניים ובגדים שהתבלה טרם זמנו. כלור מצוי בשלושה מצבי צבירה - גז, נחל ומוצק. הריכוז המותר של כלור בבריכה נע בין 0.8 ל-3 חלקים למיליון.

חיטוי מימי הבריכה בכלור נועד לחסל חיידקים, נגיפים וחד-תאיים גורמי מחלות, אשר עלולים להימצא במים. אך תחקיר שערך העיתון "ידיעות אחרונות" בקייץ שעבר, העלה מימצאים מדאיגים ביותר. לדברי העיתון, בריכות השחייה הפסטורליות הן, למעשה, חבית של חומר נפץ. בחדרי המכונות שלצד כל בריכה מאוחסנים בלונים גדולים של גז כלור - המוגדר כחומר מסוכן ביותר. כל תקלה בציוד או באחזקתו, עלולה לגרום הרעלה מיידית. ממסמכים של פיקוד העורף, המקיים מעקבים על דליפות כלור בארץ, עולה, כי עשרות ואולי מאות אנשים נפגעים מדי שנה מהרעלות כלור בבריכות השחייה. אחד המקרים שעלו לכותרות אירע לפני שנתיים במלון "פאלאס" באילת. נהג מיכלית, שהוביל כלור נוזלי לבריכת המלון, חיבר את צינורות המילוי למיכלים הממוקמים במרתף. עקב תקלה חדר כלור למיכל סמוך, שבו אוחסנה חומצת מלח. תגובה כימית בין החומצה לכלור גרמה להתפשטות ענני גז כלור, שחדרו למערכת מיזוג האוויר. התוצאה: 30 מאורחי המלון נפגעו משאיפת הגז ופוננו לבית-החולים.

בעקבות התאונות והכמעט תאונות, פירסם המשרד לאיכות הסביבה תקנות האוסרות לחלוטין על השימוש בגז כלור בבריכות, הנמצאות ברדיוס של 200 מטרים ממקום מיושב. לבריכות השחייה בבתי המלון הותר להשתמש אך ורק בכלור נוזלי, שאף הוא אינו בטוח לחלוטין.

הכלור מוגדר כחומר מסוכן לא רק עבור המתרחצים, אלא עבור ציבור רחב יותר הנמצא בקירבת מיתקן הכלודינציה, בלוני האיחסון הצמודים למיתקנים ונהגים בכבישים בהם נעות מכליות הכלור (משרד התחבורה הגביל את כניסתן למרכזי הערים לשעות מסוימות).

לפני כעשר שנים הונהגה בארצות-הברית, שיטה חדשה לחיטוי מי בריכות, פרטיות וציבוריות כאחד, בעלת יתרונות סביבתיים רבים. שיטה זו אף אושרה אשתקד על-ידי משרדי הבריאות ואיכות הסביבה לשימוש בישראל.

חברת מפל מציעה את שיטת החיטוי והטיהור הזאת, בעזרת מיתקן CLORMATIC, המוגדר כ"מיני מפעל" לכלודיזציה של המים. מדובר במערכת חכמה, המפיקה כלור מכמות קטנה של מלח המוסיף למי הבריכה. בתהליך חשמלי מיוחד ממחזרת המערכת את המלח לכלור, בכמות מספקת לטיהור מי הבריכה. הכלור הופך שוב למלח וחוזר חלילה.

וכך זה עובד, בשלבים: תחילה מוסיפים למימי הבריכה מלח בישול רגיל ביחס של 2500 חלקים למיליון (דרגת מליחות השווה לזו של כפית מלח בארבעה ליטרים מים, ודומה לזו של מי השתייה במקומות רבים בנגב).

בשלב השני מפעילים את ה"כלורמטיק", כשהמלח שבמים עובר דרך גוף המיתקן, הוא מומר לסודיום היפו-כלוריד, חומר המשמיד אורגניזמים לא רצויים במימי הבריכה, תוך שמירה על הרמה הסניטרית המיטבית של המים. המלח במים הוא כה עדין, עד כי אין כל תחושה של גירוי או צריבה בעיניים או בעור.

הסודיום היפו-כלוריד מחסל את הבקטריות והאצות, ואחר כך חוזר והופך למלח. הכל נעשה בשיטת 'המעגל הסגור', המנצלת שוב ושוב את המליחות הקיימת במי הבריכה.

מיתקן בקרה שומר על רמת המלח הנחוצה ועל חומציות סבירה של המים. תהליך זה מחטא ביעילות, כאמור, ללא פגיעה בעיניים, בעור ובבגד-הים וללא ריח כלור. יתרון נוסף של השיטה הוא במניעת סכנה לעובדי התחזוקה, ובהפחתת הצורך בשינוע ובאיחסון בלוני הכלור. אך, יש גם חיסרון: ההשקעה הראשונית בהתקנת המיתקן גבוהה יחסית, ומתאזנת עם הזמן, הודות לחיסכון בקניית בלוני כלור ובעלויות תחזוקה. עד היום הותקנו מערכות חיטוי על בסיס מלח בכ-250 בריכות שחייה פרטיות וב-30 בריכות ציבוריות, במוסדות ובמועדונים שונים.



ואני ידעתי שמלח
מוסיפים בבישול!

... עוד מעט נתחיל
לשתות מי מלח...

ג. ענו על השאלות הבאות:

1. מהי חשיבות החיטוי בבריכות השחייה?
2. הכלור משמש לחיטוי מים בכלל ולחיטוי מי-בריכות שחייה בפרט. רכזו את תכונותיו של הכלור ב"כרטיס". התבססו על התכונות וענו על השאלות הבאות:
 - מהן התכונות שעושות אותו מתאים לחיטוי מים?
 - מהן התכונות העושות אותו למסוכן?
 - מהן הסכנות הכרוכות בשימוש בכלור?
3. אילו אמצעים יש לנקוט כדי להתגבר על הסכנות הכרוכות בשימוש בכלור?
4. באיזו דרך פועל הכלור לחיטוי המים?
5. * מדוע יש, לדעתכם, בבריכה מכל עם מימן כלורי, HCl ?
6. * מהי התגובה העלולה להתרחש בעת "מפגש" בין מימן כלורי לכלור? האם תגובה זו מסוכנת?
7. מהי השיטה החדשה לחיטוי בריכות וכיצד היא פועלת?
נסחו את התהליכים המתרחשים.
8. מהם היתרונות של שיטה זו לחיטוי מים?
9. מהם החסרונות של שיטה זו לחיטוי מים?
10. בחנו את היתרונות והחסרונות ובחרו את השיטה שנראית לכם ביותר. נמקו.
11. האם קיימות שיטות נוספות לחיטוי מים?
12. נסו להעלות רעיונות לשיטות נוספות בעלות יתרונות ולאפיין אותן. הערה: גם אם אינכם מכירים חומרים או שיטות נוספות, נסו לחשוב על "השיטה האידיאלית" ולכתוב מה יהיו מאפייניה.
13. אילו שאלות נוספות עולות תוך כדי קריאת הכתבה?
14. אילו שימושים נוספים קיימים לכלור?

* שאלות לתלמידי י"א, י"ב

יותר טוב מסבון ומים

מאת נוח ברוש, מעריב, 29.10.2000

מחקרים חדשים שבוצעו בארה"ב וביפן מראים שיש צורה טובה יותר לשטוף פירות, ירקות ומצרכי מזון אחרים - ולא דווקא לעשות זאת במים וסבון.

אלקטרוליזה היא השיטה הטובה ביותר לשטיפת ירקות ופירות כדי להרחיק מהם מחוללים אפשריים של מחלות זיהומיות ■ המלחמה ב"מושבות חיידקים"

שמיים וארץ

סטיפה במים שעוברים אלקטרוליזה מבטיחה חיטוי טוב יותר של מוצרי המזון ועשויה להקטין את שיעור המחלות הזיהומיות המועברות באמצעות "מושבות חיידקים" בשכבה העליונה של פריטי המזון הנשטפים.

אלקטרוליזה היא תהליך שבו מועבר זרם חשמלי דרך נוזל. אפשר לבצע ניסוי פשוט בבית, כדי להדגים במה המדובר: מחדירים קצוות של חוטים מוליכי-חשמל לכוס מים, ואת הקצוות האחרים מחברים לקוטבי סוללה חשמלית. אם מוסיפים מלח ביסול למים - רואים בועות גז שמשתחררות ועולות אל פני המים. אלה הן בועות של הגז כלור - אחד משני היסודות המרכיבים את מולקולת המלח. גם במי ברז יש מלח ביסול - אמנם בכמות קטנה, אך די בה כדי לשחרר כלור בעת שמועבר זרם חשמלי דרך המים.

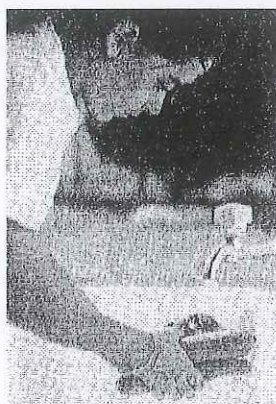
כאשר מבצעים אלקטרוליזה של המים, מעלים במידת-מה את כמות הכלור המומס שבמים. הכלור הוא גורם-חיטוי, כמו שיודעים כל השחיינים. משתמשים בכלור לעתים קרובות מאד לחיטוי מי הבריכות.

ניתן כיום להשיג מכשירים ביתיים המעלים את ריכוז הכלור החופשי שבמים, מבלי להוסיף להם כלור - והדבר נעשה רק באמצעות אלקטרוליזה. יחד עם הכלור מוסיפים למים אטומים אחרים - תוצאה של פירוק חשמלי של מולקולות שהיו מומסות במים. החוקרים גילו עתה שאטומים אלה אכן משפרים את כושר החיטוי של המים, ובכך יתרונה הגדול של שיטת האלקטרוליזה.

הניסיונות שהביאו למסקנה זאת בוצעו באוניברסיטת ג'ורג'יה בארה"ב ובאוניברסיטת קינקי, ביפן. החוקרים מדדו בהם את ריכוז החיידקים על פני ירקות שזה עתה נחתכו, וכן בבשר טרי ובביצים לאחר שנשטפו במים שעברו אלקטרוליזה.

השוואה עם אותם מוצרים ופריטי מזון שנשטפו בצורות גילות (מים וסבון בלבד), הראתה שריכוז החיידקים בפריטי המזון "שטופי האלקטרוליזה", היה נמוך בצורה משמעותית לעומת אלו שנשטפו רק במים וסבון רגילים. בניסויי שכלל עלי תרד, למשל, השיעור הגיע אפילו עד לפי מאתיים.

כמובן שלאחר השטיפה במים שעברו תהליך אלקטרוליזה יהיה צורך בשטיפה נוספת, במים רגילים - כדי להקטין את כמות הכלור שנדבקה למזון. אבל בצורה זו אפשר יהיה לצמצם במידה משמעותית את סוגי הזיהומים הנגרמים עקב חוסר ניקיון של מזון.



כדי להבטיח מזון נקי יותר, יש להשתמש במים שעברו אלקטרוליזה. מים וסבון בלבד לא מספקים חיטוי יעיל.

כתבה נוספת זו מתייחסת לשימוש נוסף בשיטה שהוזכרה לחיטוי מים.

- קראו את הכתבה, העלו שאלות רבות ככל האפשר ודונו בהן בקבוצות, ואחר כך בדיון כיתתי.
- האם, לדעתכם, יש לשיטה זו יתרונות לשימוש הנדון? אם כן, מהם? אם לא, נמקו מדוע.

ניסויים מומלצים

1. ניסוי מאשר - אלקטרוליזה של תמיסת נתרן כלורי במים
2. ניסוי חקר - השפעת סוג המלח וריכוזו על כושר החיטוי
3. ניסוי ממוזער - אלקטרוליזה בתמיסה מימית של נתרן כלורי, בדיקת תוצרים, בדיקת תהליך, דרכי הפרדה ועוד (ראו מאמר בעמ' 25)

גם ייצור כלור בתעשייה נעשה בשיטה אלקטרוליטית

בארץ מיוצר כלור בכמה מפעלים ובשיטות שונות:

- א. ייצור כלור במיתקן הכלור במפעלי ים המלח בסדום.
- ב. במפעל המגנזיום בסדום מתקבל כלור כתוצר לוואי של תהליך ייצור המגנזיום.
- ג. בתעשיות אלקטרו כימיות בע"מ (פרוטארום) מיוצר כלור כחומר גלם לייצור PVC.

השתמשו במקורות השונים העומדים לרשותכם ודונו בתהליכים המוזכרים לעיל תוך התייחסות לנושאים הבאים:

- עקרונות כימיים** (חומרי גלם, תהליך ייצור ושלבי הייצור, חומרי לוואי וחומרי עזר, תנאי התגובה, תרשים זרימה)
- היבטים אנרגטיים**
- היבטים טכנולוגיים** (חומרי מבנה וציוד)
- היבטים בטיחותיים**
- היבטים סביבתיים** (אקולוגיים)
- שיקולים כלכליים**

שאלות מסכמות:

1. במה נבדלים התהליכים השונים לייצור כלור?
2. במה דומים התהליכים השונים לייצור הכלור?
3. מהם היתרונות/חסרונות של כל אחד מהתהליכים לייצור כלור?
4. מהם השימושים השונים של הכלור בארץ ובעולם?

מקורות נוספים:

לא על הברום לבדו- מים המלח למוצרים בשירות האדם, מאת מירי קסנר, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן למדע.
מוצרים של התעשייה הכימית בישראל-לקט נתונים, מאת שרה שני, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן למדע.
מפעלים כימיים בישראל, חוברת הדרכה, מאת שרה שני, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן למדע.