

# מי אוזון במקום אקונומיקה

**מי אוזון נמצאו כתחליף ראוי לניקוי ולחיטוי במקום הכימיקלים הרעילים הנמצאים במקומות העבודה, בתעשיית המזון ובבית. הם יעילים ובטוחים בשימוש ותורמים להגברת הבטיחות והגיהות**

מאת ד"ר יותם פופוביץ', מיקרוביולוג, חברת קלין-ביט  
ד"ר איתן ישראלי, יו"ר האגודה הישראלית לבטיחות ביולוגית

צילום: חברת קלין ביט



היו בבליעה או בחשיפה נשימתית (Chang et al. 2020).

## ומה בישראל?

מהדוח האחרון של ארגון "בטרם" ומשרד הבריאות אנו למדים כי בין השנים 2018-2014 אושפזו כ-930 ילדים במוצע, בשנה, כתוצאה מהרעלה. יותר מסיכונים מתוקשרים אחרים, כגון טביעה או חנק, ואף יותר מאשפוזים כתוצאה מתאונות דרכים.

אקונומיקה), יוד/אשלגן ונגזרותיהם, מסירי שומנים המכילים משטחים אניונים/קטיונים, חומצות ובסיסים חזקים, מחטאים המכילים נגזרות של ביגואניד, אתרים גליקוליים, אלקילפנולים, פתאלטים ועוד דוגמאות רבות ומגוונות (שטרן, 2009). ככל שעלתה המודעות לנושאי היגיינה ולמניעת זיהומים, כך גברו אירועי הבטיחות החמורים במקומות עבודה. החשיפה לחומרי ניקוי עלתה בכ-20% לעומת השנה שקדמה, זאת, לפי דוח של המרכז לבקרת מחלות ומניעתן בארצות הברית (CDC). ברבעון הראשון בלבד ב-2019 דווחו כ-37,822 מקרים של חשיפה קשה, בעוד ב-2020 המספר עלה ל-45,550. רוב הדיווחים התייחסו לשימוש בכלור ותולדותיו, ודרכי החשיפה העיקריות

בתעשיית המזון, במקומות עבודה הכוללים מטבחים וגם בבתי פרטיים, משתמשים בשלל חומרי ניקוי וחיטוי. חומרים אלה נחשבים מסוכנים וחלקם עלולים לגרום להרעלות, אם יגיעו למזון, וגם עלולים לגרום לנזקים בעור ובעיניים. בעוד המודעות לשימוש באמצעי חיטוי וניקוי עלתה לאין ערוך עם פרוץ הקורונה, ההתנהלות הבטוחה וניהול הסיכונים במקומות העבודה, ואף בבתי פרטיים, נותרו מאחור.

## כימיקלים לניקוי ולחיטוי בתעשיית המזון ובמטבחים

כשמדברים על חיטוי וניקוי, הכלי הנפוץ ביותר כיום הוא הכימיקלים. תוצרי אמוניום ואמוניום רבעוני, כלור ונגזרותיו (למשל,

הסוכנות להגנת הסביבה ה-EPA ועל ידי משרד החקלאות של ארה"ב - ה-USDA. מולקולות האוזון הן בלתי יציבות במים, בעלות זמן מחצית חיים של כ-15 דקות, ובזמן פירוקן הן הופכות חזרה לצורוני חמצן פעילים ומים ללא שאריות.

מי האוזון פועלים על תא הפתוגן בכמה תהליכים מקבילים: תקיפת ממברנת תא הפתוגן ופירוק השומנים בממברנה על ידי תהליך חמצון, חמצון תוכן תאי (אנזימים שונים, אברונים וחומצות גרעין) ויצירת צורוני חמצן פעילים, כדוגמת הידרוקסיל. רדיקלים לא יציבים אלו הם מחמצנים חזקים ביותר מטבעם וגיבו במהרה עם כל מולקולה רגישה לחמצון.

זאת, ועוד. ברוח התקופה, מחקרו של מוראטה היפני מצא לאחרונה כי מי אוזון בריכוז של 1-2 חלקי מיליון יעילים ביותר בחיטוי ובהפחתת SARS-CoV-2, הגורם למחלת הקורונה, ביעילות של 99.7% לאחר כמה שניות בלבד של זמן מגע (Murata et al. 2021).

## טכנולוגיית My Clean Bit למי אוזון

הטכנולוגיה MyCleanBit מייצרת מי אוזון בריכוז של עד 1.5 חלקי מיליון (ppm) ריכוז בטוח לחלוטין לשימוש וגם יעיל. האוזון המועשר מתפרק לאחר כמה דקות מהיוצרו, ונותר אותו חומר מוצא פשוט וזמין - מי ברז. המכשיר יעיל נגד מגוון רחב של פתוגנים, הכוללים גם חיידקים כמו אי-קולי, סטפילוקוקוס זהוב, ליסטריה, סלמונלה



יעילים, מצד אחד, ובטוחים לשימוש, מצד שני, ללא שאריות או כימיקלים מזיקים.

## פתרון בטוח ויעיל לחיטוי

פתרון כזה ניתן למצוא בשימוש באוזון בפאזה נוזלית, הנקרא מי אוזון. מי אוזון, או מים מועשרים באוזון, הם מים שבעקבות תהליך מכוון, ריכוז האוזון המומס בהם הוא גבוה יותר מריכוזו המקורי. האוזון הוא מולקולה של חמצן אטמוספרי, שכולנו מכירים ונושמים - O<sub>2</sub>. אוזון היא מולקולה המרוכבת מ-3 אטומי חמצן, וסימנו O<sub>3</sub>. בטמפרטורת החדר הוא גז שקוף. אוזון ממלא תפקיד חשוב מאין כמוהו באטמוספירה כמסנן קרינה אולטרה סגולית מזיקה ומסרטנת.

## תהליכים ליצירת מי אוזון אפשריים

בהתבסס על עבודות של Wei, Zhang, Hu, Feng, & Wu, 2017:

1. תהליך אלקטרוליזה: פירוק מולקולות מים על פני האנודה מייצר צורוני חמצן חופשיים, לא יציבים, החוברים זה לזה ליצירת אוזון מומס ושימוש. יתרונות ייצור מי האוזון באלקטרוליזה על פני שיטות אחרות (Okada & Nay, 2012) הם בחיסכון אנרגטי מובהק, בבטיחות ובהטמעה בטכנולוגיות קומפקטיות, נגישות וידידותיות לסביבה.
2. תהליך יצירת אוזון גזי ופעופעו לתוך מים זורמים בנפח בקרה נשלט. לתהליך זה שיקולי בטיחות רבים, הנגזרים מייצור גז האוזון ותוצרי הפירוק של חומרים אורגניים בלתי יציבים, כגון תרכובות אורגניות נדיפות (VOC).
3. תגובת פריקה חשמלית, הנקראת פריקת קורונה, שבה פריקה חשמלית חזקה מפרקת את מולקולת החמצן מהאוויר הכלוא בקרבתה וגורמת לחמצן הלא-יציב לחבור למים ולהעשירם באוזון.

## כיצד משמשים מי האוזון לחיטוי ולניקוי?

אוזון הוא מחמצן חזק מאוד, טבעי, המשמש לחיטוי וניקוי ברמה גבוהה מאוד. מי האוזון הם ידידותיים לסביבה ואורגניים לחלוטין, מאושרים לשימוש במזון מתוקף הכרזתם כ-GRAS (Generally Recognized As Safe) עוד מ-2001, וכן, מאושרים על ידי רשות המזון והתרופות בארה"ב, FDA, על ידי

ככל שעלתה המודעות לנושאי היגיינה

ולמוניעת זיהומים, כך גברו אירועי

הבטיחות החמורים במקומות עבודה.

החשיפה לחומרי ניקוי עלתה בכ-20%

לעומת השנה שקדמה, זאת, לפי דוח

של המרכז לבקרת מחלות ומניעתן

בארצות הברית (CDC). ברבעון

הראשון בלבד ב-2019 דווחו כ-37,822

מקרים של חשיפה קשה, בעוד ב-2020

המספר עלה ל-45,550

בעוד מקרי המוות הם נדירים (ממוצע של 1 לשנה, גם ב-2020), הרי הפגיעה מחשיפה לחומרי ניקוי נרחבת ומשמעותית ביותר, אף שהדיון בה והעלאת המודעות אליה לוקים בחסר.

## מזון מזוהם וחיטוי

המטבח הוא המקום שבו אנו מכינים אוכל לעובדי הארגון (או המשפחה). חותכים, קוצצים, מטגנים ומבשלים, ובקיצור, פעילים. לכאורה, זה המקום המוגן ביותר בבית או בעבודה, שהרי כל התוצרת שהגיעה אלינו עברה רגולציה של המדינה והיצרן. למעשה, רוב הפירות, הירקות והתוצרים האחרים שבמקרר יכולים להוות "hotspot", כר נרחב לפתוגנים לא נעימים כלל, ולגרום לנו למחלות לא-נוחות, מכאב בטן קל (חיידקי אי-קולי) ועד הפלות ואשפוז במקרה של זיהום בחיידק הליסטריה. ארגוני הבריאות המובילים בעולם כמו ה-CDC מתייחסים לתופעה זו ומזהירים מפניה. לא רק שהתוצרת עצמה יכולה להיות מזוהמת. גם הדבקה חוזרת ממוצרים אחרים, כגון בשר או דגים, מתרחשת לא מעט (גורמי הדבקה כמו סמיכות במקרר, קרש חיתוך וסכין לא שטופים מספיק ועוד). דוגמה נוספת הם ירקות ירוקים ועלים, המתאפיינים בחיידקים צואתיים, כגון הנזכרים לעיל או סלמונלה. אולם, בשטיפה בחומרי חיטוי מבוססי כלור יש סכנת הרעלה, וחומרי חיטוי אחרים אף הם בעלי פוטנציאל שאריתי, אפילו מים וסבון (דטרגנט) פשוטים.

בעקבות זאת, עלה הצורך בפיתוח פתרונות שאינם משאירים שאריות ואינם מהווים מפגע בטיחותי באחסון במקומות העבודה ובבית. פתרונות החיטוי צריכים להיות

Bronstein, A. C., Marraffa, J. M., Spiller, H. A., ... Svendsen, E. (2020). Cleaning and Disinfectant Chemical Exposures and Temporal Associations with COVID-19 — National Poison Data System, United States, January 1, 2020 – (Vol. 69).

- Murata, T., Komoto, S., Iwahori, S., Sasaki, J., Nishitsuji, H., Hasebe, T., ... Yuzawa, Y. (2021). Reduction of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 infectivity by admissible concentration of ozone gas and water. *Microbiology and Immunology*, 65(1), 10–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1348-0421.12861>
- Neal, J. A., Marquez-Gonzalez, M., Cabrera-Diaz, E., Lucia, L. M., O'Bryan, C. A., Crandall, P. G., ... Castillo, A. (2012). Comparison of multiple chemical sanitizers for reducing *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on spinach (*Spinacia oleracea*) leaves. *Food Research International*, 45(2), 1123–1128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.011>
- Okada, F., & Nay, K. (2012). Electrolysis for Ozone Water Production. <https://doi.org/10.5772/51945>
- Wei, C., Zhang, F., Hu, Y., Feng, C., & Wu, H. (2017). Ozonation in water treatment: the generation, basic properties of ozone and its practical application. *Reviews in Chemical Engineering*, 33(1), 49–89.
- שטרן, ז. (2009). חומרי ניקוי ביתיים. בטיחות, 322. ■

דומים להפחתת פתוגנים כגון סלמונלה בתרד (Neal et al. 2012). דוגמאות דומות נחקרו בחסה, בעגבניות ובירקות שונים ומגוונים, הנמצאים במקרר הביתי שלנו.

**אוזון הוא מחמצן חזק מאוד, טבעי, המשמש לחיטוי וניקוי ברמה גבוהה מאוד. מי האוזון הם 'ידידותיים' לסביבה ואורגניים לחלוטין, מאושרים לשימוש במזון מתוקף הכרזתם כבטוחים עוד מ-2001, וכן, מאושרים על ידי רשות המזון והתרופות בארה"ב, על ידי הסוכנות להגנת הסביבה ועל ידי משרד החקלאות של ארה"ב**

**מסיכום:** טכנולוגיית מי האוזון ראויה להחליף את הכימיקלים הנמצאים במקומות העבודה, ובעיקר בתעשיית המזון ובמטבחים. היא יעילה ומוכחת, ובטוחה לחלוטין לשימוש, כולל בחיטוי מזון. שיטה זו תורמת תרומה משמעותית להגברת הבטיחות במקומות העבודה בכלל, ובמטבחים בפרט.

**מקורות**

- Alexandre, E. M. C., Santos-Pedro, D. M., Brandão, T. R. S., & Silva, C. L. M. (2011). Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. *Journal of Food Engineering*, 105(2), 277–282.
- CDC. (n.d.). Food Safety. Retrieved from <https://www.cdc.gov/foodsafety/foods-linked-illness.html>
- Chang, A., Schnall, A. H., Law, R.,



ופסאודומונאס, הנפוצים בסביבותינו. המכשיר מיועד לניקוי ולחיטוי בסביבה ביתית ומחליף את השימוש בכימיקלים המוזכרים לעיל ביעילות ובבטחה. אפשר להשתמש במי האוזון גם לשיטפת פירות וירקות, סכינים, קרש חיתוך וכל משטח אחר שבשימוש במטבח ביעילות מוכחת של 99.99% לפחות.

כמו כן, myCleanBit נמצא יעיל נגד סוגי וירוסים, כגון פארבווירוס, אדנווירוס, שפעת, חצבת ווירוסים אחרים התוקפים את מערכת הנשימה, כמו גם פטריות ועובשים, כגון קנדידה ואספרגילוס. המכשיר מספק פתרון לבטיחות בבית בצורה מהירה ונוחה, על ידי שימוש במי ברז כחומר גלם.

החוקר אלכסנדר וחבריו מצאו כי שיטפת תותים, תרד ואף גרגיר הנחלים למשך דקה במים מועשרים הפחיתה בסדרי גודל רבים ריכוזי חיידקי צואה מסוכנים כגון אי-קולי וקוליפורמים, ואף פטריות ועובשים שונים (Alexandre, Santos-Pedro, Brandão, & Silva, 2011). ניל וחבריו מצאו ממצאים





**המוקד הלאומי "קו החיים" \*9214**

  
**המוסד לבטיחות ולגיהות**  
 בטיחות ובריאות בעבודה - זה אנחנו.

[www.osh.org.il](http://www.osh.org.il)