

המיקרוביום הסמוי של תסמונת הבניין החולה והבטחת הפרוביוטיקה הסביבתית

יולי חורש

הבהרה מבוא: לפרוביוטיקה או חיידקים חיוניים יש תפקיד לא רק בתוך גופנו, ישנו עולם שלם של המיקרוביום הסביבתי מחוץ לגוף שלנו. אך חשוב לדייק למען הסדר הטוב, החיידקים מחוץ לגופינו מוגדרים כ**אירוביים** (צורכי חמצן), אלו בתוך גופינו מוגדרים כ**אנארוביים** (לא צורכים חמצן) ו**פקולטיביים** (יכולים לחיות גם עם חמצן וגם בלי) אבל זה עולם שלם עליו נרחיב בפעם אחרת.

תסמונת הבניין החולה (SBS) ומחלות הקשורות לבניינים (BRIs) הינן בעיות משמעותיות בחברה המודרנית, המשפיעות על הבריאות והפריון של אינספור אנשים. אף שמזהמים כימיים ואורור לקוי מוזכרים לעיתים קרובות כאשמים העיקריים, הממד המיקרוביאלי המוזנח לעיתים קרובות ממלא תפקיד מכריע בהתפתחות ובהחמרת מצבים אלו. מאמר זה חוקר את הנוף המיקרוביאלי של SBS, ו-BRIs, מדגיש את הסטטיסטיקות ובוחן את הפוטנציאל של פרוביוטיקה סביבתית כטכנולוגיה טיפולית חדשנית וטבעית.

העולם המיקרוביאלי הסמוי של בניינים חולים

סביבות פנים רחוקות מלהיות סטריליות. הן מארחות מערכת אקולוגית מורכבת הכוללת חיידקים, פטריות (כולל עובשים), נגיפים ומיקרואורגניזמים אחרים. אורור לקוי, לחות גבוהה, נזקי מים והצטברות חומר אורגני יוצרים תנאים אידיאליים להתרבות של מיקרובים אלו. בעוד שחלקם אינם מזיקים, אחרים יכולים לגרום למגוון רחב של השפעות בריאותיות שליליות, בהתחשב בעובדה שהאדם המודרני מבלה מעל 90% מהזמן בתוך מבנים סגורים, החשיפה למזהמים מאוד גבוהה.

מחלות הקשורות לבניינים (BRIs) : גורמים מיקרוביאליים ספציפיים

מחלות הקשורות לבניינים מוגדרות כמחלות ספציפיות הניתנות לאבחון, אשר מקושרות ישירות למזהמים באוויר הקשורים לבניינים, ולעיתים קרובות הם מיקרוביאליים בטבעם. כמה דוגמאות בולטות כוללות:

- **מחלת הלגינוריס:** נגרמת על ידי החיידק, *Legionella pneumophila* המשגשג במים עומדים במערכות מים של בניינים כמו מגדלי קירור, ג'קוזי וצנרת. ההדבקה מתרחשת באמצעות שאיפת מים מזוהמים הנישאים באוויר.
- **פנאומוניטיס רגישות יתר (HP) :** מחלת ריאה דלקתית הנגרמת משאיפת אבק אורגני המכיל חיידקים, פטריות או עובשים. מקורות יכולים לכלול מכשירי לחות מזוהמים, מערכות אורור וחומרים שניזוקו ממים.
- **נזלת אלרגית ואסטמה:** חשיפה לנבגי פטריות, קרדית אבק (הניזונה מחומר אורגני ומשגשג בסביבות לחות) ונשורת של בעלי חיים (המכילה חלבונים אלרגיים) הם גורמים עיקריים לתגובות אלרגיות ולהחמרת אסטמה בתוך מבנים. עובשים כמו *Cladosporium* ו *Aspergillus*, *Penicillium* מוזכרים לעיתים קרובות.

תסמונת הבניין החולה (SBS) : קשר מיקרוביאלי מורכב

SBS מתאר אוסף של תסמינים בלתי ספציפיים המורגשים על ידי דיירי בניינים הנראים קשורים לזמן המוקדש בבניין. תסמינים אלה יכולים לכלול כאבי ראש, עייפות, גירוי בעיניים, באף ובגרונן, שיעול יבש ובעיות עור. בעוד שהגורמים המדויקים של SBS הם לעיתים קרובות רב-גורמים, זיהום מיקרוביאלי מוכר יותר ויותר כגורם תורם משמעותי.

תרכובות אורגניות נדיפות (VOCs) הנפלטות על ידי חומרים ומרכיבים בבניינים יכולות לקיים אינטראקציה עם המיקרוביום בתוך מבנים, וייתכן שיובילו לייצור מטבוליטים משניים, שחלקם יכולים ליצור גירויים או רעילים. יתרה מכך, נוכחות עובשים וחיידקים יכולה לתרום לאיכות אוויר וסביבה ירודה ולעורר תגובות דלקתיות, גם בהיעדר מחלה ספציפית הניתנת לאבחון.

סטטיסטיקות: היקף הבעיה

קשה להשיג סטטיסטיקות מדויקות על שכיחות BRIs והתרומה המיקרוביאלית ל-SBS בשל תת-דיווח ואופי התסמינים של SBS. עם זאת, כמה הערכות מדגישות את חשיבות הנושא:

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) העריך בשנת 1984 כי עד 30% מהבניינים החדשים והממוחזרים ברחבי העולם עשויים להיות קשורים לתלונות מוגזמות הקשורות לאיכות אוויר פנימית.
- מחקרים העלו כי 30% ויותר מהעובדים במשרדים עשויים לחוות תסמינים התואמים ל-SBS
- החמרת אסטמה הקשורה לבניינים היא בעיה משמעותית, כאשר חשיפה ללחות ולעובש הם גורמי סיכון חזקים.
- התפרצויות של מחלת הלגינריס, אף שאינן נפוצות, יכולות להיות עם שיעורי תחלואה ותמותה משמעותיים, כפי שנראה בהתפרצות הראשונה בשנת 1976 עם שיעור תמותה של 16, ובמקרים נוספים לאורך השנים בבתי מלון, מרכזים רפואיים ועוד.

פרוביוטיקה סביבתית: גישה טיפולית טבעית

גישות מסורתיות לשיפור איכות אוויר וסביבה בתוך מבנים כוללות לעיתים קרובות כימיקלים חזקים ומערכות סינון עתירות אנרגיה. פרוביוטיקה סביבתית מציעה חלופה או תוספת מאוזנת וטבעית יותר. מיקרואורגניזמים מועילים אלה, כאשר הם מוחדרים לסביבות פנים מבניות בתוך תעלות המיזוג או בחומרי ניקוי מותאמים, יכולים לתרום למערכת אקולוגית מיקרוביאלית בריאה, מאוזנת ויציבה יותר באמצעות מספר מנגנונים טבעיים:

הדרה תחרותית: חיידקים מועילים יכולים להתחרות עם מיקרוביום מזיק על משאבים ואתרי התיישבות, ובכך להפחית את שכיחותם.

אינה יוצרת עמידות: חיידקים מזיקים הינם חזקים מטבעם, שימוש יתר בכימיקלים וטכנולוגיות "חיסול" מעודדות את עמידות המזהמים (כמו אנטיביוטיקה) ויוצרת זנים חזקים יותר ומסוכנים יותר (חיידקים טורפים), בנוסף, תהליך החיסול הורג גם את החיידקים החיוניים שאמורים לאזן, לכן כדאי להשתמש בפרוביוטיקה בכדי להחזיר את המיקרוביום החיוני לסביבה.

ייצור אנזימים: פרוביוטיקה יכולה לייצר אנזימים שמפרקים מזהמים אורגניים, כולל אלרגנים ומקורות מזון למיקרואורגניזמים מזיקים כמו עובשים וקרדית אבק.

הפרעה לביופילים: הם יכולים לשבש היווצרות ביופילמים, שהם קהילות מורכבות של מיקרואורגניזמים שיכולות להיות עמידות לשיטות ניקוי קונבנציונאליות ולהכיל פתוגנים מזהמים.

הפחתת אלרגנים: פרוביוטיקה מסוימת הראתה יכולת ישירה לפרק אלרגנים, ובכך להפחית את הפוטנציאל האלרגני שלהם.

שליטה בריחות: באמצעות פירוק תרכובות אורגניות גורמות ריח, פרוביוטיקה יכולה לשפר את רעננות האוויר באופן טבעי.

יישומי פרוביוטיקה סביבתית

ניתן ליישם פרוביוטיקה סביבתית במגוון דרכים כדי ליצור סביבות פנים מאוזנות יותר:

שילוב במערכות מיזוג ואוורור: פתרונות פרוביוטיים יכולים להיות מפוזרים דרך מערכות מיזוג ואוורור, להגיע לכל תעלות הבניין (שם גדלים מזהמים ללא בקרה) ולעבוד באופן רציף לשיפור איכות האוויר וההיגיינה של משטחים. חידושים עדכניים מאפשרים שילוב פשוט ויצירת פתרון ממוקד.

נוזלי כביסה פרוביוטיים: שילוב בנוזלי כביסה ספציפיים ישאירו את הפרוביוטיקה על הבדים לאורך זמן ויתנו מענה לריחות זעה על בגדים או יפרקו מזהמים אורגנים על גבי ובתוך סיבי הבגד, בנוסף, מכונת הכביסה תהיה מוגנת מעובשים, וברמה האקולוגית, הפרוביוטיקה תמשיך לטפל ולפרק מזהמים גם לאורך צנרת הביוב.

חומרי ניקוי פרוביוטיים: שילוב פרוביוטיקה במוצרי ניקוי מציע גישה בת קיימא וארוכת טווח להיגיינת משטחים. מנקים אלה לא רק מסירים לכלוך ורובד, אלא גם משאירים מאחור חיידקים מועילים שממשיכים לעבוד, מעכבים את צמיחת המיקרובים המזיק ומפחיתים את רמות האלרגנים.

מטהרי אוויר ניידים: מכשירים שמשחררים באופן פעיל פרוביוטיקה סביבתית לאוויר ולמשטחים מתפתחים כגישה חדשנית לטיהור אוויר וסביבה, ומציעים טיפול ביולוגי רציף ומאוזן בחללים פנימיים.

יתרונות הפרוביוטיקה הסביבתית

השימוש בפרוביוטיקה סביבתית כטכנולוגיה טיפולית מציע מספר יתרונות פוטנציאליים:

שיפור איכות האוויר הפנים מבנית: על ידי הפחתת מיקרובים מזיקים, אלרגנים ומזהמים אורגניים.

הפחתת סיכון למחלות BRIs ותסמיני SBS: יצירת איזון מיקרוביאלי בריא יכולה להקל על טריגרים לבעיות נשימה, אלרגיות ותסמינים בלתי ספציפיים של SBS.

בת קיימא וידידותית לסביבה: פתרונות פרוביוטיים נגזרים ממקורות טבעיים ומתפרקים ביולוגית, מציעים חלופה ירוקה וטבעית יותר לכימיקלים חזקים.

אפקטים ארוכי טווח: בניגוד לחומרי חיטוי מסורתיים המציעים פתרונות זמניים, פרוביוטיקה יכולה ליצור נוכחות מיקרוביאלית מועילה שמספקת הגנה מתמשכת.

בטוח לבני אדם וחיות מחמד: כאשר נעשה שימוש מתאים, פרוביוטיקה סביבתית נחשבת בטוחה לבני אדם ובעלי חיים.

סיכום

הממד המיקרוביאלי של תסמונת הבניין החולה (SBS) ומחלות הקשורות לבניינים (BRIs) הוא היבט קריטי שדורש תשומת לב רבה יותר. הבנת תפקידם של חיידקים, פטריות ומיקרואורגניזמים אחרים בסביבות פנים מבניות חיונית לפיתוח אסטרטגיות יעילות ליצירת חללים בריאים יותר. פרוביוטיקה סביבתית, עם יכולתה

הטבעית לשקם איזון מיקרוביאלי ולהפחית מזהמים מזיקים, מחזיקה בפוטנציאל משמעותי כטכנולוגיה אחזקה טיפולית. באמצעות שילוב פרוביוטיקה במערכות מיזוג ואוורור ושימוש בחומרי ניקוי מבוססי פרוביוטיקה, נוכל להתקדם ליצירת סביבות פנים טבעיות, מאוזנות ובריאות יותר עבור כולם. מחקרים נוספים לאלו מה 20 שנה האחרונות ואימוץ רחב יותר של פתרונות חדשניים אלו הם קריטיים למיתון השפעת SBS ו- BRIs ולהשגת רווחה בחיינו המושקעים יותר ויותר בתוך מבנים.