



סיור למורי הכימיה- אמניר תעשיות מיחזור, מפעלי נייר חדרה והמכון לטיהור שפכים של מפעלי נייר חדרה

שרה שני וד"ר מירי קסנר, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

תודה לגב' אורית הולצר, יחסי ציבור ודוברות, אמניר תעשיות מיחזור על אירגון הסיור ועל הסיוע בכתובת המאמר

כמות הפסולת ונפחה הן מהבעיות הסביבתיות הקשות ביותר שעמן מתמודד העולם המערבי, ובכללו גם מדינת ישראל. ישראל מייצרת כ- 4.5 מיליון טון אשפה בשנה, והכמות גדלה כל שנה ב- 4%. כיום, רובה המכריע של האשפה מטופלת באמצעות קבורה במטמנות. שיטה זו גורמת לתפיסת עתודות קרקע ולמפגעים סביבתיים, שעיקרם זיהום מי-תהום, מפגעי ריחות ועשן וריבוי חרקים ומכרסמים מזיקים.

למען שיפור איכות הסביבה, הן בהווה והן בעבור הדורות הבאים, רצוי מאוד להפחית את כמות הפסולת המיועדת להטמנה. אחת השיטות היעילות והטובות לכך היא **מיחזור**. לא כל סוגי הפסולת ניתנים למיחזור, אולם חלק גדול של פסולת הנייר, הפלסטיק והמתכת ניתן למיחזור.

כדי ללמוד מקרוב על הנושא, ארגן המרכז לקשר בין התעשייה הכימית למערכת החינוך, הפועל במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, סיור לימודי למורי כימיה. הסיור נערך במפעלי נייר חדרה, המייצרים סוגי נייר וקרטון שונים, ובאמניר תעשיות מיחזור, הממחזרים פסולת של נייר, קרטון וסוגי פלסטיק מסוימים. הסיור התקיים באסרו חג סוכות, והשתתפו בו מורים שגילו עניין בנושא.

שתי החברות הן חברות-בנות של מפעלי נייר אמריקאיים ישראלים בע"מ (מנא). חלק גדול מחומר הגלם למפעלי הנייר ולחברת חוגלה-קימברלי, שגם היא חברה-בת של מנא בע"מ, מספקת חברת אמניר.

במהלך הסיור במתקנים קיבלו המורים הסברים מנציגי המפעלים והאזינו לשתי הרצאות: בנושא מיחזור מפי מר דוד פחימה, מנהל השיווק של אמניר, ובנושא טיהור שפכים מפי מר נתן שטל, מנהל המכון לטיהור מים. להלן מידע קצר על המפעלים, תמצית הנושאים שבהם התמקדנו ביום העיון ותמונות שצילמנו בשטח.



תמונה 1: בכניסה למפעל אמניר תעשיות מיחזור



אמניר תעשיות מיחזור

מפעל הפלסטיק

כמות החומרים הפלסטיים הממוחזרת במפעל היא כ- 6000-6500 טון בשנה. כמות זו מהווה רק כחצי אחוז מפסולת הפלסטיק המושלכת בארץ (באירופה ממחזרים 20%). חשוב מאד למחזר מוצרי פלסטיק, מכיוון שהשאריות והפסולת תופסות נפח גדול מאוד ביחס למשקלן. כמו כן, מרבית מוצרי הפלסטיק אינם מתכלים ולכן מהווים מטרד אקולוגי חמור.

באמניר ממחזרים רק פלסטיק מסוג פוליאולפינים (פוליאתילן, פוליפרופילן, פוליסטירן). לפעמים מערבבים מוצרי פלסטיק שונים כדי לקבל חומר גלם חדש בעל תכונות נדרשות. בדרך-כלל משתדלים למיין ולהפריד בין חומרים בעלי צבעים שונים. מיון זה נעשה באופן ידני.

מחצית מכמות הפלסטיק הממוחזרת במפעל היא חומרים שלפני צריכה-שאריות ממפעלי פלסטיק ומוצרי אריזה של מפעלים שונים: יריעות, צינורות וכדומה. המחצית האחרת היא חומרי פלסטיק אחרי צריכה, דוגמת יריעות של חממות ושאריות ממפעלים תעשייתיים.

תהליך המיחזור במפעל הפלסטיק

מתבצע ב- 4 שלבים עיקריים:

1. גריסה,

2. שטיפה,

3. ייבוש,

4. שיחול - היתוך חלקי (בטמפרטורה של כ- 160 - 200 מעלות צלסיוס) וסינון דרך מתקן שיחול - (אקסטרודר), הדומה למטחנת בשר.

מפסולת זו מייצרים באמניר חומרי גלם הנמכרים בצורת גרגרים לתעשיית הפלסטיק, וזו מייצרת מהם מוצרים שונים כגון יריעות, צנרת ומוצרים נוספים בשיטת ההזרקה. מי השטיפה המשמשים בתהליך מיחזור הפלסטיק מוזרמים למכון הטיהור, ולאחר ניקוי הם משמשים בחקלאות.

מיחזור פסולת נייר וקרטון

חברת אמניר פוקדת, מדי חודש בחודשו, כ- 30,000 נקודות איסוף בכל רחבי הארץ. האיסוף מתבצע באמצעים שונים, כמו מכולות, דחסניות, כלובי איסוף של קרטון ונייר, מתקני שק וקרטוניות להפרדת נייר במשרדים.

במפעל אמניר בחדרה ארבעה אזורים שונים:

מיון - פסולת הנייר, בהגיעה למפעל, עוברת מיון ידני וחלוקה לאיכויות שונות. לאחר המיון, הנייר מועבר במסוע למכש גדול שדוחס את הנייר ל"פלות", שהן חבילות במשקל של כ- 600 ק"ג. הבלות מועברות למנאי ומשמשות כחומר גלם לייצור נייר.

ניצול שאריות נייר - פסולת נייר באיכות טובה, בעיקר סופי גלילים של נייר עיתון, עוברת תהליכי חיתוך ואריזה, על פי דרישת לקוחות, למטרות ספציפיות. נייר זה אינו עובר כל תהליך עיבוד כימי.

אבטחת מידע - אמניר נותנת פתרונות ייחודיים להשמדת מידע ולטיפול בחומר מסווג. יש לאמניר מגרסות ניידות, הגורסות נייר בבית הלקוח, או, לחלופין, הנייר מרוכז אצל הלקוח בתנאים מיוחדים, ומועבר ברכב מוגן למפעל בחדרה. במפעל מצויה מגרסה רבת עוצמה הגורסת, מלבד נייר, גם מוצרים אחרים, כגון מדיומים מגנטיים, ואפילו מוצרים שונים שנתפסו על - ידי המכס ויועדו להשמדה.

מחסן מרכזי - אזור האחסון של הבלות נראה קצת סוריאליסטי. אתה מטייל בין חבילות ענקיות של פסולת נייר ופלסטיק כבושים ודחוסים. בלות הנייר מועברות, כאמור, למנאי לשם ייצור נייר חדש, ואילו בלות הפלסטיק נכנסות לתהליך ייצור של חומר גלם לתעשיית הפלסטיק.



תמונה 2: באזור אחסון "בלות" נייר

מפעלי נייר חדרה - מנאי

תהליך ייצור הנייר במפעלי נייר חדרה

התהליך הוא רציף ומתבצע בכמה שלבים:

1. פסולת הנייר מועברת, בתוספת כמות גדולה של מים, לעיבוד לעיסת סיבים.
2. עיסת הסיבים עוברת ניקוי (באמצעות שטיפה במים וסינון) וערבוב.
3. הסיבים עוברים תהליך של טחינה במתקן דומה למכונת בשר; החומר עובר דרך שורה של דיסקיות מחוררות, שחוריהן הולכים וקטנים).

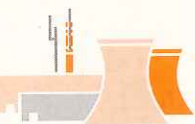
4. פיזור עיסת סיבים מהולה על רשת/ות ליצירת שכבה אחידה של סיבים וניקוז חלקי של מי עיסת הסיבים.
5. כבישת רשת הסיבים הרטובה (עדיין מכילה כ-75% מים) במכש גלילים כבדים. גיליון הנייר עובר בין הגלילים יחד עם לבד. הלבד קולט את מי הסחיטה וכך מייבש את הנייר לרמה של כ-55%-60 מים.
6. ייבוש הנייר על ידי אידוי מים לרמת היובש הרצויה (4%-10%).
7. ציפוי קל של הנייר בחומרים המקנים לו "תכונות שטח" רצויות - מריקה.
8. פעולות גימור שונות בהתאם לסוג הנייר (דחיסה, החלקה, קילוף וכד'); ביקורת טיב.
9. גלילת הנייר, חיתוך ואריזה לצורך שינוע ללקוחות, או להמשך טיפול בתהליכי גימור נוספים (מגללה).

הערות:

1. נייר יבש מתפורר, ולכן לא מייבשים לגמרי את העיסה, אלא משאירים אחוז נמוך של לחות.
 2. לעיסת הסיבים מוסיפים, לפי הצורך, נתרן היפוכלורית ואמון ברומי להלבנה; עמילן ו/או גיר ו/או אלומיניום גופרתי למילוי ולהקניית חוזק.
 3. שינויים באורך הסיבים, בסוג התוספים ובכמותם מייצרים סוגים שונים של נייר. בדרך כלל, מערבבים סיבים באורכים שונים: סיבים ארוכים להקניית חוזק לנייר וסיבים קצרים למילוי ולאטימה.
 4. ייבוש הנייר מבוצע, בדרך כלל, תוך שימוש בקיטור.
- בתהליכי המיחזור וייצור הנייר משתמשים בכמויות גדולות מאוד של מים. רוב המים מטוהרים ומוחזרים לשימוש נוסף כדי למנוע בזבוז. התהליך מלווה בדיקות איכות של חוזק, אטימות וכד'.

מוצרים של מפעלי נייר חדרה

- במפעלי נייר מייצרים סוגים שונים של נייר הנבדלים בהרכבם, באיכותם ובשימושיהם:
1. נייר לבן - מיוצר מ-100% תאית "בתולית" תאית שהופקה ישירות מעצים. נייר זה הוא היפה והאיכותי ביותר.
 2. נייר אריזה חום ממוחזר - נייר המופק מסוגי פסולת שונים המובאים, באמצעות אמנר, ממפעלי תעשייה, מסופרמרקטים ומפסולת ביתית. איכותו נמוכה יותר, כמובן.
 3. מוצרים ביתיים - נייר טואלט, נייר טישו וכד', המיוצרים מפסולת נייר באיכות גבוהה.



מכון לטיהור שפכים של מפעלי נייר חדרה

כאמור, בתהליכי המיחזור והייצור של נייר משתמשים בכמויות עצומות של מים. לייצור קילוגרם אחד של נייר צריך כ- 300 ליטר מים. כדי לחסוך במים, מסחררים אותם (משיבים אותם לתהליך לשימוש חוזר) כ- 20 מחזורים. הודות לכך, כמות המים המשמשת בפועל לייצור קילוגרם אחד של נייר היא 10 ליטר בלבד.

המים המסוחררים במפעל מועברים, בסופו של דבר, למפעל לטיהור שפכים. המים מכילים חומר אורגני שמתפרק באמצעים ביולוגיים (בתמיסה ובתרחיף) וחומר אורגני לא פריק (בתמיסה ובתרחיף). באתר מבצעים טיפול ביולוגי באמצעות בוצה משופעלת המכילה חיידקים אירוביים (צורכי חמצן). כ- 80% מהחומר האורגני שבשפכים מנצלים החיידקים להתרבות, וכתוצאה מכך חל גידול בביומסה. כ- 20% מהחומר האורגני משמש את החיידקים כמקור אנרגיה למטבוליזם שלהם. כדי לשפר את פעילות הבוצה, דואגים לערבול טוב של התערובת. ההפרדה נעשית בשיטה גריטציונית: החיידקים מتركזים בתלכידים ושוקעים והמים המטוהרים נמצאים בשכבה העליונה. המים המטוהרים משמשים בחקלאות.



תמונה 3: מכון טיהור המים של מפעלי נייר חדרה

לקריאה נוספת על טיהור שפכים אורגניים:

לא על הברוס לבדו, מים המלח לחומרים בשרות האדם, מאת מירי קסנר, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע (1999). עמ' 141-138. רקע תיאורטי.

המפעל לטיפול ביולוגי בפסולת תעשייתית אורגנית ברמת חובב, מאת מירי קסנר, קשר לתעשייה הכימית, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע. עלון מס' 6 (1999). עמ' 12-14. חומר נוסף תוכלו למצוא באתר האינטרנט של המועצה האזורית רמת חובב, שכתובתה:

<http://www.ramat-hovav.muni.il/>

<http://www.ramat-hovav.muni.il/environmenth/sewage.htm#biology>

במקום:

מומלץ לגלוש באתרי האינטרנט של המפעלים:

מפעלי נייר אמריקאיים ישראלים בע"מ מנאי

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

אמניר תעשיות מיחזור

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

אתר אינטרנט נוסף הוא של חברת אביב פלסטיק למיחזור בקבוקי משקאות מפלסטיק (PET)

<http://www.avivplastic.com>



תיקונים לגיליון מס' 1

לצערנו, הופיעו בגיליון ספטמבר 2001 כמה שגיאות בכתבה: שלוש הנשים היחידות זוכות פרס נובל לכימיה.

1. התמונות ששולבו בטקסט הופיע בסדר לא נכון. יש להחליף את התמונה הראשונה בתמונה האחרונה. מארי קירי מופיעה בתמונה מספר 3 ודורותי הודג'קין בתמונה מס' 1.
2. רישום המקורות לא מסודר ומופיע באופן לא נכון, צריך להיות כך:

מקורות:

1. Wolke, R. L. (1988). Marie Curie Doctoral Thesis: Prelude to a Nobel Prize. Journal of Chemical Education, 65, 7, 561-573.

<http://almaz.com/nobel/women.html> 2.

<http://curie.che.virginia.edu/scientist/hodgkin.html>

3. מתחת לשם המאמר צריך היה להיות רשום:

ד"ר אושרית נבון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

A black and white photograph of a coconut with a large, multi-pronged, antler-like structure growing from its top, resembling a reindeer head. The structure is composed of several long, curved, and slightly flattened prongs that fan out from a central point on the coconut's husk. The coconut itself is dark and textured, with a visible crack at the base of the growth. The entire object is set against a plain, light background.

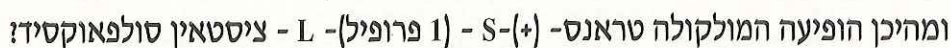
מעבודד לפי: Education in chemistry, Sept. 1999 pp 121

כאשר חותכים בצל, משתחררות ממנו מולקולות "מדמיעות":

ומדוע זולגות הדמעות רק כאשר חותכים את הבצל?

מגיב עם המולקולות חסרות הריח טראנס-S-(+)-(1 פרופיל) -L- ציסטאין

התרכובת Syn-S- פרופאנטיאל היא שמעוררת את יצירת הדמעות.



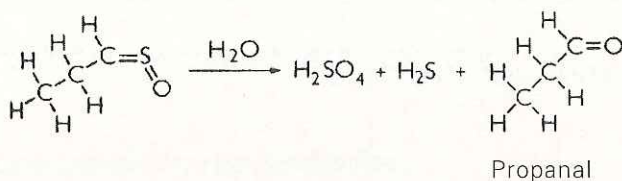
היא נוצרת בבצל מהחומצות האמיניות ואלין וציסטאין.

מדוע התרכובת Syn-S - פרופאנתיאל גורמת לנו לבכות?

המדענים לא בטוחים מדוע נגרם הגירוי לעיניים, אך ידוע שהמולקולה אינה יציבה, ובמגע עם מים

מתפרקת לפרופאנאל, חומצה גופרתית ומימן גופרי.

אפשר שהחומצה הגופרתית היא האחראית להזלת הדמעות.



מדוע ניתן לקלף בצל מתחת למים זורמים או לקלף בצל קר שזה עתה הוצא מהמקרר - מבלי לבכות?



המים הזורמים שוטפים את הסולפאוקסיד

וגם מפרקים אותו לפי הנוסחה לעיל.

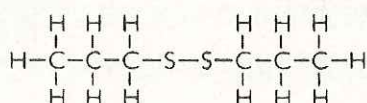
בבצל קר, התהליך האנזימי לפירוק

הסולפאוקסיד איטי מאוד, ועל כן ריכוז החומר המדמיע באוויר קטן מאוד.

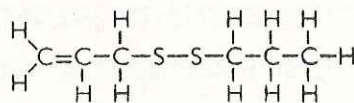
ומנין ריח הבצל?

כמה מולקולות אחראיות לריח. כאשר טיפלו בבצל באדי מים, זיהו את המולקולות שנתנו את ריח

הבצל המבושל כמולקולות של די-סולפידים.



די פרופיל - די סולפיד



אליל - פרופיל די סולפיד

מה טעם מצא הטבע להכניס מולקולות אלה לבצל?

לחלק מתרכובות אלה יש תכונות אנטיביוטיות ואנטיפונגליות (נגד פטריות) המגינות על הבצל מריקבון,

שהרי מהו הריקבון אם לא תהליך פירוק על-ידי חיידקים או פטריות. החומרים המגרים מוציאים

מאכלנים למיניהם את החשק לאכול בצל.

תרכובות דומות יש גם בשום.

הערה: סיפרה לי חברתי חנאן, שבשמש היא יכולה לקלף הרבה מאוד בצלים בלי לבכות, אבל קילוף

בצל אחד בתוך הבית גורם לה לשטף של דמעות.