

Technion
Israel Institute of Technology
Department of Biology



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל
הפקולטה לביולוגיה

הפקולטה לביולוגיה

נהלי בטיחות במעבדות מחקר

נהלי הבטיחות הוכנו ע"י ועדת הבטיחות של הפקולטה
נהלי הבטיחות בחוברת מהווים קווי יסוד בלבד

פרטים נוספים ניתן לקבל ב: <http://safety.technion.ac.il>

2012

תשע"ג

תוכן העניינים

מספר	נושא	סעיף
דף 4	אחראים	1
4-5	נהלי עבודה כלליים	2
6	בטיחות כימית	3
6-7	פסולת כימית	4
7	פסולת ביולוגית	5
7	פחי אשפה	6
7	שטיפת כלים	7
8	עבודה עם בונזנים	8
8	גלילי גז	9
8-9	התנהגות במקרה שריפה בבניין	10
9	תרגול כיבוי אש	11
9	חומרים רדיואקטיביים	12
9	חנקן נוזלי	13
10	ואקום	14
10	מנדפים	15
10	עבודה בחשמל	16
10	עבודה בלייזרים	17
10	הזמנת ציוד "כבד"	18
11	תאונות עבודה	19
11	השתלמויות	20
11	אחראי הבטיחות של הפקולטה	21

כדאי לדעת

מספר דף	נושא	סעיף
12	בדיקות סביבתיות	1
12	בדיקות תקופתיות	2
12	עישון אסור	3
12	ביקור ילדים במעבדות מחקר	4
12	המוסד לבטיחות ולגהות	5

נספחים

מספר דף	נושא	נספח
13	הדרכות פנים-מעבדתיות בנושאי בטיחות במעבדה	א'
14-17	בטיחות ביולוגית במעבדות מחקר	ב'
18	פינוי פסולת רדיואקטיבית	ג'
19	עבודה עם חנקן נוזלי	ד'
20-23	עבודה באוטוקלב - נהלי בטיחות	ה'
24	הגבלות בעבודה – בתקופת הריון	ו'
25-26	הנחיות לעבודה עם כלים חדים במעבדות ביולוגיות	ז'
27	רשימת מספרי טלפון חשובים	

נהלי בטיחות עיקריים

אנו חייבים לעבוד על פי נהלי הבטיחות (תקנות מחייבות) של משרד התמ"ת, משרד הבריאות והמשרד לאיכות הסביבה כדי להגן על בטיחותם ובריאותם של כל עובדי הפקולטה לביולוגיה.

1. אחראים

מנהלי מחלקות וקבוצות מחקר אחראים על העובדים והחוקרים ביחידותיהם; עליהם להדריך את כל עובדי המעבדה החדשים (כולל סטודנטים, פוסט-דוקטורנטים וחוקרים העוסקים במחקר) לגבי הסיכונים הקיימים במעבדות שבאחריותם ולוודא שהעובדים מבינים ומקיימים את כללי הבטיחות, כנדרש. (ראה נספח א'). מפקח משרד התמ"ת מקיים ביקורים תקופתיים (ללא התראה) במעבדות; בסמכותו לסגור מעבדות שאינן עובדות לפי חוקי המדינה והנחיות הבטיחות והגהות.

2. נהלי עבודה כלליים

1. האחריות על בטיחות העובדים מוטלת בראש ובראשונה על מנהל המעבדה. מעבר להזרכת העובד/סטודנט ע"י יחידת הבטיחות, מנהל המעבדה אחראי לדאוג להזרכת בטיחות ספציפית למעבדה. על כל עובד חדש לקרוא ולחתום על כך שקרא והבין את הנהלים.

2. יש לדאוג שבכל מעבדה יהיה ארון עזרה ראשונה עם ציוד בסיסי. ניתן לפנות למחסן הכללי ולבקש מהם לשלוח יוד או כל תמיסת חיטוי אחרת, פלסטרים, תחבושות וכו'.

3. לפי: "תקנות הבטיחות בעבודה (בטיחות וגיהות בעבודה עם גורמי סיכון תעסוקתיים במעבדות רפואיות, כימיות וביולוגיות), התשס"א – 2001" **לא יעבוד עובד בודד במעבדה, בזמן שמתבצעת בה עבודה עם גורמי סיכון.** עבודה במעבדות בשעות הלילה או בימי שישי-שבת ללא השגחה או לזמן עובד/אחראי נוסף, אינה מאושרת. על כל אדם אשר עובד (בכל עבודה) בשעות לא שגרתיות, להירשם אצל השומר ולציין את המקום בו ימצא.

4. אין לאכול, לשתות, לעשן או להתאפר במעבדות. יש להרחיק חפצים אישיים משולחנות העבודה.

5. יש לאחסן מזון במקררים או ארונות מיוחדים לכך מחוץ לשטח העבודה.

6. אין לחמם מזון בתנור או מיקרוגל שנמצאים בשימוש מעבדתי.

7. אין לדבר בטלפון או בטלפון נייד תוך כדי עבודה במעבדה.

8. אין להכניס ילדים למעבדה.
9. יש להגן על פצעים או שריטות לפני תחילת העבודה במעבדה וזאת כדי למנוע זיהומים.
10. לבוש: יש ללבוש חלוק ארוך וסגור לכל אורכו, כדי למנוע זיהום של הבגדים. יש לנעול נעליים סגורות.
11. יש להרכיב משקפי מגן. העיניים הם האיבר הרגיש ביותר לפגיעה בתאונות מעבדה. כימיקלים שונים, חומצות, בסיסים, חנקן נוזלי וכו' יכולים לגרום לעיוורון. כמו כן, הלחמית היא אחת הדרכים בהן חודרים גורמים ביולוגיים לגוף. יש להימנע מהרכבת עדשות מגע בזמן שהייה במעבדה, היות ועדשות מגע עלולות לספוח חומרים קורוזיביים ולגרום נזק לעין.
12. כפפות: יש להשתמש בכפפות בהתאם לסוג החומר איתו באים במגע. הכפפות אינן מיועדות לשימוש רב פעמי. לאחר הסרתן יש לזרוק אותן לפח. בכלל רצוי להחליף את הכפפות מספר פעמים, ובייחוד אם יש חשש לזיהום.
- חובה להסיר את הכפפות כאשר לא עובדים על משטח העבודה. אין לגעת עם כפפות בכפתורי המעלית, במעקה המדרגות, במחשבים טלפונים וכו'.**
- יש לרחוץ היטב ידיים אחרי הסרת כפפות, לפני עזיבת המעבדה או כאשר יש חשש שהידיים הזדהמו.
13. במידה ויש צורך יש להשתמש במסכות אבק/"נשמיות".
14. במידה שיש צורך יש להשתמש במגני אוזניים.
15. אין להכניס כלי מעבדה לפה בייחוד אין לבצע פיפטציה בפה.
16. יש לחטא משטחי עבודה לפחות פעם אחת ביום ולאחר כל שפך של חומר מזהם.
17. אין לעבוד עם מכשור ללא הדרכה.
18. יש לבצע את הפעילות תוך המעטה ביצירת אירוסולים. פעולה הגורמת להיווצרות אירוסול יש לבצע במנדף המתאים (כימי או ביולוגי).
19. אין להחזיר כימיקליים לכלי הקיבול שלהם בשל החשש מחדירת חומרים זרים ומזהמים.
20. בסיום יום העבודה יש לוודא שמכשירי החשמל שאינם בשימוש מנותקים, יש לסגור את ברז הגז הראשי ולכבות אורות.

3. בטיחות כימית

א. כל הכימיקלים יאוחסנו בתוך המעבדה לפי הוראות היצרן. בכל מעבדה יתנהל רישום של החומרים הנמצאים במעבדה וכמותם. דגש מיוחד על חומרים עם סיכון לאדם או לסביבה.

בכל מעבדה ימצאו דפי MSDS של החומרים שבשימוש אותה מעבדה. יש לוודא הכרת כל הסיכונים של הכימיקלים לפני הזמנתם.

ב. כל הכימיקלים, באשר הם (כולל במקררים), מהווים סיכון ועל כן חייבים לסמן את המיכלים בסימון ברור, כדלקמן:

זהות החומר וריכוזו
תאריך ההכנה
שמו של בעל המיכל.

ג. יש להפריד חומצות (acids) מבסיסים (alkalis) ומסולבנטים (solvents) ולשים אותם בתוך מאצרות.

ד. אסור לאחסן סולבנטים בעלי נקודת הבזקה נמוכה (low flashpoint) במקררים (עקב סכנת התפוצצות).

ה. אסור לאחסן אוכל או שתייה במקררים בהם מאוחסנים כימיקלים.

ו. חייבים לאחסן רעלים בארון רעלים נעול (ולשמור רשימת המלאי בנפרד).

4. פסולת כימית

א. אסור לשפוך כימיקלים לכיורים, לביוב או לשירותים. חייבים לאסוף את כל הפסולת (סולבנטים, חומצות, תרופות וכו') בכלים מתאימים לפינוי מסודר, על מנת שניתן יהיה להעבירם באופן בטיחותי ליחידה לפינוי פסולת בטכניון ולרמת חובב. חייבים לסמן, באופן ברור, על-גבי המיכלים את תוכן הפסולת ושמו של מנהל המעבדה. אריזות פסולת כימית שזוהות החומרים לא ידועה לא יטופלו. כל פסולת כימית חייבת אריזה טובה כדי למנוע נזילה או דליפה.

ב. הפסולת תמויין עפ"י תכונותיהם הכימיות, למניעת תגובה בלתי מבוקרת: (1) פסולת אורגנית (ממיסים); (2) פסולת מיימית חומצית; (3) פסולת מיימית בסיסית.

ג. חומרים מסוכנים, כמו ציאנידים, חומרים מחמצנים, חומרים אשר מכילים מתכות כבדות וכו', יאוחסנו בנפרד. בכל מקרה של אי-ודאות, יש לפנות אל רונן, אחראי פינוי פסולת (טל: 3757)

ד. מיכלי פסולת כימית נדיפה יאוחסנו במנדף.
ה. מיכלי כימיקלים אשר מכילים שאריות של כימיקלים, יפונו כפסולת מסוכנת.

ו. ג'לים עם אתידיום ברומיד Ethidium bromide –עד ריכוז של 1 גרם לקילוגרם ניתן לזרוק לפסולת רגילה (ראה נספח ז').

ז. יש לציין באופן ברור ועמיד את תכולת הפסולת על המיכל ולמחוק באופן ברור כל סימון קודם.

הערה :

הרישום (כולל תוויות אורגינליות) על-גבי אריזות של חומרים אשר שוהים במעבדה תקופה ממושכת, דוהה והזיהוי הופך לבלתי אפשרי. הדבר נכון לגבי חומרים אורגינליים ודוגמאות. חומרים כאלה, מפונים מן המעבדה כפסולת בלתי מזוהה, נשלחים לאתר הפסולת ברמת חובב ומחוייבים בתשלום גבוה במיוחד! לכן, מומלץ לבצע אחת לשנה ניקוי וסילוק של חומרים שאינם בשימוש יותר.

5. פסולת ביולוגית

אסור לזרוק פסולת ביולוגית לפחי אשפה במעבדה. כל פסולת מוצקה של חומר ביולוגי מהווה "ביו-הזארד" Biohazard. חובה לאסוף את הפסולת הביולוגית בשקיות ביו-הזארד ייעודיות ולפנות את השקיות אל חדר הקור בקומה 3. פסולת זו מיועדת לאיסוף ולעיקור באוטוקלב. פגרים ושרידים של בעלי חיים יש להעביר למקפיא המיוחד בבית חיות.

במקרה של שפיכת חומר ביולוגי יש לנקות ולחטא מייך את האזור של השפך. יש ליידע את הסביבה ע"י הצבת שילוט מתאים ולידע את יחידת הבטיחות. ציוד זכוכית מזוהם יש לאסוף בפחים יעודיים. פסולת נוזלית יש לעקר עם אקונומיקה כפי שמצויין בנספח ב' ובסיום העיקור ניתן לשפוך לכיור.

6. פחי אשפה

אין לזרוק כלים חדים (להבים, סכיני גילוח, מזרקים, קיסמים, כלי זכוכית) לפחי אשפה במעבדה. את כל הפריטים החדים חובה לזרוק למיכלים מיועדים לציוד חד (sharps). (ניתן להזמין את הפחים מהמחסן הכימי). חובה לארוז זכוכית שבורה בקרטון סגור היטב לפני פינוי לאשפה. ראה נספח ח'.

7. שטיפת כלים

אסור לשלוח לשטיפת כלים בקבוקים עם שאריות כימיקלים מכל סוג שהוא. יש לשטוף לפני המשלוח. אסור לשלוח לשטיפה כלים שהכילו דמים. (יש לשלוח לעיקור). אסור לשלוח לשטיפה כלי זכוכית שבורים. חייבים להגן על עובדי הניקיון ושוטפי הכלים – הם לא תמיד מודעים לכלל הסיכונים.

8. עבודה עם בונזנים (גז בישול Cooking Gas)

יש לוודא:

- א. פינוי חומרים דליקים ובווערים (כימיקלים, קרטונים) מאזור העבודה בקרבת אש גלויה.
- ב. צינור הגז הגמיש תקני (צינור מיועד לגז בלבד).
- ג. החיבורים לברז הגז ולבונזן (Bunsen) תקינים.
- ד. ניתוק ברזים שאינם בשימוש תקופה ארוכה.
- ה. לפני הדלקת הבונזן יש לוודא שכל הברזים שאינם מחוברים לבונזן, נמצאים במצב סגור.
במידה שיש ריח של גז במעבדה (מעיד על דליפת גז) יש לנתק מיידית את זרימת הגז ע"י ניתוק ברז הגז המקומי וברז הגז הראשי. לאוורר את המעבדה ע"י פתיחת חלונות. ליידע מיידית את מחלקת דני אב הבית.

בגמר העבודה יש לסגור את ברז הגז הראשי (בקרבת הדלת הראשית לכל מעבדה).
יש לוודא שברז הגז הראשי משולט בשלט "ברז גז ראשי".
השימוש בגזיות מעבדתיות (שאינן מבערי בונזן) מותר באישור ועדת בטיחות בלבד!

9. גלילי גז Gas Cylinders

- יש לוודא שכל גלילי הגז הדחוסים קשורים בשרשרת מתאימה (כולל גלילי גז ריקים).
יש לוודא שכל גלילי הגז ניצבים במאונך.
יש לוודא שגלילי גז חמצן נקיים משמן.
אין לגעת בגלילי חמצן, בחיבורים ובצנרת בידיים ו/או בכפפות עליהן יש שאריות שמן כלשהו! הדבר יגרום לדליקה מיידית ולפיצוץ!
אין להזמין או לאחסן גלילי גז מיותרים. מותר לאחסן גלילי רזרבי אחד בלבד.
העברת גלילי גז מותרת רק בעגלה ייעודית (הגליל יישא כיפת מגן על הברז ויעוגן לעגלה בשרשרת).

10. התנהגות במקרה שריפה בבניין

יש להכיר את המיקום של עמדות כיבוי האש ושל כל מטפי הכיבוי.
במידה של גילוי אש בבנין, יש לפעול, כדלקמן:

- א. להפעיל מיד את אזעקת האש (לחצן חירום).
- ב. לכבות את האש, במידת האפשר, בעזרת מטף הכיבוי.
- ג. לנתק את הגז למעבדה ע"י סגירת הברז הראשי.

- ד. להפסיק את פעולת המנדפים.
- ה. יש להפסיק זרם החשמל ע"י סגירת מפסק הראשי בלוח הראשי של כל קומה.
- ו. בפקולטה קיימת מערכת כריזה, והמיקרופון נמצא ליד הכניסה לבנין. יש לידע באופן מיידית את אנשי הפקולטה על האירוע.

בכל מעבדה קיימת מקלחת חירום המיועדת לשימוש, במקרה הצורך (הידלקות או זיהום בגדי עובד בכימיקלים מסוכנים).

בהישמע אזעקת אש

חייבים להפסיק מיידית כל עבודה במעבדה ולפנות את הבניין דרך חדר המדרגות/מדרגות החירום. חשוב להכיר מראש את דרכי המילוט. במקרה שריפה אין להשתמש במעליות ואין להשאיר דלתות חסינות אש פתוחות. אין לחזור למעבדות עד לקבלת אישור מנציג ההנהלה.

חובה לדווח מיידית על כל מקרה שריפה (או כמעט שריפה) ליחידת הבטיחות של הטכניון (כדי לאפשר בדיקת המקרה והפקת לקחים למניעת הישנות מקרים דומים).

11. תרגול כיבוי אש (באמצעות מטפי כיבוי)

יחידת הבטיחות של הטכניון מארגנת תרגול כיבוי אש עבור עובדי הטכניון. תרגילי אש (שימוש במטפים לכיבוי שרפות) מתקיימים במגרש ייעודי (קרוב לבנין קנדה). מר מוטי דגן, ממונה כיבוי אש בטכניון, הוא האחראי לביצוע התרגול. עובדי תחזוקה ועובדי מעבדות שמקבלים זימון לתרגול, חייבים להשתתף. כמו כן, כל סטודנט חדש שמקבל זימון חייב להשתתף.

12. חומרים רדיואקטיביים Radioactive Materials

כל עבודה עם חומרים רדיואקטיביים מחייבת אישור פס"ק. כל עובדי המעבדה אשר עובדים עם חומרים רדיואקטיביים חייבים בהדרכה מיוחדת ובבדיקות רפואיות תקופתיות. שימוש בצידוד של קרינה מייננת במעבדות (כולל קרינת רנטגן), מחייב אישור והדרכה של פס"ק בנוסף לאישורים המתאימים של משרד העבודה. אחראי חומרים רדיואקטיביים של הפקולטה: קטי דובגולבסקי טל: 4392). (ראה **נספח ג'** – "פינוי פסולת רדיואקטיבית")

13. חנקן נוזלי (Liquid nitrogen) ומקפיאים (Freezers)

זהירות יתר נדרשת בשימוש בחנקן נוזלי. יש לאחסן רק בכלים מתאימים (Cryogenic Dewar Flasks). לא לאחסן בחדר קטן (סכנת חנק במידה של דליפה). חייבים להצטייד בצידוד מגן מתאים (משקפים, כפפות קריוגניות, נעליים סגורות). (ראה **נספח ד'**).

הכנסה או הוצאה של חומרים ממקפיאים עמוקים חייבות בשימוש בכפפות קריוגניות למניעת כוויות קור.

14. ואקום Vacuum

כל עבודה בואקום המרכזי מחייבת שימוש במלכודת נוזלים (vacuum trap). אסור שכימיקלים או זיהומים כלשהם יגיעו למשאבות המרכזיות. יש להשתמש בבקבוקי יניקה (filtering flasks) ולהקפיד לרוקן את נוזלי הבקבוק כפסולת כימית למניעת זיהום במערכת הוואקום.

15. מנדפים Chemical and Biological Hoods

עבודה בחומרים רעילים תיעשה במנדפים תקינים בלבד. חל איסור להשתמש במנדף כימי (chemical hood) או מנדף ביולוגי (laminar flow hood) בלתי תקין. מדבקת אישור תקינות תוקף מוצמדת לכל מנדף. פעילות נכונה של המנדף תלויה בזרימת האוויר; לכן, אין להשתמש במנדף כבמחסן לכימיקלים, קרטונים, ציוד וכו'.

ניתן להפעיל נורות אולטרה-סגול (UV) לחיטוי במנדף או חדר תרביות אך ורק בחדר סגור הנושא שילוט אזהרה על הדלת: "קרינת UV". חייבים להגן על כל עובדי המעבדה והמבקרים בה, כולל עובדי הניקיון.

16. עבודה בחשמל

כל העבודות במערכת החשמל, כולל תשתית, מותרות לביצוע אך ורק לחשמלאים המוסמכים. גישה ללוחות חשמל הראשיים בכל קומה מותרת אך ורק לחשמלאים.

מדי פעם נרכש ציוד חשמלי המגיע ממדינות שונות עם תקעי חשמל לא מתאימים לתקן ישראלי בעל שלושה פינים. אסור מוחלט את השימוש בו עד החלפת התקע ע"י חשמלאי בעל רישיון. בכל מקרה של ספק או חשש לפנות לחשמלאים.

17. עבודה בלייזרים

עבודה בלייזר תתבצע ע"י עובדים לאחר הדרכה, כנדרש, עפ"י תקנות הבטיחות בעבודה עם ציוד לייזר. ממונה בטיחות לייזר בטכניון, זר' נאסר שאקור, הינו בעל הסמכות להדריך, לבדוק ולאשר הפעלת ציוד לייזר במעבדות. (טל: 2736, פקולטה לכימיה).

18. הזמנת ציוד "כבד"

לפני הזמנת ציוד "כבד" (מנדפים, אוטוקלאב וכדמ'), המצריכים הכנת תשתיות חשמל ואינסטלציה, חובה לתאם את ההזמנה עם דני אב הבית (טל: 3418) ועם עודד אחראי ציוד (טל: 3472).

19. תאונות עבודה Work Accidents

חייבים לדווח על כל תאונת עבודה ליו"ר ועדת בטיחות ולראש מנהל הפקולטה. במקרה חירום, יש לגשת מיד למרפאה בטכניון. במקרה של הרעלה ניתן לקבל יעוץ ממרכז רעלים ברמב"ם (8541900).
במידה שעובד או סטודנט ננשך ע"י חייית מעבדה, הוא חייב לקבל חיסון נגד טטנוס, ולפי הצורך, חיסון נגד כלבת.
(ד"ר אסתי מסר (טל:5274), ממונה בטיחות ביולוגית, פקולטה לרפואה, מרכזת את כל המידע בנושא חיסונים לעובדי הטכניון העובדים בבעלי חיים).

20. השתלמויות Courses and information

עובדי מעבדה חדשים (כולל אנשי סגל, פוסט-דוקטורנטים, סטודנטים במעבדות מחקר, טכנאים, אורחים) חייבים לקבל הדרכה בנושאי בטיחות (באחריות מנהלי יחידות המחקר).

21. אחראי בטיחות

אחראי הבטיחות עוסק בבירור תאונות עבודה ופועל לשיפור אמצעי הבטיחות בפקולטה. שאלות והצעות לאחראי בטיחות ניתן להפנות לפרופ' יורם רייטר טל: 2785 או בדואר אלקטרוני reiter@tx.technion.ac.il.

כדאי לדעת

1. בדיקות סביבתיות

בדיקות סביבתיות נערכות בפקולטה לפי דרישות משרד התמ"ת והמשרד לאיכות הסביבה. אנו מודדים את רמות הפורמלדהיד, סולבנטים שונים ומפלסי רעש.

2. בדיקות תקופתיות

אנשי התחזוקה מזמינים בדיקות בטיחות תקופתיות של המעליות, תשתית החשמל, מטפי כיבוי, מערכות אוטומטיות למתזי מים (ספרינקלרים), אוטוקלבים וכו'.

3. עישון אסור

אסור לעשן במעבדות, משרדים, שירותים, מעליות או בכל מקום אחר בבנין.

4. ביקורי ילדים במעבדות מחקר

(קטע ממכתב מראש אגף משאבי אנוש, גב' שרה קנטי, 4.7.2005)

"עם תחילת חופשת הקיץ בבתי ספר אני מבקשת להזכירכם כי הנכם מתבקשים להימנע מלהביא את ילדכם לטכניון בימים בהם אתם עובדים באופן סדיר. בעבר אירעו מספר תאונות חמורות לילדים אשר שהו בטכניון ללא השגחה. אני מבקשת להדגיש שבמקרה של תאונה מתעוררות בעיות בעיקר הנובעות מאי קיום ביטוח."

5. המוסד לבטיחות ולגיהות :

הרבה מידע בנושאי בטיחות במעבדות מחקר נמצא באתר של המוסד: www.osh.org.il

נספח א':

הדרכות פנים-מעבדתיות בנושאי בטיחות במעבדה

מעבדה:

מנהל מעבדה:

מס.	נושא הדרכה (דוגמאות)	תאריך	מודרך		מדריך	
			שם	חתימה	שם	חתימה
1	נוהל בטיחות פקולטי (קריאת החוברת)					
2	ציוד מיגון אישי במעבדה					
3	טיפול בפסולת כימית					
4	טיפול בפסולת ביולוגית					
5	סיכונים בעבודה עם חומר כימי; יש לעיין בדף מידע בטיחותי של החומר: Material Safety Data Sheet (MSDS); ניתן להיעזר באתר: http://siri.org					
6	שימוש באוטוקלב					
7	עבודה ושינוע חנקן נוזלי					
8	עבודה באתידים ברומיד					
9	עבודה באש גלויה					
10	עבודה באוטוקלב					
11	אחסון בטיחותי של כימיקלים					
12	שימוש נכון במנדף כימי					
13	עבודה בכלי זכוכית					
14	שימוש בחומרי הרדמה					

נספח ב'

בטיחות ביולוגית במעבדות מחקר

ד"ר איתן ישראלי

מבוא

הדבקות במעבדות מגורמים ביולוגיים מתרחשות בשכיחות וחומרה גבוהים. על כל 500 עובדי מעבדה דווחו והוכחו בין הדבקה אחת לחמש הדבקות לשנה. שכיחות ההדבקות עם השנים יורדת הודות לאמצעי בטיחות והזרכת העובדים. מסתמנת נטייה לירידה במקרי ההדבקות בחיידקים אך עליה בהדבקות נגיפיות. להדבקות תוצאות חמורות בדרך כלל, וכ- 4% מהן מסתימות במוות. הגורמים המדביקים יכולים גם להיות מעברים מחוץ למעבדה ולגרום מחלות בבני משפחה של עובדי מעבדות ובאנשים הבאים במגע אתם או עם חומר מעבדתי. למרות שהאחריות לבטיחות העובדים מוטלת על המעביד, ולמרות שחובת העובד להשתמש בציוד מגן המסופק לו – עדיין מתרחשות תאונות והדבקות מעבדתיות. דרושה הדרכה והסברה מעמיקה, הן למנהלי מעבדות והן לסגל המדעי והטכני, בהבנת הסכונים הביולוגיים, מקורותיהם ודרכי מניעתם.

דרכי הדבקה במעבדות

הדבקות במעבדה מתרחשות באחת משלוש דרכים עיקריות: בדרכי נשימה, בדרכי העיכול ודרך העור. רק ב- 20% מכלל ההדבקות זוהתה תאונה שגרמה להדבקה. בשאר המקרים ניתן ליחס זאת לתהליכים מעבדתיים שגרתיים היוצרים אוירוסולים מדביקים. כדי שאוירוסול יגרום להדבקה, גודל חלקיקיו צריך להיות בין 10 – 1 מיק"מ, ולהכיל גורמים ביולוגיים חיוניים ומדביקים. פרט להדבקה אוירוסולית, ההדבקות הנפוצות ביותר הן בעקבות דקירה במחט מזוהמת בחומר ביולוגי, בשימוש בפפטה בפה, ובטפול בחיות מעבדה.

תוך כדי טפול בחיות מעבדה עלולות מחלות רבות לעבור לעובדים, בחלקן קשות מאד, שעלולות לגרום למוות. בעקר גדול הסיכון בעבודה בקופים, עקב אופיים התוקפני, המחלות שהם נושאים וקרבתם הפילוגנטית לאדם. גם אלרגיות שונות נגרמות עקב טפול בחיות מעבדה – לכן אל תביאו את "העבודה" הביתה !

סיכונים בביוטכנולוגיה

התהליכים הביוטכנולוגיים מציגים בפנינו סיכונים נוספים על אלה הקיימים במעבדות מחקר ופתוח, בעיקר עקב הרכוזים הגבוהים והכמויות הגדולות בהם עובדים. בעבודה בשורות תאים, היברידימות ונגיפים מסרטנים קיים לפחות סיכון אחד משותף – הפוטנציאל המסרטן. תוארו מספר מקרים שקשרו הדבקות מעבדתיות וסרטן באדם. שורות תאים יכולות להכיל גם נגיפים איטיים מקבוצת Retro, העלולים לתקוף את מערכת העצבים ולגרום לתופעות של סניליות, אבדן זיכרון ושנוי אופי.

בייצור תרכיבים ובהפקת מוצרים מדם, מושם הדגש ע"י החברות הפרמצבטיות בעקר על בטיחות המוצר ופחות על בטיחות העובדים. בתהליכים אלה עוסקים בנפחים גדולים של גורמים ביולוגיים או של מוצר העשוי להכיל גורם ביולוגי בלתי ידוע. לעומת החמרת הסיכונים שתוארו להלן, הנטייה כיום היא להמעיט בסיכון פוטנציאלי של טכניקות ההנדסה הגנטית. מכל מקום יש להקפיד על תנאי בטיחות זהים בעבודה בזן המהונדס כמו בזן האם, באשר תוארו מקרים של הדבקות מעבדתיות בזן המהונדס. יש להקפיד לא לזלזל בזנים מהונדסים ולמנוע פזורם לסביבה, שכן קשה לחזות השפעות ארוכות טווח של מאורע כזה.

הערכת הסיכון להדבקה מעבדתית

בהערכת הסיכון להדבקות מעבדתיות מתחשבים בשלשה מקורות הדבקה עיקריים: הגורם הביולוגי, התהליך והאדם. הגורם הביולוגי תורם לנו נתונים על המנה המדביקה, העברה אפשרית בין חיות, שכיחות וחומרת הדבקות שארעו בעבר. הגורמים מסווגים עפ"י חומרת המחלה שהם גורמים ואופיה האפידמי לארבע קבוצות סיכון, ועפ"י שלוב של כל התכונות הנ"ל מתקבלת הערכת סיכון ברמת הגורם.

סוגי התהליכים המבוצעים עוברים ניתוח מבחינת אפשרות יצירה של אוירוסולים, הרכוזים, והכמויות המעורבים בהם, אופי הצידוד המופעל. תהליכי ריסוק, טחינה, סוניקציה וכדומה, בעקר עבודה באבקות מעלים בהרבה את הסיכון לעובד.

הגורם השלישי התורם להערכת הסיכון הינו הגורם האנושי. יש השפעה לגיל ולמין העובדים ואופיים האישי. נתונים רפואיים גם כן נלקחים בחשבון כמו מצב חיסוני, רגישות שונה ועמידות למחלות מצד אחד – וזמינות אמצעי טפול ותרופות במקרה הדבקה מצד שני. אך יותר מכל חשובה רמת המיומנות והאמון של עובדי המעבדה, באשר כ- 80% ממקרי ההדבקות המעבדתיות נגרמו עקב "הגורם האנושי".

כל הנתונים הנ"ל נשקלים בבואנו להעריך את הסיכון לו יהיה חשוף עובד המעבדה או הסיכוי לפזור סביבתי, אך עדיין זו הערכה בלבד שממנה נוכל לגזור המלצות על שימוש בצידוד בטיחותי, אמצעי מגון מתאימים והקפדה על נהלי בטיחות מיוחדים עפ"י דרגת הסיכון במערכת.

מניעת הדבקות

מניעת הדבקות במעבדה, הינה בראש וראשונה פועל יוצא ממדיניות הנהלת המפעל, מכון המחקר או המוסד האוניברסיטאי. הדרך הבטוחה ביותר להימנע מהדבקות הינה לעבוד בגורמים שאינם מדביקים. אך אם תכניות המחקר והפתוח דורשות זאת – יש לדאוג לכליאה של הגורם ובדודו מהעובד ומהסביבה החיצונית.

הכליאה יכולה להיות פיסית – ע"י ציוד ואביזרי בטיחות שונים – או ביולוגית – ע"י שימוש במערכות היכולות להתקיים רק בתנאי מעבדה. גישה זאת של כליאה אינה מספקת אם אין בצידה נהלי עבודה בטיחותיים ואם העובדים אינם מאומנים בטכניקות עבודה בטיחותית. יש מגוון של נהלים תקינים, מצוות "עשה" ו"אל תעשה", שתפקידם למנוע פזור הגורמים הביולוגיים בצורה אוירוסולית, ולהפחית את ההסתברות להדבקות העובדים בדרכי הנשימה, העיכול ודרך העור. יש לאמן ולתרגל את העובדים בנהלים המתאימים לכל מעבדה, לבדוק את הבנתם ואת בצועם הנכון.

ציוד המגן הבטיחותי בא להגן על העובד במקרים שרמת הסיכון עולה, והנהלים הנכונים לא יספיקו למנוע הדבקה. ציוד המגן מגוון ומתאים להגנה על חלקי גוף שונים (כמו משקפי מגן,

חלוקים, כפפות או מגון נשימתי חלקי) או על הגוף כולו (כמו חליפות שלמות בעלות אספקת אויר נשימה בלחץ חיובי).

ציוד מגן אחר, שאיננו אישי, אך מוגדר כמספק "מחסום ראשוני" הינו המנדפים הביולוגים. ע"פ סוגם הם מקנים דרגת הגנה עולה על העובד ע"י הצבת מחסום בינו לבין הגורם. בחלקם הם גם מקנים אוריה סטרילית לניסויים המבוצעים בהם. כדי להשתמש במנדפים בצורה בטיחותית יש להבין את העקרונות על פיהם הם פועלים, ולהפעילם בצורה נכונה. בעבודה בכל סוגי ציוד המגן יש לזכור שההגנה שהוא מקנה אינה מוחלטת, אלא מוגבלת לדרגה מסוימת של מגון.

כדי להשלים את המין, או להבטיח יותר את העובד, מומלץ לחסן עובדים בקבוצות סיכון מסוימות כנגד הגורם הצפוי להופיע בחומרי העבודה (כגון צהבת B בדם ומוצריה).

מכלול בטיחותי חשוב מספקות לנו המעבדות הבטיחותיות המסוגלות ל- 4 רמות: כאשר ברמה מס' 1 אין אמצעי מגון מיוחדים וניתן לעבוד בה רק בגורמים בלתי מדביקים: וברמה מס' 4 יש מגוון רחב של אמצעי מגון וניתן לעבוד בה בגורמים המדביקים ביותר, שאין נגדם חסון ועלולים לגרום למחלות מגפתיות ולמוות. הרמה הבטיחותית מושגת ב- 4 סוגי המעבדות ע"י שלוב של נהלים מיקרוביולוגיים בסיסיים וייחודיים, ציוד מגן והתקנים מעבדתיים ייחודיים לכל רמה.

כיום יש מגוון רחב ומשוכלל של אמצעים ומעבדות בטיחותיים, שניתן לבצע כל ניסוי מדעי, או ייצור של חומר ביולוגי, בתנאים שיקנו בטיחות מירבית הן לעובד, הן למוצר והן לסביבה. כל שנחוץ לעשות הוא, להעביר את המידע הקיים לעובדי ומנהלי המעבדות בצורה מעניינת ומקיפה – ואז נמנע את מירב ההדבקות הצפויות במעבדה.

חיטוי ועיקור

בכל עבודה מיקרוביולוגית, במחקר ופתוח, מפעלים ביוטכנולוגיים ובמעבדות דיאגנוסטיות, יש מצבים המצריכים חיטוי ועיקור חומרים אינפקטיביים. יהיה זה של חומרים במהלך העבודה, חומרי ביניים, או פסולת ושפכים בסיומה. בתהליכי ייצור תרכיבים למשל, כמו בכל עבודה סטרילית, יש לעקר כלים ומכשירים לפני השימוש. יש מגוון רחב של שיטות ואמצעי חיטוי המתאימים לשימוש במתארים שונים.

השיטות מסווגות לשלש קבוצות: **פיסיקליות** – טמפרטורה וקרינה; **כימיות** – חומרים כימיים במצב גזי או נוזלי; **מכניות** – סינון וסוניקציה.

השיטה היעילה והבטוחה ביותר הינה עיקור באוטוקלב. כדי להבטיח שהעיקור יהיה יעיל יש להקפיד על תחזוקה נכונה של המכשיר ומעקב בעזרת סמנים. יש להתאים לכל סוג חומר את זמן העיקור הדרוש לו.

החיטוי בקרינה על-סגולית אינו יעיל תמיד ותלוי בתנאי סביבה שונים – לא מומלץ לסמוך עליו כשיש להבטיח סטריליות.

פעולת חומרי החיטוי הכימיים הינה מסדר ראשון ותלויה בריכוז החומר האורגני בתמיסה, ריכוז הגורמים וריכוז החומר המחטא. פעולתם של ההלוגנים, בעיקר הכלור, מהירה מאד ורחבת טווח. הם מתאימים לחיטוי במצב נוזלי בכל נפח של תמיסה. הפורמלדהיד מקובל בחיטוי נוזלי, אך בעיקר נפוץ בחיטוי חללי אויר במצבו הגזי.

רוב חומרי החיטוי הינם מסוכנים בשימוש ויש לנקוט אמצעי זהירות ומגון מתאימים. אם מקפידים עליהם, ועל התנאים הדרושים לפעולת החיטוי – ניתן להשתמש בהם בבטחה, תוך הבטחת סטריליות ומניעת הדבקות בתהליכי מחקר וביוטכנולוגיה.

הנחיה לטיפול בפסולת ביולוגית באמצעות אקונומיקה

(עפ"י הנחיות דר' איתן ישראלי – המכון הביולוגי – 27.2.05)

נוזלים המכילים פסולת ביולוגית, ייאספו במיכל (בר אטימה) אשר מכיל 0.5% היפוכלורייט (אקונומיקה ביתית מהולה פי 10). נפח האקונומיקה המהולה הנדרש הינו 1:10 (עשירית) מנפח התמיסה המיועדת להשמדה. יש להשהות את הפסולת באקונומיקה המהולה במשך 30 דקות, לפחות, לפני שפיכתה לביוב.
אם החומר המיועד להשמדה מכיל כמות גדולה של חומר אורגני, או אם הוא בעל בסיסיות גבוה, יש להוסיף כמות גדולה מן הנ"ל.

אם מכינים סטוקים של תמיסה מהולה 1:10, יש להכין סטוק טרי כל שבוע.

נספח ג': **פינוי פסולת רדיואקטיבית**

מצורף בזה נוסח מעודכן של סעיף 4 של נוהל RS-02-03 (פינוי פסולת רדיואקטיבית- כללי) מתוך חוברת הוראות לבטיחות קרינה של פס"ק-טכניון מהדורה 2 מרץ 2006. בנוסח החדש ישנה התייחסות לטיפול בפסולת כימית, ביולוגית, אורגנית (כולל אברים ופגרים של חיות) – שהיא גם רדיואקטיבית.

פרופ' עמוס נוטע, ראש היחידת פס"ק

4. כללי

- 4.1 אסור להשליך פסולת רדיואקטיבית בכל רמה שהיא לפחי אשפה רגילים.
- 4.2 אין לצבור פסולת רדיואקטיבית במעבדה. יש לפנות את הפסולת בתדירות גדולה ככל האפשר.
- 4.3 לאיסוף הפסולת המוצקה במעבדות יש להשתמש אך ורק בשקיות מיוחדות (בעלות עובי מתאים ומשולטות בסמל הרדיואקטיביות). השקיות האלו מסופקות למעבדות באמצעות מחסן הכללי של הטכניון.
- 4.4 חובה להשתמש רק בחביות ו/או שקיות לחביות שסופקו על ידי קמ"ג-נגב או עומדים בדרישותיו (ראה סעיף 2.2 לנוהל זה).
- 4.5 פסולת ביולוגית שהיא גם רדיואקטיבית תעבור עיקור כימי לפני פינוייה כפסולת רדיואקטיבית. אין לבצע עיקור באוטוקלבים.
- 4.6 פסולת כימית שהיא גם רדיואקטיבית חייבת לעבור טיפול לפי ההוראות הבטיחות המתייחסות לפסולת כימית המקובלות ביחידות האקדמיות השונות. לאחר טיפול זה יש לאחסן את הפסולת במיכלים מתאימים (עמידים) מבחינה כימית, ולפנותה כפסולת רדיואקטיבית.
- 4.7 פסולת של חומר אורגני, איברים של בעלי חיים ו/או פגרים המכילים חומרים רדיואקטיביים תעבור תחילה עיקור כימי. לאחר טיפול זה הפסולת תאוחסן במקפיא מתאים ו/או חדר קור שאושרו על ידי פס"ק-טכניון עד למועד פינוי הפסולת לקמ"ג-נגב.

נספח ד' : **עבודה עם חנקן נוזלי**

חנקן נוזלי הנו חומר קריאוגני מסוכן:

1. **פגיעת קור:** נקודת רתיחה של חנקן נוזלי היא 196°C - ולכן עלולה לגרום לכוויות חמורות. מגע עם פריט קר מאד עלול לגרום להדבקה.
2. **חנק:** במעבר בין נוזל לגז גדל נפח חנקן פי 700. שפך נוזל או דליפה עלולים להוריד באופן מהיר את ריכוז החמצן באוויר מתחת ל- 19.5% ולגרום לאובדן הכרה וחנק.

נהלי עבודה בעת מילוי חנקן נוזלי:

1. לקיחת חנקן נוזלי תעשה רק לאחר קבלת הדרכה.
2. בעת מילוי חנקן נוזלי מחוץ לשעות העבודה אין לבוא לבד.
3. יש להשתמש באמצעי מיגון אישיים בעת העברת הנוזל או שינוע המיכל, כולל: משקפי מגן (מומלץ משקפים סגורים - goggles), מסיכת פנים וכפפות ייעודיות לעבודה עם נוזלים קריאוגניים ("cryo-gloves"), נעליים סגורות (מומלץ גבוהות), חלוק מעבדה סגור עם שרוולים ארוכים.
4. המילוי יעשה רק במיכלים תקינים לנוזלים קריאוגניים.
5. יש להיזהר בזמן מילוי שלא ישפך חנקן נוזלי על הבגדים. הספגות חנקן נוזלי בביגוד ונעליים חושפת את העור לקור לפרק זמן אשר עלול לגרום לכוויות חמורות.
6. בזמן שינוע במעלית יש להחזיק את המיכל למניעת אפשרות שפך.

עזרה ראשונה:

מגע עם עור: להוריד מיד בגדים הספוגים בחנקן נוזלי ואשר מגבילים מגע עם האזור הקפוא. אין לשפשף את האזור הקפוא כדי למנוע נזק לרקמות. יש לטבול במהירות המרבית את האזור הנגוע במים חמימים (לא מעל 40°C). **לא לתמם באוויר חם.** אזור קפוא אינו כואב ומתאפיין בגוון שעוותי צהבהב. לאחר הפשרה האזור מתנפח, כואב ונוטה להזדהם. לאחר הפשרה יש לכסות את אזור הכוויה בבד סטרילי יבש להגנה ולפנות מיד לקבלת טיפול רפואי.

מגע בעיניים: לשטוף מייד במים חמימים (לא מעל 40°C). ולפנות מייד לקבלת טיפול רפואי.

חנק: אדם הסובל ממחסור בחמצן יש להעבירו מידית לאזור עם אויר טרי. אם האדם אינו נושם, יש לפנותו מיד לאזור עם מאוורר, לבצע הנשמה ולהזעיק רופא.

נספח ה': עבודה באוטוקלב – נהלי בטיחות

1. אין להשתמש באוטוקלב שאין מדבקה עם אישור תקינות ע"י בודק מוסמך.
2. אין להשתמש באוטוקלב ללא הדרכה.
3. אין להשתמש באוטוקלב ללא אישור ראש מעבדת המחקר.
4. אין להכניס חומר שיכול לגרום לסיכונים כמו: סולבנטים דליקים, מחמצנים, או פלסטיקים לא עמידים לחום.
5. בגמר השימוש, יש להמתין 5-10 דקות לירידת הטמפרטורה באינקובטור, ולפתוח בזהירות את הדלת כדי למנוע פריצת קיטור או פריצת נוזלים חמים לעבר העובד. חובה להשתמש בביגוד מגן מתאים.
6. האוטוקלבים האנכיים עם הסלים, אין לפתוח כאשר הטמפ' מעל 80°C .

הוראות עבודה ובטיחות בעבודה באוטוקלב

האוטוקלב משמש לעיקור פסולת זיהומית. האוטוקלב עובד בקיטור בלחץ גבוה (בדומה לסיר לחץ) בטמפרטורה של 121°C או 132°C .
סיכונים עיקריים: זיהום, כוויות והתפוצצות.
הערה: ההוראות מתייחסות לאוטוקלבים שולחניים ולאוטוקלבים אנכיים, כאחת.

1. הדרכה לשימוש באוטוקלב

- 1.1 אסור בהחלט להפעיל אוטוקלב ללא קבלת הדרכה.
- 1.2 ההדרכה תתבצע במחלקה/ביחידה, בתיאום עם יחידת הבטיחות.
- 1.3 אין לאפשר לסטודנטים ולעובדים חדשים להפעיל אוטוקלב לאחר ההדרכה ללא תרגול מעשי בנוכחות האחראי על האוטוקלב ביחידה.

הפעלת אוטוקלב מותרת אך ורק לעובדים מיומנים אשר קבלו הדרכה מתאימה.

סיכונים עיקריים

- 1.4 כווייה עקב בריחת קיטור או נוזלים חמים או עקב הצטברות קיטור ומים חמים כתוצאה מחסימת מסנן תעלת הניקוז בתחתית תא האוטוקלב.
- 1.5 פציעה עקב התפוצצות כלי זכוכית.
- 1.6 חשיפה לחומרים מסוכנים כתוצאה משחרור גזים רעילים שמקורם בכימיקלים שהוכנסו לאוטוקלב, כדוגמת מלבין, פורמלין, פנול, אקרילאמיד וכו'.

אין לעקר באוטוקלב ציוד עשוי צלולוז ניטרט, בגלל סכנת התפוצצות.

2. בטיחות בהפעלת אוטוקלב

- הטמפרטורה באוטוקלב בעת פעולתו מגיעה ל- 121°C או 132°C , בהתאם לתכנית העיקור. לכן:
- 2.1 אין להכניס לאוטוקלב חומרים שטמפרטורת רתיחתם נמוכה מ- 100°C .
 - 2.2 יש להקפיד על הכנסת כלי פלסטיק ושקיות פלסטיק אשר עומדים בטמפרטורת העבודה של האוטוקלב כדי למנוע התכתם והידבקותם לכלים אחרים.
 - 2.3 בהוצאת המטען מהאוטוקלב, יש להשתמש בכפפות ארוכות עמידות לחום. משקפי מגן ונעליים סגורות. בטיפול בבקבוקים עם נוזלים חמים, יש להשתמש בסינר גומי.
 - 2.4 אין להפסיק את תהליך העיקור באמצע הזמן המוקצב. אם אירעה הפסקה, בין אם יזומה או כתוצאה מתקלה, יש לבצע את העיקור מתחילתו.

3. הכנת האוטוקלב לתהליך העיקור, הפעלתו ופריקתו

- 3.1 לפני הכנסת המטען לאוטוקלב, וודא שמסנן תעלת הניקוז אינו חסום.
- 3.2 סדר את המטען באופן מרווח, על מנת לאפשר חדירה יעילה של קיטור.
- 3.3 וודא שדלת האוטוקלב סגורה היטב.
- 3.4 **הערה:** בשימוש בסיר לחץ, וודא שמכסה הסיר סגור היטב.
- 3.4 כוון פרמטרים (טמפרטורה וזמן) עפ"י התכנית הנדרשת לביצוע העיקור המבוקש.
- 3.5 הפעל האוטוקלב.
- 3.6 בסיום תהליך העיקור, מד-הלחץ מורה "0". **אין לפתוח את הדלת לפני שמד-הלחץ מורה "0"!**
- 3.7 המתן מספר דקות נוספות (5-10 דקות).
- 3.8 לשחרור האדים: עמוד **בצד** דלת האוטוקלב ופתח אותה כדי סדק צר, לצורך שחרור איטי ובטיחותי של האדים והורדת הטמפרטורה בתא. **אין לעמוד מול הסדק!**
- 3.9 **הערה:** בשימוש בסיר לחץ יש לפתוח את הברז בזהירות ובאיטיות כדי לאפשר שחרור אדים בצורה בטיחותית.
- 3.9 פנה את תכולת האוטוקלב עפ"י סוג המטען (פסולת מזוהמת, כלים, דוגמאות וכו').

4. טיפול שוטף באוטוקלב

- להבטחת פעילות תקינה של האוטוקלב:
- 4.1 יש לשים לב לתקינות מדי הלחץ ומדי החום, מערכת החשמל, מצב אטם הדלת וכד'.
 - 4.2 יש להרים מפעם לפעם את שסתומי הלחץ, כדי לוודא שלא נתפסו.
 - 4.3 יש להקפיד על ניקיון תא האוטוקלב, ובמיוחד על ניקיון המסנן שמעל פתח הניקוז. חסימת המסנן עלולה לגרום להצטברות קיטור ומים חמים באוטוקלב.
 - 4.4 פעם בשבוע, או לאחר שנשפך חומר בתוך האוטוקלב, יש לבצע שטיפה יסודית. ניתן להשתמש בתמיסת חומצת לימון לניקוי דפנות התא (2 כפות אבקת חומצת לימון מהולות בחצי ליטר מים).
 - 4.5 במידה שזוהה מצב לא תקין, יש להודיע על כך לגורמים המוסמכים לביצוע התיקון הדרוש (אדוארד אחראי ציוד).

5. מיכלים ואריזות לשימוש באוטוקלב

- 5.1 מיכלים מנירוסטה: מיכלים אשר בהם קיים מעבר חום באופן יעיל ביותר.
- 5.2 מיכלים מפוליפרופילן (Polypropylene): מיכלים העמידים בטמפרטורות העבודה של האוטוקלב; אך, בעלי מעבר חום נמוך. מומלץ להשתמש במיכלי פוליפרופילן רחבים ושטוחים (או להאריך את הזמן הדרוש לעיקור).
- 5.3 **שקיות פלסטיק Biohazard:**
- 5.3.1 סילוק פסולת ביולוגית ייעשה בשקיות פוליפרופילן Biohazard.
- 5.3.2 על מנת למנוע שפיכת חומר במקרה ששקית נקרעת או מתפוצצת, יש להכניס כל שקית שבה חומר המיועד לעיקור לתוך דלי בגודל מתאים.
- 5.3.4 יש לסגור את השקית בגומיה או סרט הדבקה, באופן שיאפשר חדירת קיטור. אין לאטום את השקית.
- 5.3.5 יש למלא את השקיות עד 1/2-1/3 מנפחן לסגור אותן עם סרט הדבקה ולהכניס לשקית נוספת וגם אותה לסגור עם סרט הדבקה. יש לצרף פתק לשקית עם שם המעבדה ולהניח את השקית בחדר קור.
- 6.3.5 על מנת להבטיח עיקור יעיל, יש לדאוג לנוכחות מים בתוך השקית. במידה שנדרש, יש להוסיף 250 מ"ל מים לחומר יבש. פעולה זו צריכה להיעשות בזהירות, כדי למנוע יצירת תרסיס באוויר.
- 6.3.6 אין למלא את השקית יותר מדי, דבר העלול למנוע חדירת קיטור ומעבר חום יעיל.

6.4 בקבוקי זכוכית:

- 5.4.1 על מנת למנוע בריחת נוזלים, אין להכניס אוטוקלבים בקבוקים שמולאו יותר משני שלישי.
- 5.4.2 למניעת התפוצצות יש להכניס לאוטוקלב בקבוקים שפקיהם אינם סגורים בכוח (כדי לאפשר מעבר חופשי של אדים).
- 5.4.3 רצוי להעמיד בקבוקים עם נוזלים בתוך מיכל ובו 2 ס"מ מים לפיזור אחיד של החום.
- 5.4.4 לפני הוצאת בקבוקים ריקים מהאוטוקלב יש להמתין 5 דקות לאחר ירידת הלחץ ל-0 (כדי למנוע התפוצצותם לאחר פתיחת דלת).
- 5.4.5 לפני הוצאת בקבוקים עם נוזלים מהאוטוקלב, יש להמתין כ-10 דקות לאחר ירידת הלחץ ל-0; מומלץ להמתין כ-15 דקות נוספות לפני העברתם למקום אחר.

6. עיקור חומר ביולוגי המסומן בחומר רדיואקטיבי

- 6.1 ניתן לבצע עיקור חומרים ביולוגיים המכילים $C^{14} H^3$ באוטוקלב, וזאת על פי תדרוך מראש ובאישור פס"ק, כולל לגבי שיטת סילוק הפסולת.
- 6.2 חובה לסמן את האוטוקלב בסמל "סכנה קרינה".

7. שיטות לבדיקת העיקור

- 7.1 הבדיקה הכימית נעשית על ידי שימוש בטייפ לאוטוקלב עם פסים, המשנים צבע בחום הדרוש.
- 7.2 הבדיקה הביולוגית נעשית על ידי שימוש בנבגים *Bacillus stearothermophilus* חיידק בעל נבגים עמידים לחום, המסוגלים להישאר בחיים ב- 121°C במשך 5 דקות; הנבגים מומתים ב- 121°C לאחר 13 דקות.

8. סיבות לעיקור לא מוצלח

- 8.1 החומר לא מתאים לעיקור באוטוקלב.
- 8.2 אין ודאות שהחומר עבר עיקור לפי דרישות גובה הטמפרטורה ואורך הזמן.
- 8.3 לשם השגה נכונה של עיקור יש להתחשב בעומס מיקרוביולוגי, גודל וסוג המטען וצפיפות באוטוקלב.

נספח ו'

הגבלות בעבודה בתקופת הריון

בהתאם לנהלי בטיחות במעבדות ביו-רפואיות, על מנהלי המעבדות לנהוג לפי התנהגות המפורטות להלן, במקרה שאחת מעובדות המעבדה בהריון.

א. עובדת החשופה בעבודתה לאחד החומרים: בנזן (בנזין), זרניך (ארסן) ותרבותיו, מתיל – כספית ותולדותיו, תודיע למעבידה על היותה בהריון לא יאוחר מ- 10 ימים שבו נודע על הריונה ותצרף אישור רפואי על הריונה.

ב. משנודע למעביד על הריונה של העובדת, ינקוט ללא דיחוי בכל האמצעים כדי למנוע חשיפתה לחומרים הנ"ל.

ג. עובדת שעובדת עם חומרים רדיואקטיביים חייבת ליידע את יחידת פס"ק על הריונה.

יש להעביר ההודעה בדבר ההריון בצירוף האישור הרפואי לגב' דפנה דרסלר.

יש להימנע מחשיפה בתקופת הריון לכימיקלים הנ"ל:

Arsenic and organic derivatives

Lead and derivatives

Cadmium and derivatives

Organic mercury and derivatives

Benzene

Warfarin

Thalidomide

Diethylstilbestrol

Cytotoxins including: anthracyclins, epidoophyllotoxins, vinca alkaloids, fluorouracil, thioguanine, methotrexate, mechlorethamine, cyclophosphamide, ethylnitrosurea, polychlorinated biphenyls, retinoids



הנחיות לעבודה עם כלים חדים במעבדות ביולוגיות

1. כל עבודות מעבדה בה נעשה שימוש בכלים חדים ו/או יוצרת פסולת חדה כגון: סקלפלים, סכיני גילוח, מחטים, קיסמים, שברי זכוכית וכו', חייבת להתבצע בזהירות רבה, בערנות מקסימאלית וללא כל הסחות דעת. בעיקר כאשר החפצים החדים באו במגע עם מקור סיכון ביולוגי.
 2. רוב תאונות העבודה עם מזרקים מתרחשות כאשר מחזירים את המחט לכיסוי או כאשר מנסים להוריד את המחט מהמזרק. לכן, אין לבצע פעולות אלו. מחטים ומזרקים משומשים יש להשליך לפח פסולת חדה כמו שהם. כמו כן, אין לכופף או לשבור מחטים.
 3. אם בכל זאת התרחשה תאונה ונדקרת או נחתכת יש לעודד דימום מהפצע תוך שטיפה עם מים וסבון במשך מספר דקות ולטפל בחומר חיטוי (תמיסת יוד). במידה והפציעה כוללת גם חשיפה לגורם סיכון ביולוגי, יש להגיע מייד לייעוץ רפואי ולדווח ליחידת הבטיחות בטכניון.
 4. **אין להשליך את הכלים החדים וכלי הזכוכית השבורים לפח המכיל פסולת רגילה או לשקיות השמדה! הימצאותם שם יוצרת סיכון חמור לשלומם ובריאותם של אנשי צוות הניקיון.**
 5. את החפצים החדים יש להשליך אך ורק למיכל פסולת חדה (ניתן לרכוש מיכלים כאלה במחסן הכימי).
 6. אין להשתמש בכלי זכוכית פגומים (סדקים, שברים באזור השפה העליונה של הכלי וכו'). יש לתקן כלי זכוכית פגומים או להשליכם למיכל פסולת זכוכית (ניתן לרכוש מיכלים כאלה במחסן הכימי).
 - ***הערה: המיכלים לפסולת חדה ולפסולת זכוכית הם אותם מיכלים והם נמצאים במחסן הכימי בשלושה גדלים: 5 ליטר – מק"ט 110003479; 7 ליטר – מק"ט 110003480; 10 ליטר – מק"ט 110003481.
 7. אין להרים שברי זכוכיות בידיים חשופות. לאחר איסוף השברים הגדולים יש לנקות את המקום בצמר גפן או נייר סופג רטובים, על מנת לאסוף את החלקיקים הזעירים של הזכוכית השבורה.
 8. יש לסמן על המיכל בצורה ברורה לאיזה סוג פסולת הוא מיועד: פסולת חדה ביולוגית או כימית; פסולת זכוכית ביולוגית או כימית.
 9. על המיכל המכיל פסולת חדה ומזוהמת בגורם ביולוגי חייב להופיע סמל ה-Biohazard המצביע על חומר בעל סיכון ביולוגי וכן תווית המצביעה על פסולת של חפצים חדים.
 10. אין למלא את המיכל באופן שלא יאפשר את סגירתו. חפצים חדים לא אמורים לבלוט מהמיכל.
- אין למלא את המיכל מעבר לקו המופיע עליו.**



11. המיכלים מיועדים לשימוש חד פעמי!!! אין למחזר את המיכלים.
12. כאשר המיכל מלא, יש לסגור את התריס הנמצא במכסה עד הסוף. ברגע שהתריס סגור לא ניתן לפתוח אותו שנית.
13. פסולת חדה ולא מזוהמת יש לפנות בתוך מיכל סגור כפסולת רגילה.
14. פסולת חדה ומזוהמת בגורם ביולוגי (חיידקים, תרביות תאים, דם וכו') יש לעקר באוטוקלאב לפני הפינוי. יש להוסיף מים למיכל לפני הכנסתו לאוטוקלאב ולנהוג על פי הנחיות העבודה באוטוקלאב. אחרי ההשמדה ניתן לפנות את המיכל כפסולת רגילה, לאחר מחיקת סימן ה-Biohazard מהמיכל.
15. פסולת חדה המזוהמת בכימיקלים יש לפנות בהתאם לנהלים של פינוי פסולת כימית. יש לפנות ליחידה לסילוק כימיקלים בטכניון (פקס: 8293499, טל': 8293094). כאשר הזיהום מועט, למשל פיפטות זכוכית מזוהמות, ניתן לפנותן במיכל אחד. אולם כאשר מדובר על כלים חדים עם זיהום גדול יותר, יש להפרידם למיכלים שונים בהתאם לחומרי הזיהום (אורגני או אי-אורגני) ולפנותם כפסולת חדה, תוך ציון על המיכל מהו החומר הכימי שהפסולת החדה מזוהמת בו.
16. במקרה של פסולת חדה מזוהמת גם עם חומרים רדיואקטיביים, לאחר העיקור יש לפנות את המיכל כפסולת רדיואקטיבית. לפי הנחיות פס"ק שפורסמו בנוהל RS-02-03 אין לבצע עיקור באוטוקלאבים של פסולת שהיא גם מזוהמת בגורם ביולוגי וגם רדיואקטיבית. במקום זאת יש לבצע את העיקור באמצעים כימיים (כגון הוספת אקונומיקה למיכל) ואז לפנות את הפסולת כפסולת חדה רדיואקטיבית.

מרכז מידע ויעוץ לטיפול בהרעלות, במרכז רפואי רמב"ם:

טל. 04-8541900

נרשם בידי ד"ר אורנה בן-נאים – ממונה בטיחות ביולוגית. ornabn@techunix.technion.ac.il

עדכון אחרון: נובמבר 2012

- מקורות:
- דף מידע טכני של המוסד לבטיחות ולגיהות
 - גהלי עבודה של האוניברסיטה העברית
 - בטיחות במעבדות ביולוגיות – המוסד לבטיחות ולגיהות
 - בטיחות במעבדות כימיות – המוסד לבטיחות ולגיהות

מספרי טלפונים חשובים

טלפון הירום – מוקד 4343

2740, 2222	יחידת הבטחון
-050	קב"ט תורן
2147, 2146	יחידת בטיחות בטכניון
2545, 3037	מרפאה
3757	זיהום כימי – רוני
8541900	מרכז רעלים (רמב"ם)
3444	ממונה בטיחות אש (מוטי דגן)
4392	פקוח קרינה (פס"ק)
2785	אחראי בטיחות פקולטי (יורם רייטר)
5274	ממונה בטיחות ביולוגית (אסתי מסר)
2586, 370	תקלות חשמל
3333	תקלות תחזוקה
3418	אב הבית (דני)
100	משטרה
101	מגן דוד אדום
102	מכבי אש

ניתן למצוא מידע מהיר ביותר על MSDS (דפי בטיחות של כימיקלים ספציפיים)
באינטרנט : לחפש ב- Google
(שם החומר MSDS) – לדוגמה "Sulfuric acid MSDS"

רק שמירה על כללי הבטיחות ימנעו תאונות עבודה
ונזק לבריאות העובדים.