

## עושים לטבע בית ספר

באביב האחרון עמדה ליפז חרודי, תלמידת כיתה י"א (כיום י"ב) מבית הספר מבואות עירון, בדוכן חברת "מצרפלס" המתמחה בתחום הצנרת החקלאית כחלק בתערוכת הענק לחדשנות חקלאית, אגריטך. ליפז הציגה פיתוח ראשוני של ציפוי דמוי עור כריש לצינור השקיה, שמוריד משמעותית את כמות הצימדה אשר מצטברת על דפנותיו. "ליפז דיברה עם מבקרים רבים ונרשמה התעניינות רבה בפרויקט", מציין איתמר אבישי, ביולוג ימי מצוות החממה, שהנחה את ליפז בעבודתה. הרעיון, הפיתוח והמחקר התבצעו בחממה האקולוגית בקיבוץ עין שמר, במסגרת פרויקט "ביומימיקרי - פתרונות בהשראת הטבע". במסגרת הפרויקט מפתחת ומפעילה החממה יחד עם בית הספר מבואות עירון תכנית לימוד בנושא ביומימיקרי, המשלבת את תחומי הקיימות עם מדע, טכנולוגיה, חקלאות ובשנה הקרובה גם סוציולוגיה ותרבות.

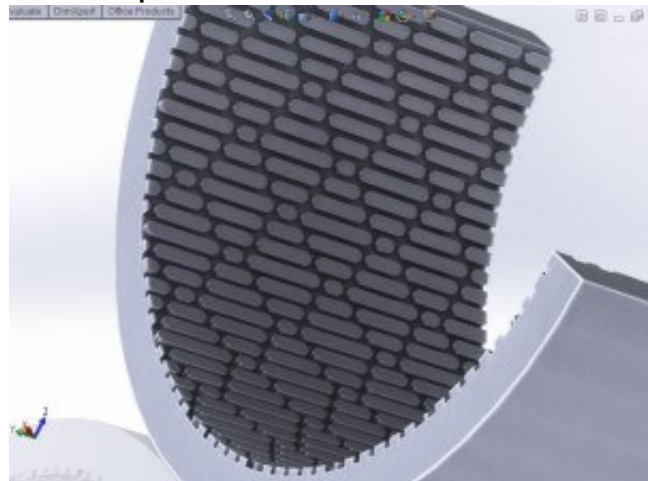


צוות הניסוי (ליפז שנייה

משמאל) בדוכן חברת "מצרפלס" בתערוכת אגריטך

## לחקות את הכריש

הציבור נחשף לתכונותיו של עור הכריש כאשר שיאי עולם נשברו בזה אחר זה בבריכת השחייה של אולימפיאדת בייג'ינג 2008. חליפות השחייה שעוצבו בהשראת עור הכריש הפחיתו את חיכוך הגוף עם המים בכ-30 אחוז, ואפשרו לשחינים לנוע מהר יותר. המבנה הגיאומטרי שיוצרים לוחות דמויי קשקש על עורו של הכריש מייצרים זרימה מערבולתית בצמוד לגוף. זרימה זו מפחיתה את החיכוך ומסייעת גם במניעת היצמדות חלקיקים הנישאים במים. איך נוצר החיבור בין תכונותיו של עור הכריש למערכות צנרת מתקדמות? "ביומימיקרי היא בעצם שיטת חשיבה שאומרת שהטבע התגבר על אתגרים רבים, ואנחנו יכולים ללמוד ממנו", מספרת ליפז. "במפעל 'מצרפלס' הציגו בפנינו בעיה של סתימת הצנרת על ידי ביופאולינג (צמדה ביולוגית, א.ו.ר). מצאנו באינטרנט את שיט כלי דפנות על הבעיה לאותה פתרון לפתח שמנסה אמריקאית חברה, "Sharklet" החברה מחקה את השיטה של כרישי מים עמוקים, שמצליחים למנוע התיישבות חיידקים על עורם באמצעות מבנה מיוחד של העור, המקשה על חיידקים להיצמד אליו. הרעיון שהצגנו למפעל מצרפלס הוא לפתח דופן של צינור השקיה המדמה את עור



הכריש".

דגם מוגדל של הצינור-כריש. שרטוט:

דניאל שטיבל

## נגד כל הסיכויים

במסגרת העבודה בחממה האקולוגית מושם דגש על התנסות ומחקר של התלמידים,

וכמה שיותר עבודה מעשית. וכך, לאחר שעוצב הרעיון, החל פיתוח האבטיפוס הראשוני. "את דוגמת עור הכריש תכננו על-פי עיצוב שמצאנו במאמר וכבר נבדק בעבר", מסביר דניאל שטיבל, האחראי על תחום ההדפסה התלת-ממדית בחממה. "בתחילה הדפסנו בחממה דגמים שמטרתם להדגים את הצורה הכללית, ולאחר מכן יצרנו מודל מפורט של הפלטות שישמשו לניסוי האמיתי, שדרש הדפסה עדינה יותר". הדפסת פלטות הניסוי נעשתה לבסוף בחברת Stratasys, המתמחה בהדפסה מתקדמת של דגמי תלת-ממד. לבסוף היו הדוגמאות מוכנות לשלב הניסוי, אך לליפז היו ספקות. "לא הצלחנו להגיע לרמת ההדפסה שרצינו ועשינו פשרות רבות. לא ציפיתי שהדגם יעבוד". אך התוצאות הפתיעו לטובה. נמצא כי לוחות שהודפסו עם דוגמת עור הכריש הפחיתו באופן ניכר התיישבות של חיידקים על פני השטח. "ביצענו צביעה של פוליסכרידים, שהם סימן ראשון להתיישבות חיידקים, ומדדנו את אחוז הכיסוי שלהם על המשטח". מסביר אבישי. "מצאנו הבדל עצום של 80 אחוז כיסוי פוליסכרידים בפלטות החלקות, לעומת 0.5 אחוז בלבד בפלטות המודפסות", מסכמת ליפז את ההצלחה המפתיעה של הניסוי הראשון. כעת מתבצע ניסוי המשך, שבו בוחנת ליפז את יכולת פלטות עור הכריש לצמצם כיסוי חיידקים בשימוש במי קולחין, מים מושבים המשמשים לרוב בהשקייה חקלאית. תוצאות הניסוי יאוששו, כך היא מקווה, את הממצאים הראשוניים, ויקדמו אותה צעד נוסף לעבר עיצוב המוצר הסופי. בנוסף, בעבור ליפז המחקר מהווה חמש נקודות זכות לבגרות במסגרת עבודת גמר לקראת סיום הלימודים בשנה הבאה.



החממה האקולוגית בעין שמר

## מה האתגר הבא?

בין תלמידת התיכון, צוות החממה ומפעל "מצרפלס" מתקיים שיתוף הפעולה הדוק,

---

ונציגים בכירים ממפעלי האזור באים באופן תדיר לעקוב אחר הנעשה בחממה. "כשליפז הציגה את הרעיון, מנהל המפעל אמר לעיני כולם שהרעיון נראה הזוי לגמרי, אך מיד הוסיף כי דווקא בשל כך הוא מעניין, ויכול להתפתח במסגרת הלא שגרתית של החממה", מספר אביטל גבע, אשר הקים בשנת 1977 את החממה. חיבור כזה עמד לנגד עיניו של אביטל כאשר הקים את החממה, וכפי שמסביר נועם בנו, שמנהל כיום את הפעילות, "הרעיון הגרעיני של החממה היה ליצור מרחב המאפשר למידה מסוג אחר. הרעיון הוא לחבר בין מומחים ואנשי מפעלים עם בני נוער בכדי לפתור בעיות של התעשייה החקלאית". על הפרויקט "ביומימיקרי - חדשנות בהשראת הטבע", שבמסגרתו נערך הפרויקט של ליפז, הוא מוסיף: "בשנים האחרונות יש תנופה בחיבור בין מפעלי תעשייה לחממה. במערכת החינוך מחפשים את החיבור ל'עולם האמיתי', שקיימים בו יישומים של הנושאים הנלמדים בכיתה, ובעלי מפעלים מחפשים זיקה בין מדע, טכנולוגיה, חקלאות וסביבה, ומנסים ליצור אהבה לעולם הזה אצל דור העתיד. אולי בהמשך התלמידים ירצו גם ללמוד ולעבוד בתחום". בדרכנו החוצה מהחממה בוחן אביטל בעניין טיפות מים קטנות הניצבות עגולות על קודקודי נבטי החיטה. ייתכן שתצפית זו תשמש השראה לפיתוח טכנולוגי חדש בעתיד. \* \* \* בשנת הלימודים האחרונה לקחו חלק בתכנית "ביומימיקרי - פתרונות בהשראת הטבע" 24 תלמידים בכיתה י' מבית הספר מבואות עירון, שאליהם הצטרפו 12 תלמידים בכיתות ח' מבית הספר החקלאי פרדס חנה. בשנה הקרובה צפויים להצטרף לתכנית 18 תלמידים מבית החינוך הדמוקרטי "שבילים" בפרדס חנה. לתלמידים המסיימים את תכנית השנה הראשונה, מוצע להמשיך לתכנית מתקדמת שבמסגרתה הם מבצעים עבודת גמר בהיקף חמש יחידות לימוד. לפיתוח הפרויקט שותפים המינהל לחינוך התישבותי במשרד החינוך, יק"א בישראל, המועצה האזורית מנשה, מחלקת החינוך של התנועה הקיבוצית, המפעלים Stratasys, גלעם, גן שמואל מזון, מצרפס, מפעלי גרנות, סיבן, אמבר, אבוקדו גרנות, Bee-Bio, גבע סול, והיזם מכבי קרסו. המפעלים, היזמים והחוקרים מספקים לתלמידים ולצוות החינוכי עשרות אתגרים מלהיבים ורב-תחומיים, שבעקבותיהם יוצאים התלמידים לחפש רעיונות לפתרונות בהשראת הטבע. בשנה האחרונה התחברו לפרויקט סטודנטים מ-MIT, אשר שהו בתכנית חינוכית בחממה לאורך חודש ימים. הסטודנטים סייעו לתלמידים במחקריהם, והשפה התחלפה לאנגלית. שילוב הסטודנטים ימשך גם בשנת הלימודים הקרובה. \* \* \* **בעקבות הכתבה** "ב"זווית", **הסיפור פורסם באתר ynet.**