

טיפול בשפכי יקבים בעזרת מערכת ניידת משולבת של ננומורכבים ותאים מאווררים דמויי אגנים ירוקים אנכיים

איגי ליטאור, נמרוד לוי, נגה מאיר-דינר, גיורא ריטבו, מנשה לוי
ואורי מר חיים

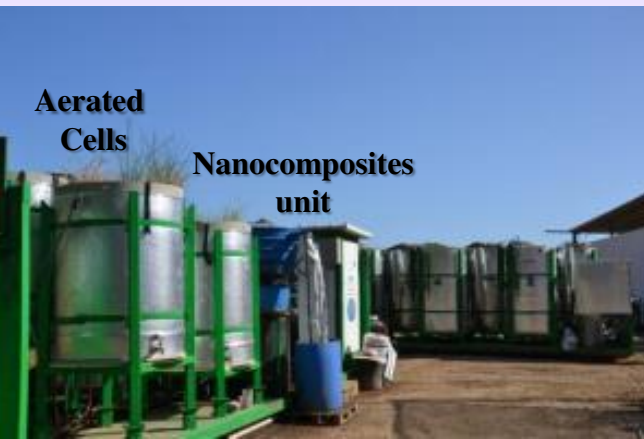
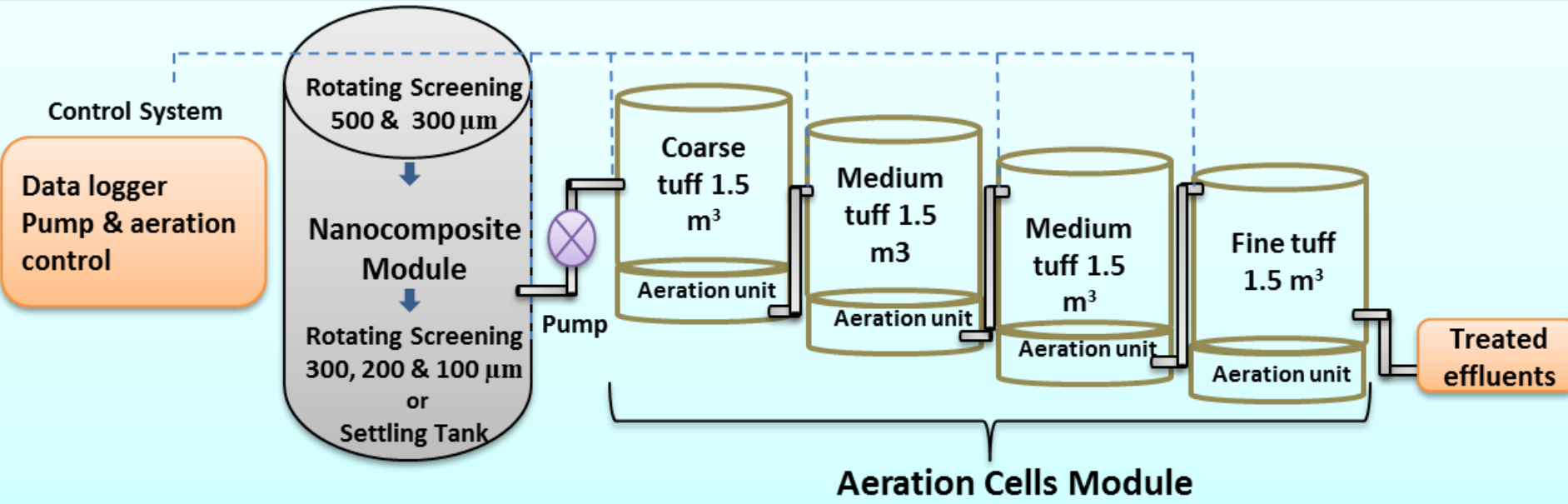
מיגל – מכון מחקר מדעי בגליל והמכללה האקדמית תל חי

שפכים חקלאיים מאופיינים בעומס אורגני גבוה במיוחד ולכן חייבים טיפול לפני שניתן להזרימם למט"ש

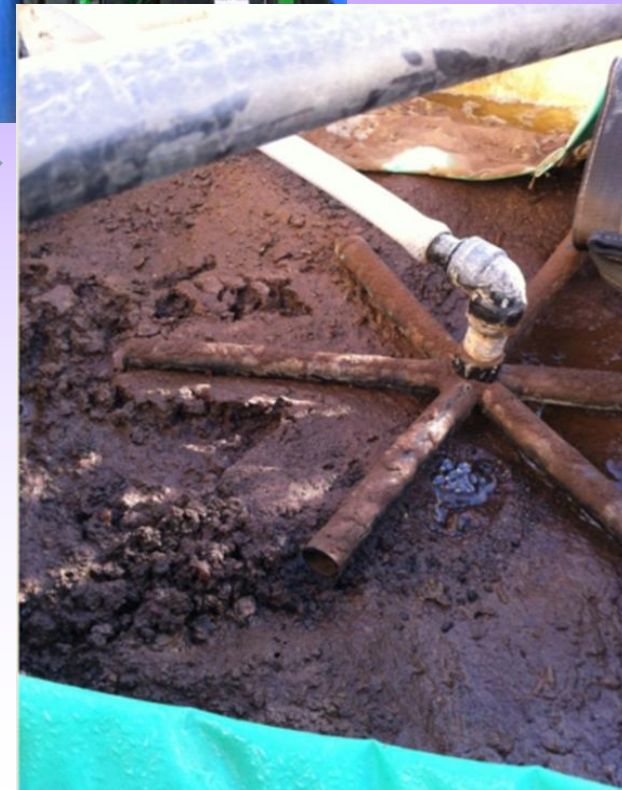
ערכים ממוצעים מהספרות

	BOD ₅	COD	TSS	TKN	TP
Winery	25,000	30,000	5,000	60	50
Olive Mill	70,000	250,000	20,000	500	90
Dairy	25,000	45,000	12,000	-	250
Brewery	30,000	40,000	1,000	-	100
Domestic	250	500	250	-	10

מבנה המערכת בעונות הבציר 2013-14



יחידת הננומורכבים – למניעת סתימות בעזרת קואגפולוקולציה ושיקוע



- TSS settling was accomplished with suspensions of 5% NC26 nanocomposites made of a mixture of 1 g sepiolite with 2.2 g polyDADMAC, combined with Z8848FS (BASF) as bridging agent. We used a Mutek PCD-T3 current detector coupled with a polyelectrolyte titrator to evaluate the dose needed to neutralize the charge (Rytwo et al., 2014).

אפיון המצעים של התאים המאוררים

Aerated Cell	K^\dagger (m d ⁻¹)	SSA-EGME m ² g ⁻¹	Pore Volume	CEC cmol _c kg ⁻¹	pH
Coarse Tuff (50 – 20 mm)	682 ± 39	169 ± 27	0.51 ± 0.01	7.34 ± 2.6	9.15 ± 0.04
Medium Tuff (20 – 8 mm)	500 ± 19	155 ± 22	0.49 ± 0.01	5.64 ± 1.2	7.91 ± 0.33
Fine Tuff (8 – 4 mm)	395 ± 13	118 ± 10	0.47 ± 0.01	11.3 ± 1.9	8.04 ± 0.07

[†]K = hydraulic conductivity; SSA = specific surface area; CEC = cation exchange capacity.

➤ הטוף מאופיין במוליכות הידראולית גבוהה, שטח פנים גדול, נקבוביות גבוהה, קק"ח נמוך וערך הגבה אלקלי.

➤ בספרות יש דיווחים של ערכי K לא ריאליים (32,000 m d⁻¹ to 79,000 m d⁻¹) (e.g., Nivala et al., 2012; Knowles & Davis, 2009)

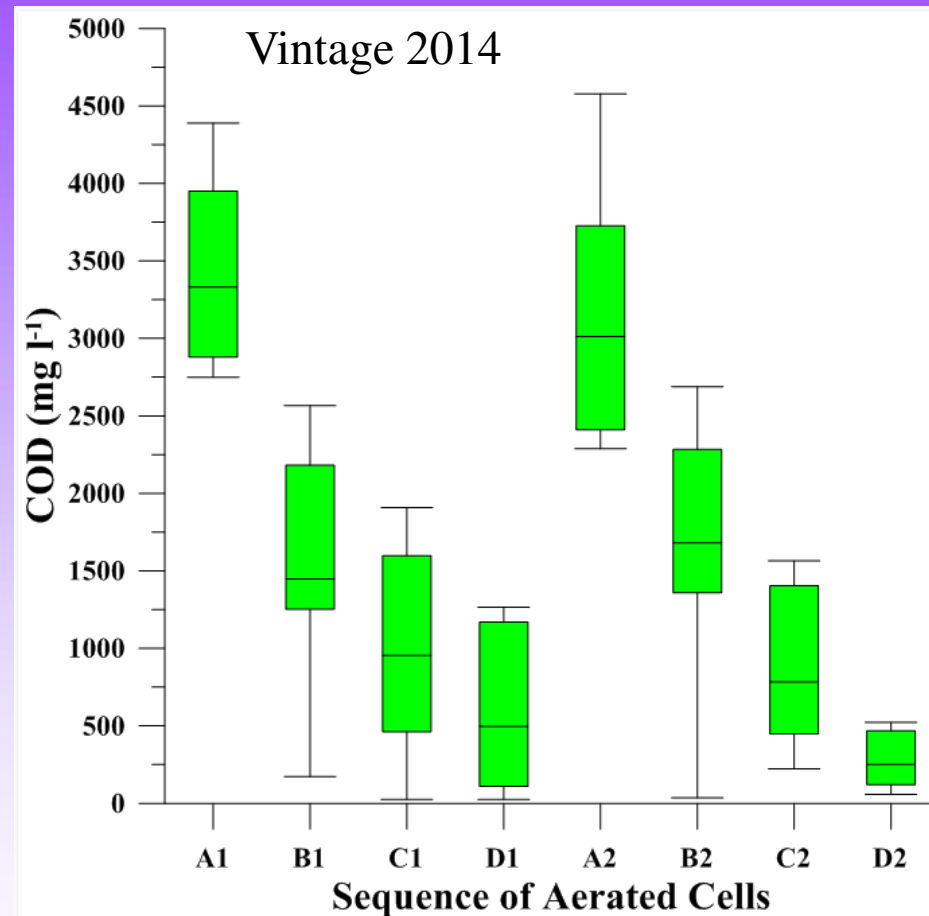
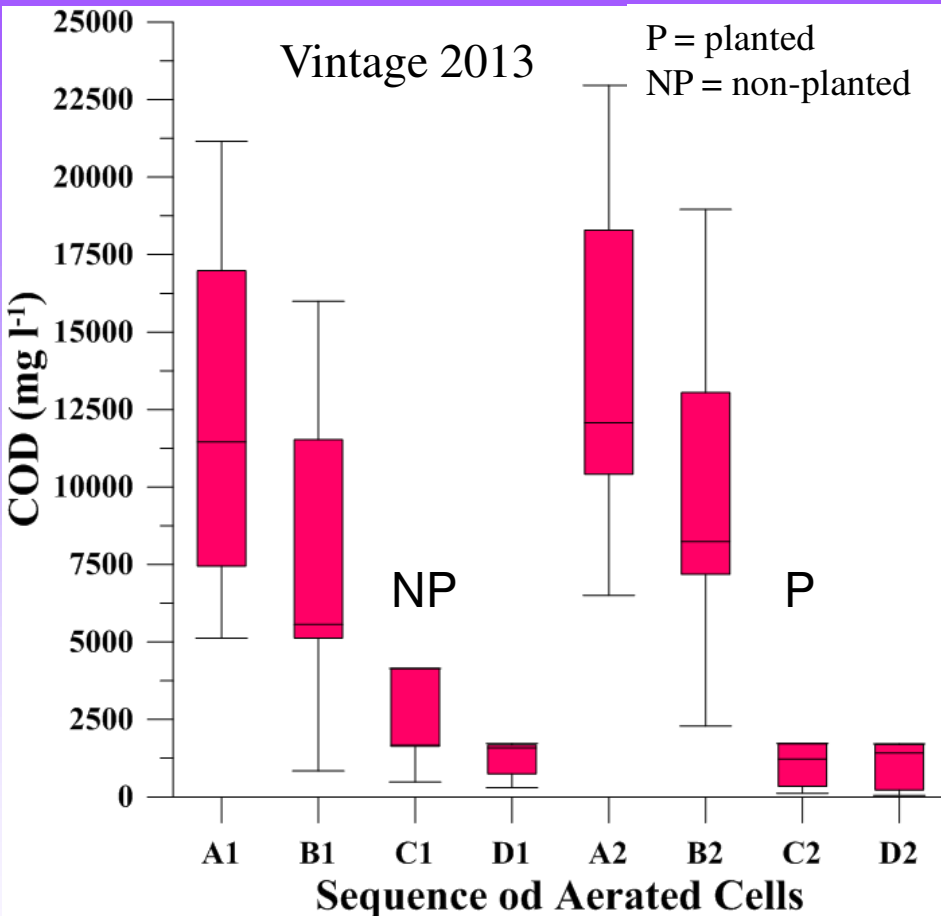
➤ ולכן יש הערכות שגויות של עומסי צח"כ.

אפיון השפכים ופעילות הנומורכיבים

Parameter	COD	Polyphenol	TOC	Total N	Total P	TSS	EC	pH
WW	mg L ⁻¹						dS m ⁻¹	
Mean	11500	49	2630	6.0	18	6360	4.8	6.4
Min	4780	33	2280	2.2	2	970	3.6	5.2
Maximum	20500	370	4100	16.0	50	28620	6.2	7.9
Post Cago-Flocculation	mg L ⁻¹						dS m ⁻¹	
Mean	9050	48	2230	6.0	17	260	4.8	6.4
Min	4880	13	291	2.2	2	16	3.6	5.2
Maximum	15390	308	4000	16.0	39	516	6.2	7.9

➤ מערכת הנומורכיבים הורידה את הצח"כ ביותר מ- 95% תוך דקות בודדות.
 ➤ יש שונות גבוהה של ערכי צח"כ בשפכי יקבים שמקשה מאוד על הטיפול.

שינוי בריכוזי הצח"כ במערכת התאים המאוררים



- מערכת התאים המאוררים הייתה יעילה ביותר בהורדת הצח"כ ב- 90% עד 95%
- יעילות הורדת הצח"כ הייתה גבוהה יותר בתאים עם צומח.

הערכת ביצועים של המערכת

Cell	A1	B1	C1	D1	RE	A2	B2	C2	D2	RE
	kg COD m ⁻³ d ⁻¹				%	Kg COD m ⁻³ d ⁻¹				%
COD	28 ± 18	17 ± 17	6 ± 9	3 ± 1	90	28 ± 16	18 ± 12	3 ± 4	2 ± 2	95

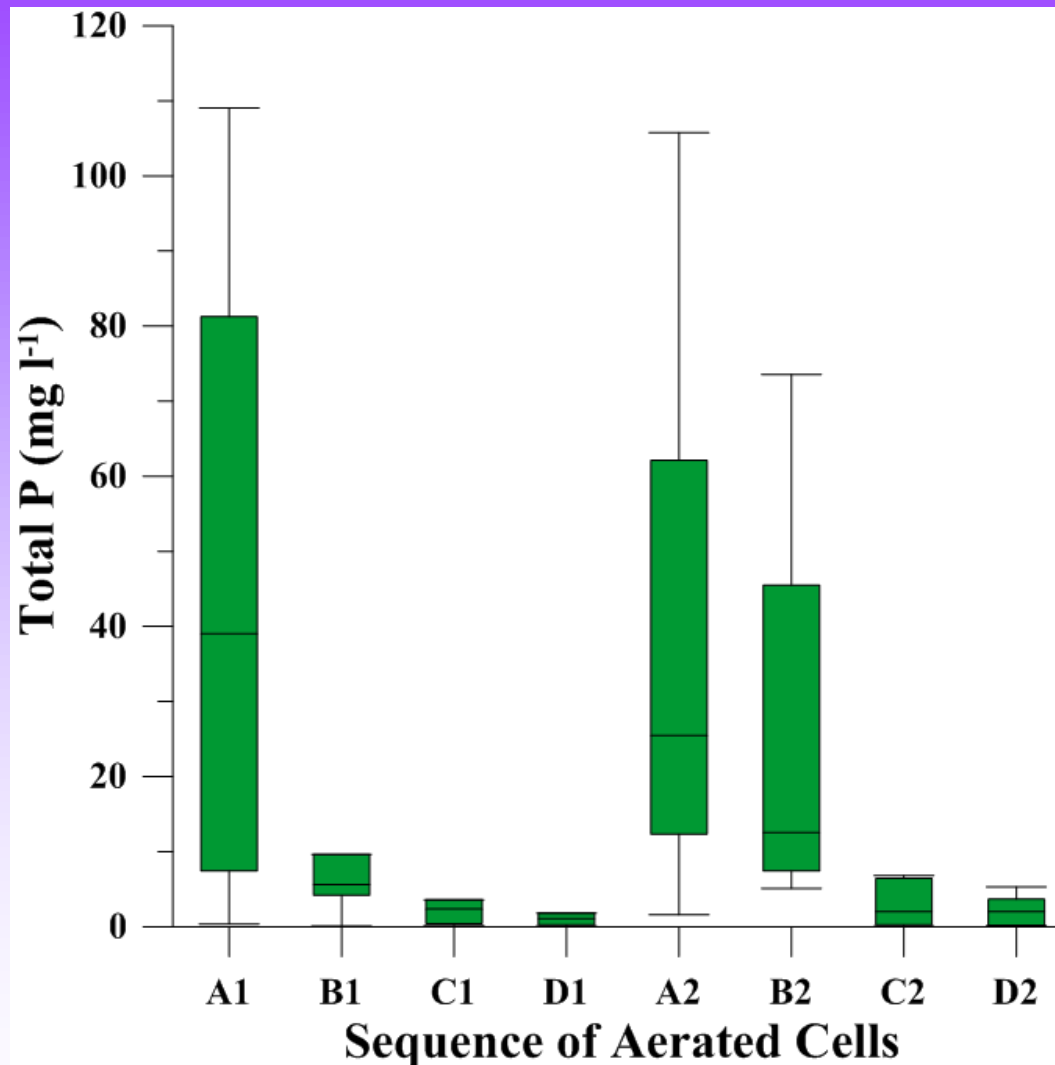
- רוב הורדת הצח"כ מתרחשת בשני התאים הראשונים
- ריבוי תאים הכרחי להשגת ערך הסף לשחרור למט"ש

אנליזה השוואתית בין מערכות קיימות

Technology/Method	Average COD concentrations mg l ⁻¹	Maximum COD loading Rates kg COD m ⁻³ d ⁻¹	% COD removal efficiency	Reference
Sequencing Batch Biofilm Reactor (SBBR)	2,170	8.8	86 - 99	Andreottola et al., 2002
Fixed bed biofilm reactor (FBBR)	7,130	4	>90	Andreottola et al., 2005
Membrane biological reactor (MBR)	<4,000	1-2	>97	Artiga et al., 2005
Jet-loop activated sludge reactor (JLR)	~6,000	5.9	>90	Petruccioli et al., 2002
Sequencing Batch Reactor (SBR)	~5,000	0.8	93	Torrijos and Moletta, 1997
Conventional activated sludge (CAS)	13,448	ND	95	Valderrama et al., 2012
Full scale MBR	4,728	4.95	95	Bolzonella et al., 2010
Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)	12,000	15	95	Moletta, 2005
Air Micro-bubble bioreactor (AMBB)	~7,700	1.0	90 - 99	Oliveira et al., 2009
Aerobic Cells	11,700	8.6	90 - 95	This work

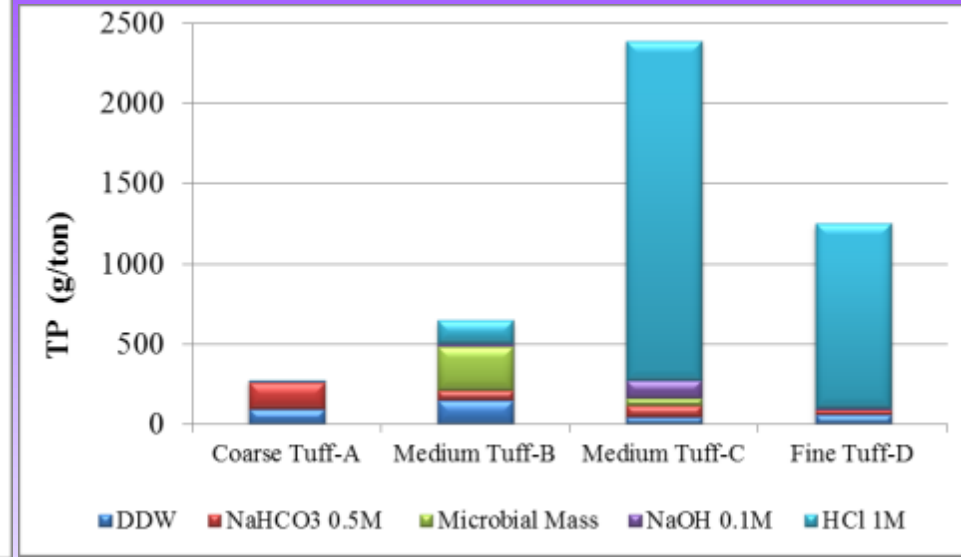
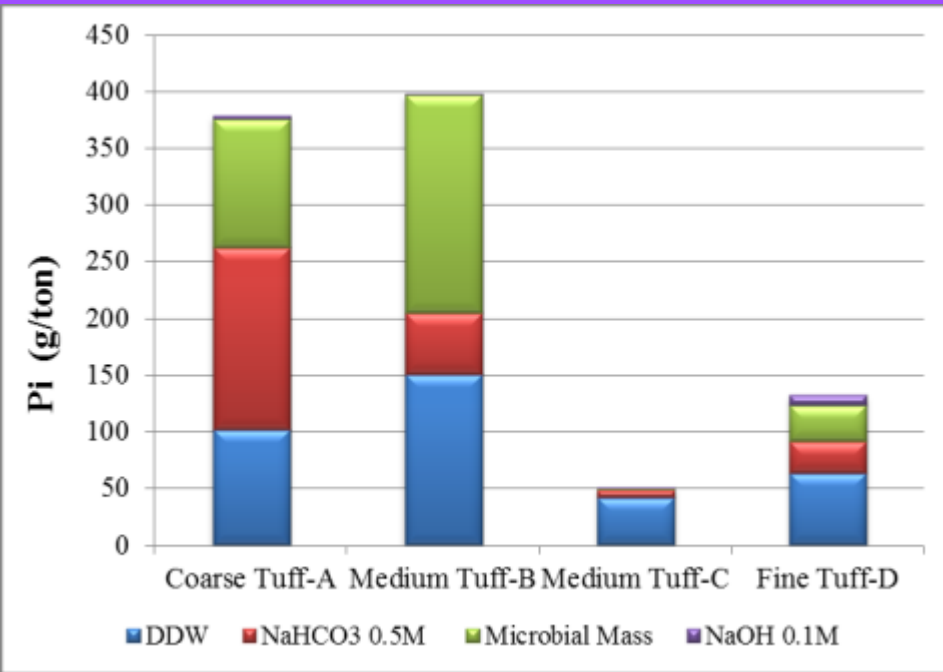
Litaor et al., *in review*.

שינוי בריכוזי הזרחן הכללי במערכת התאים המאווררים



➤ מהם התהליכים האחראים להסרה של יותר מ- 95% של הזרחן במערכת התאים המאווררים?

מצוי עוקב של זרחן (שפכי בתי בד)



- רוב הזרחן הזמין (labile) נלקח בשני התאים הראשונים ע"י אסימילציה של חיידקים
- רוב הזרחן 'הפחות זמין' נלקח בשני התאים האחרונים בעיקר בשקיעה של Ca-P.
- המערכת עשויה להגיע לרוויה ולכן רצוי לשפר את ביצועיה בעזרת פיטורימידאציה

האם פיטורימידאציה זה הפתרון?

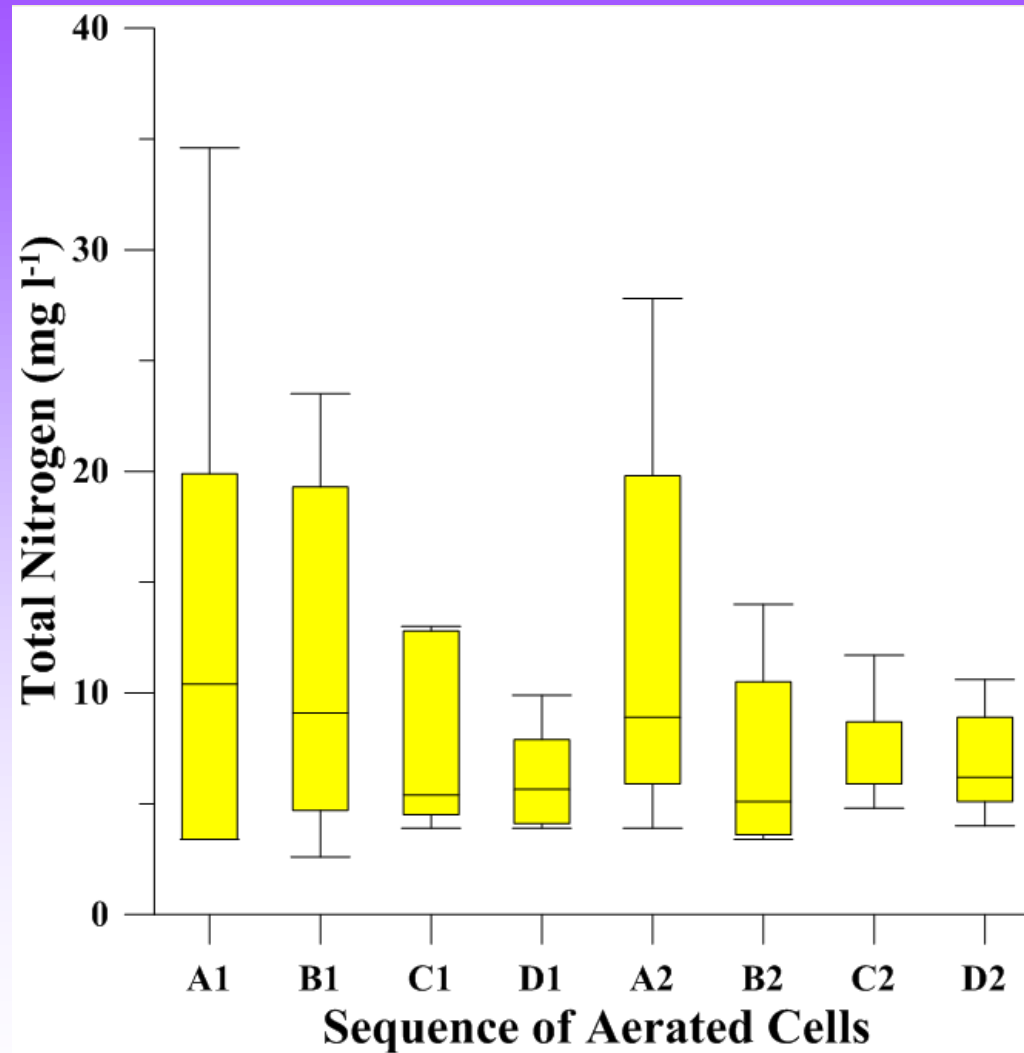
בתא השלישי מצבם טוב



בתאים הראשונים הצמחים מתקשים לחיות!

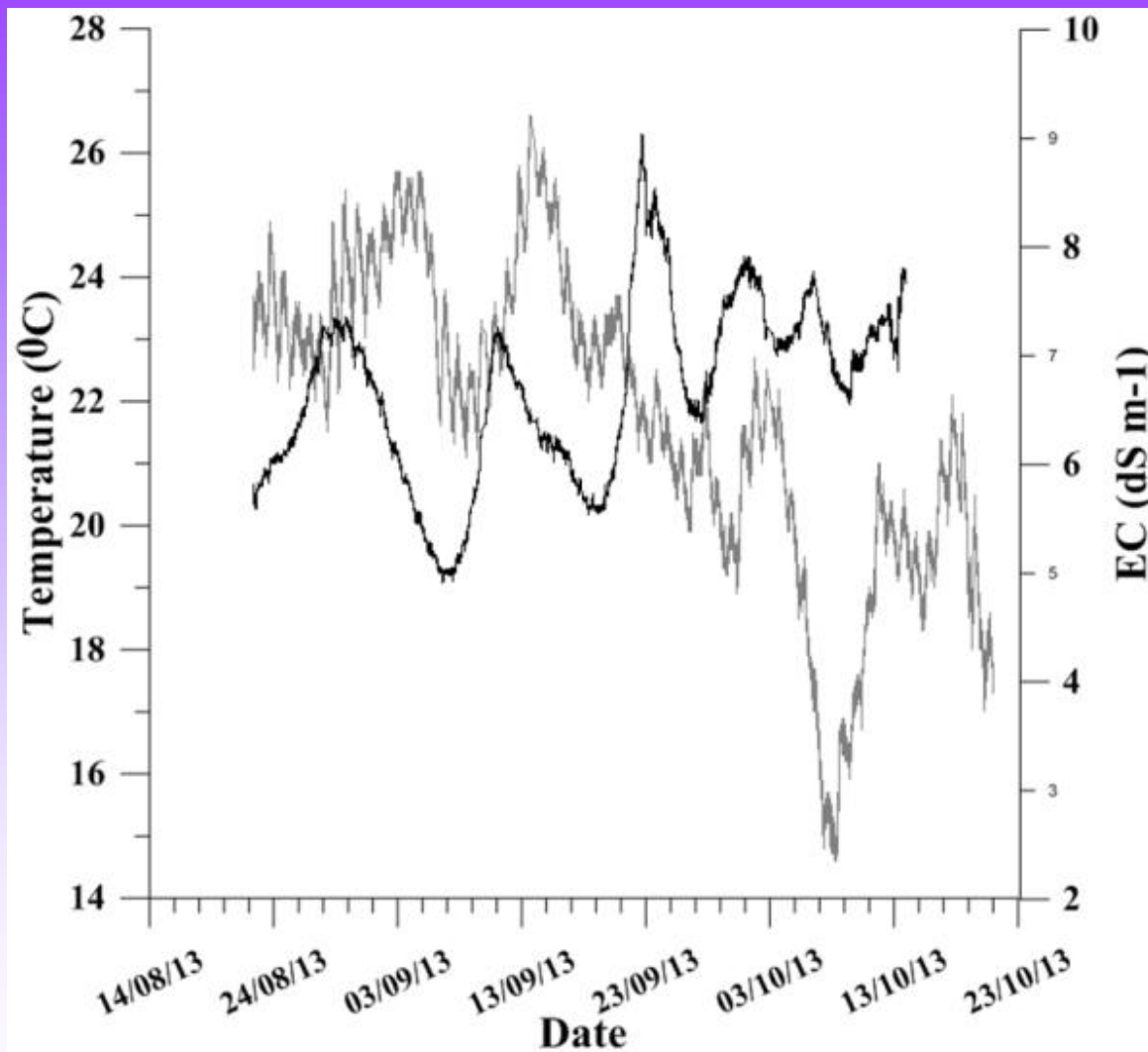


שינוי בריכוזי החנקן במערכת התאים המאוררים



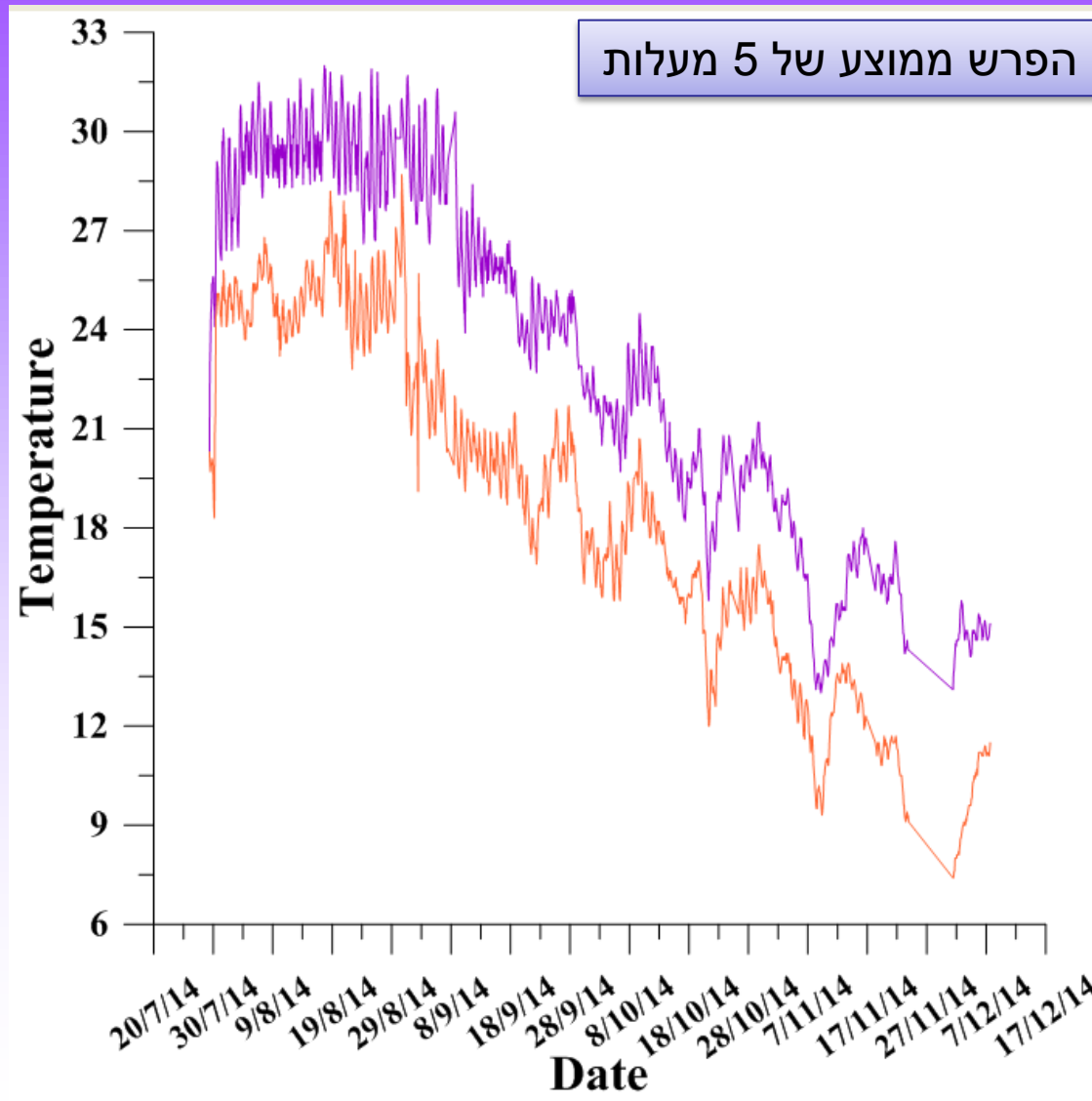
מתרחשת ירידה הדרגתית אולם יתכן שהמערכת סובלת ממחסור בחנקן ➤

השפעת הטמפרטורה על ביצועי המערכת (בציר 2013)

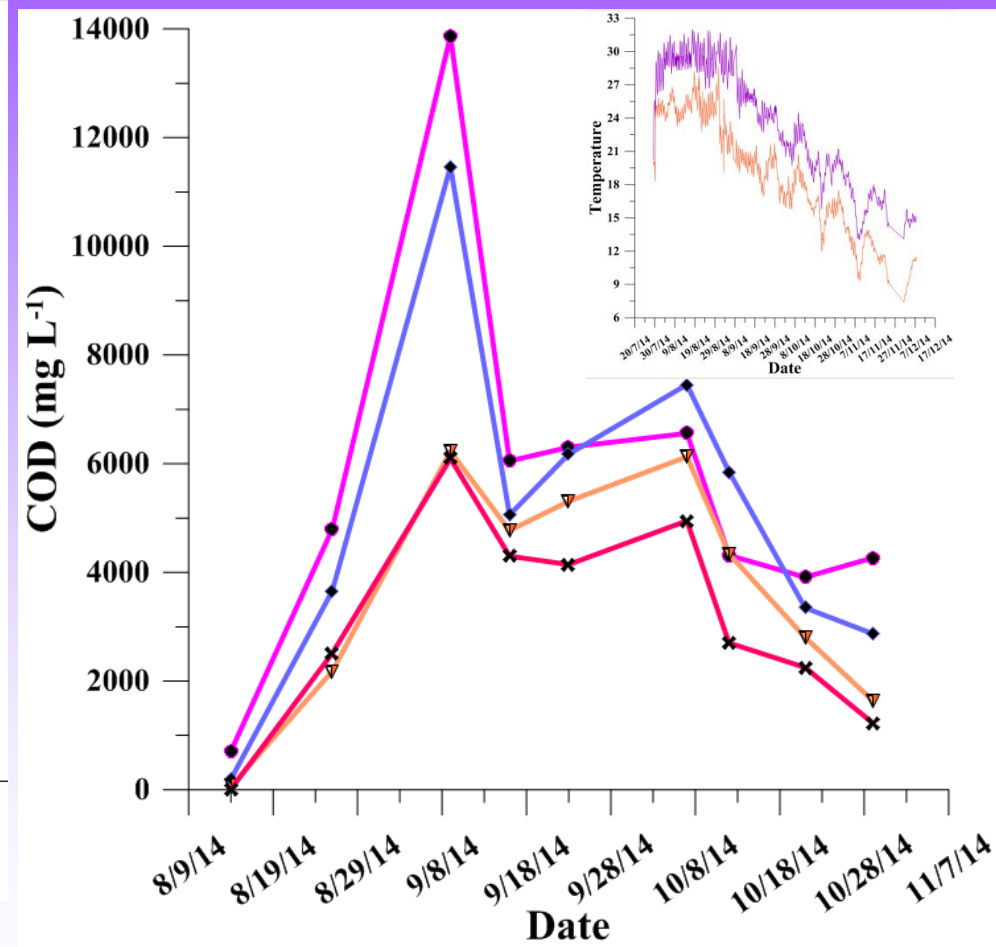
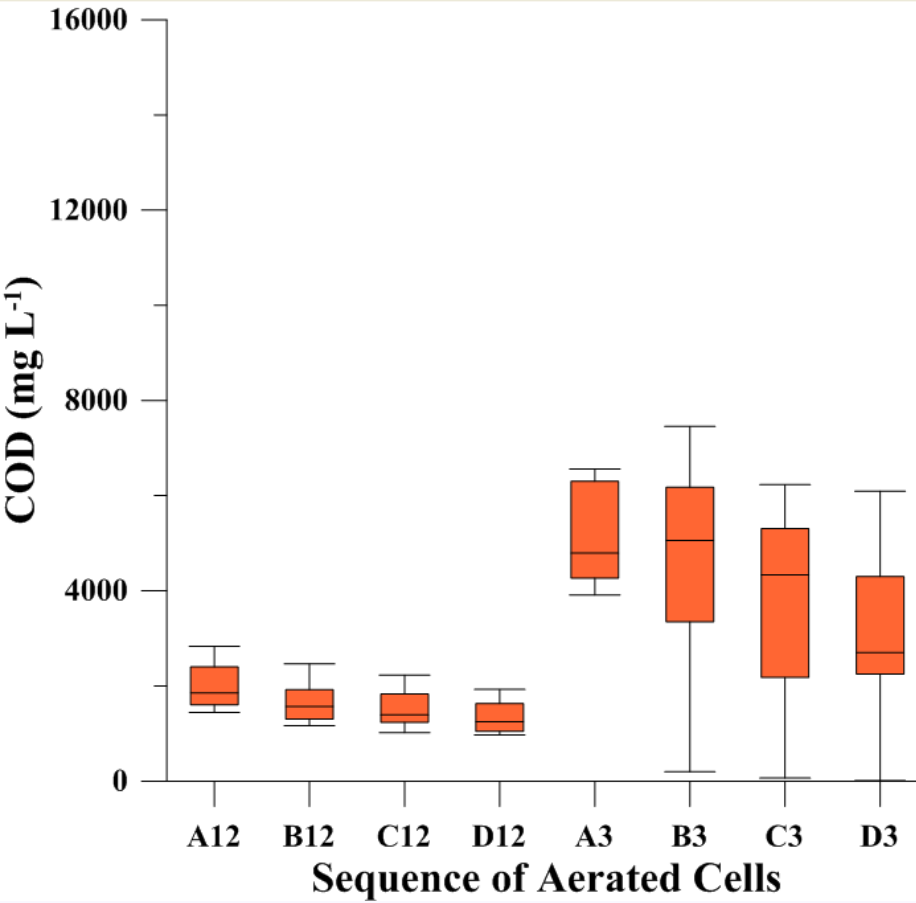


- בעקבות העליה התרמלית מתרחשת ירידה במוליכות החשמלית כתוצאה מפירוק הצח"כ
- ירידה בטמפרטורה של המערכת גורמת לעליה במוליכות החשמלית כתוצאה מפירוק חלקי של הצח"כ.
- מכאן, כדאי להעלות את הטמפרטורה לערכים אופטימליים הידועים מהספרות ($> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)

בזמן הבציר של עונת 2014 ערכנו השוואה בין מערכת מחוממת בגז למערכת ללא חימום



שינוי בריכוזי הצח"כ במערכת מחוממת ובמערכות ללא חימום



ריכוז הצח"כ במערכת עלה עם הטמפרטורה והחל לרדת עם הפסקת החימום במערכת 3 ➤

דיון ומסקנות

- המערכת המשולבת מסוגלת לטפל בעומסי צח"כ גבוהים במיוחד (8.66 ק"ג מ"ק/יממה). הצלחת המערכת היא תוצר של אוורור אקטיבי שמאפשר רמות גבוהות של חמצן במערכת ($> 4.5 \text{ mg L}^{-1}$)
- המערכת רגישה לסתימות ולכן נדרש טיפול מתאים שכולל: 1. שיטת הנפת הסל ו- 2. טיפול כימי.



שיטת החלפת הסל

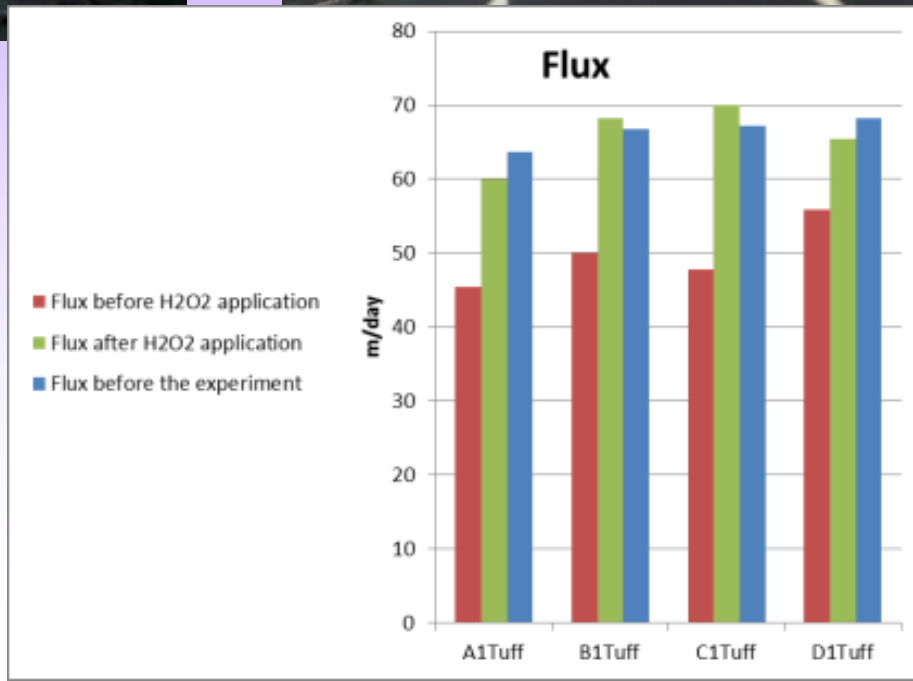
סל עשוי ממתכת



סל עשוי מרשת ניילון

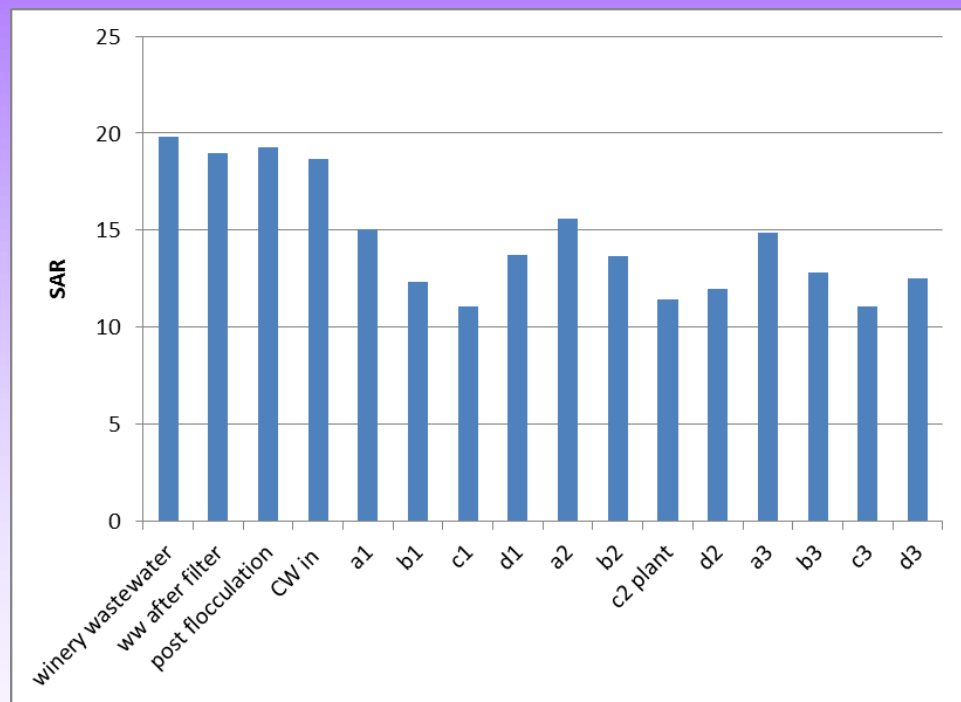


הסרת הסתימות בעזרת טיפול כימי (H_2O_2)



➤ Addition of 30% H_2O_2 regenerated the flow within the cells.

מטרה סופית: שימוש חוזר בשפכי יקבים להשקיה של כרמים ומטעי זיתים



בימים אלה מתבצע מחקר בליזימטרים ובכרם זיתים להערכת איכות הקרקע והזית בעקבות השקיה עם **OMW או WW** ➤

דרך הגפן ליין ולשפכים - לחיים!

