

הכנס השנתי ה-34 למדעי הבקר והצאן

השפעת מליחות וקשיות מי השתייה על צריכת מזון ויצרנות בפרות חלב – סיכום מחקר במימון מועצת החלב

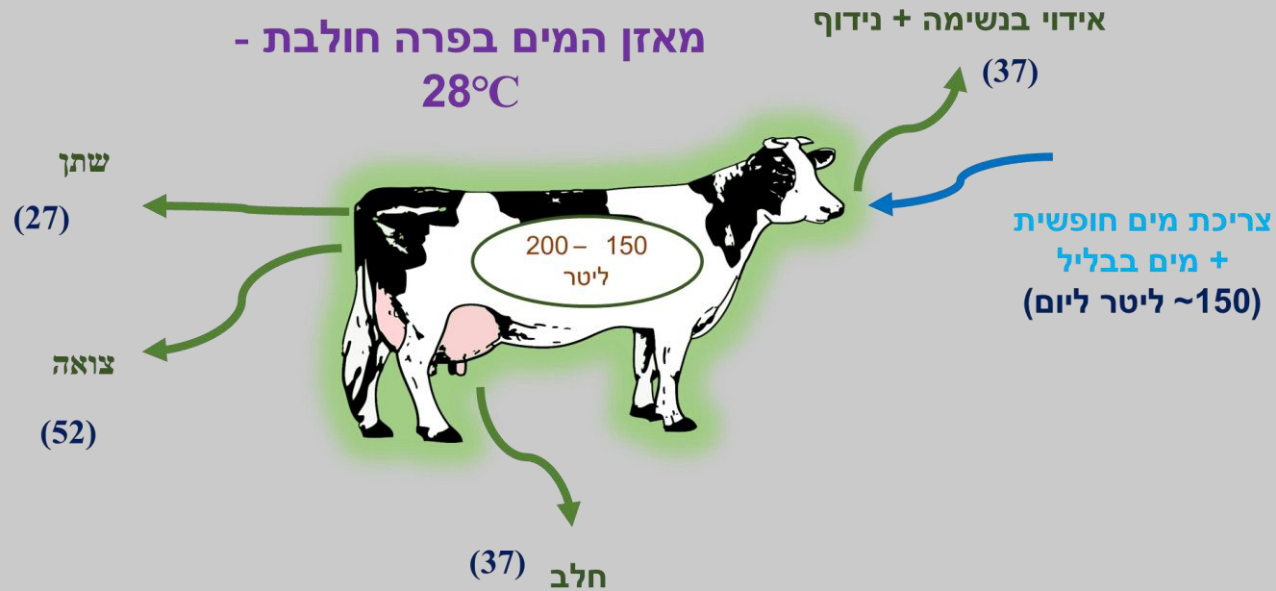
עדי איריץ^{1,2}, דניאל אספינוזה^{1,2}, פאדי סהליב^{1,2}, יורי פורטניק¹, הדר קמר¹, מולה גרמה טיי^{1,2} ויהושב בן מאיר*¹

¹ המחלקה לחקר בקר וצאן, המכון לחקר בע"ח, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני.

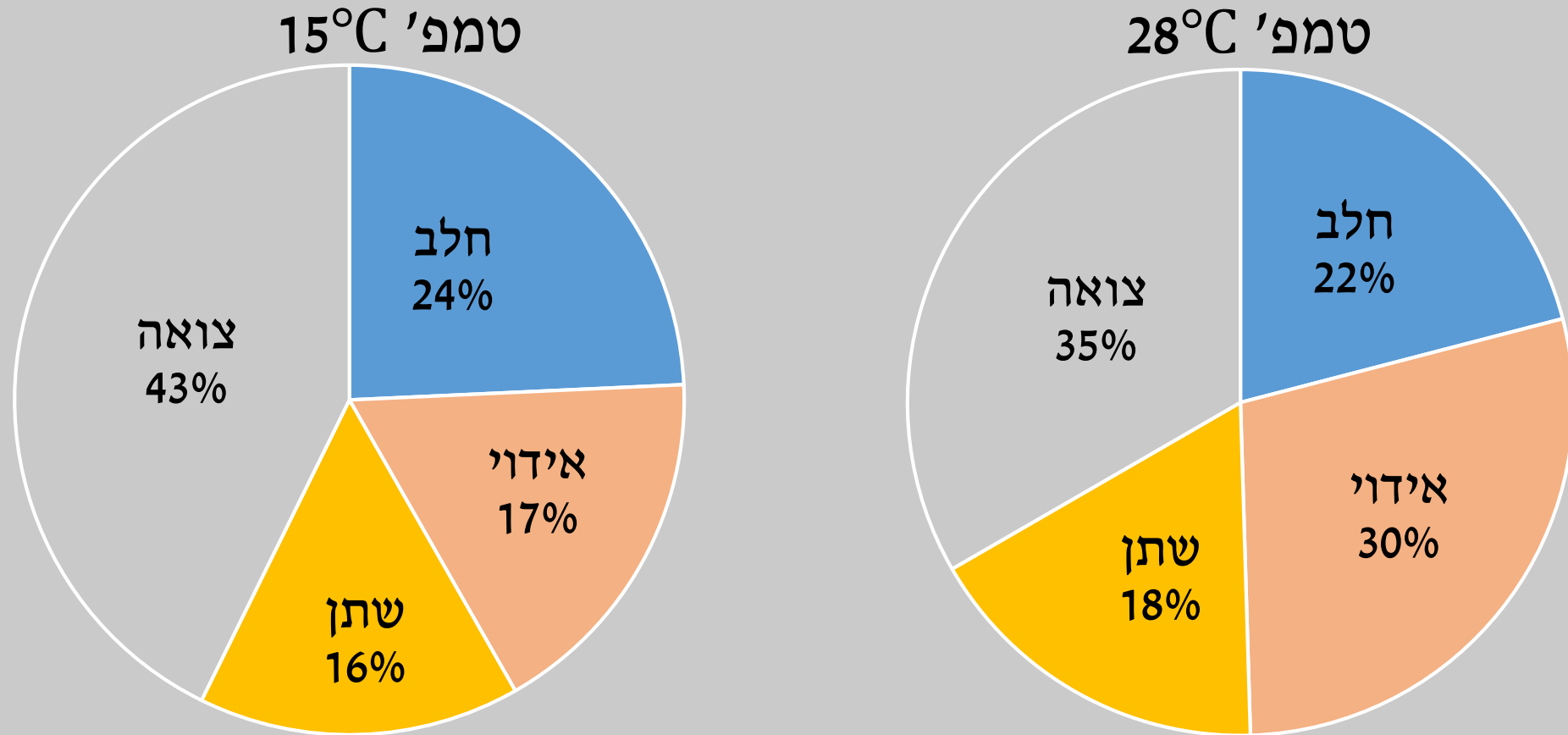
² החוג למדעי בע"ח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.



- פרות חלב גבוהות תנובה (~40 ק"ג חלב ליום) שותות במוצע כ-150 ליטר מים ביום.
- מים הם למעשה הנוטריינט הנצרך ברמה הגבוהה ביותר ומהווה כ-65% ממשקל גוף הפרה הבוגרת.
- רוב המים הנצרכים ע"י הפרה מגיעים ממי השתייה, והשאר מגיעים מהמזון ומחמצון מטאבולי.



התפלגות יציאת מים מגוף הפרה



NASEM 2021

רוב המים מתפנים מהצואה, כאשר טמפרטורת הסביבה גבוהה יש איבוד מים גבוה דרך אידוי לצורך קירור הגוף.

ההמלצות לערכי מים – NASEM 2021 – מליחות המים

המלצות	TDS (מ"ג לליטר)
ללא חשש	<1000
עלול לגרום לשלשולים עד הסתגלות	1000 – 2,999
פגיעה בצריכת מים ויצרנות	3000 – 4,999
להימנע – גורם לפגיעה ביצרנות וברווחה	5000 – 6,999
לא לאפשר לפרות גישה למים אלו פגיעה בבריאות וברווחה	>7000

TDS = total dissolved solids – סך המומסים

הקשר בין TDS, מוליכות חשמלית (EC) ומליחות המים

- מוליכות חשמלית - electrical conductivity – קלה וזולה למדידה בתנאי שטח.

- יחידות מקובלות הן מיקרוסימנס לס"מ ($\mu\text{S} / \text{cm}$) או מיליסימנס למטר (mS / m).

- מי ברז – סביב $800 \mu\text{S} / \text{cm}$ או $0.8 \text{ mS} / \text{cm}$ או TDS של 400 מ"ג לליטר.

- מי ים - סביב $50,000 \mu\text{S} / \text{cm}$ או $50 \text{ mS} / \text{cm}$ או TDS של 25,000 מ"ג לליטר.

- גרם מלח (NaCl) לליטר תורם כ- $1,724 \mu\text{S} / \text{cm}$.

- תיאורטית, הוספה של 0.7 גרם מלח לליטר מים תביא לפגיעה באיכותם כמי שתייה לבקר לחלב – TDS מעל 1000 מ"ג לליטר.



pH Meter for Water 4 in 1 pH EC TDS
Temp Meter for Hydroponics PPM and
EC Water Tester Digital pH PPM
Meter for Nutrients Growing...
★★★★★ 49
400+ bought in past month
\$24⁹⁹

TABLE 1. Minerals composition of the salty water (SW) and the desalinated water (DW).

Mineral	SW מליחים		DW שפירים	
	\bar{X}	SE	\bar{X}	SE
Na	287	15	75.6	23.1
Ca	239	7	48.5	8.9
Mg	101	2	23.3	7.4
K	16.9	1.7	4.66	1.31
Cl	580	24	249	12
S	256	14	40.6	16.4

TDS מחושב מ"ג לליטר

1479

441

EC מחושב (הערכה)
uS/cm

1,900

551

השפעת מתן מים במליחות גבוהה על יצרנות פרות חלב

Parameter	SW מליחים	DW שפירים	SEM
	———— (kg/d) ————		
DMI	22.6	23.0	
Water consumption, L/d	117	128	
Milk	33.1 ^b	35.2 ^a	.5
Protein	.93 ^b	1.01 ^a	.02
Fat	.96 ^b	1.02 ^a	.02
3.5% FCM	29.8 ^b	31.6 ^a	.5
	———— (%) ————		
Milk composition			
Fat	2.93	2.95	.04
Protein	2.84 ^b	2.89 ^a	.01
Lactose	4.44 ^b	4.50 ^a	.02

מדידה קבוצתית

מים מליחים גרמו לירידה בתנובה

המלצות	ניטרט (NO_3^- , מ"ג לליטר)
ללא חשש	44 - 0
ניתן לאיזון בהפחתת חנקן במנה	132 - 45
עלול להזיק בצריכה לאורך זמן	220 - 133
פרות בסיכון	660 - 221
סיכון גבוה לתמותה – אין להשתמש	>660

היוזמה לביצוע תכנית המחקר נולדה בעקבות שינויים מהותיים שחלו במשק המים בישראל – שילוב של מי ים מותפלים עד לכשליש (700 מלמ"ק בשנה) מסך השימושים של מים שפירים.



המים המגיעים לשקתות הינם בעלי הרכב משתנה בהתאם להחלטה אד הוק של מקורות:

מי אקוויפר + מי ים מותפלים	מי אקוויפר	יחידות	מרכיב
300 - 400	800 - 1000	$\mu S / cm$	EC
~150	~300	מג / ליטר	TDS
20 >	225	"	Cl ⁻
80 >	256	"	קשיות (סידן + מגנזיום)

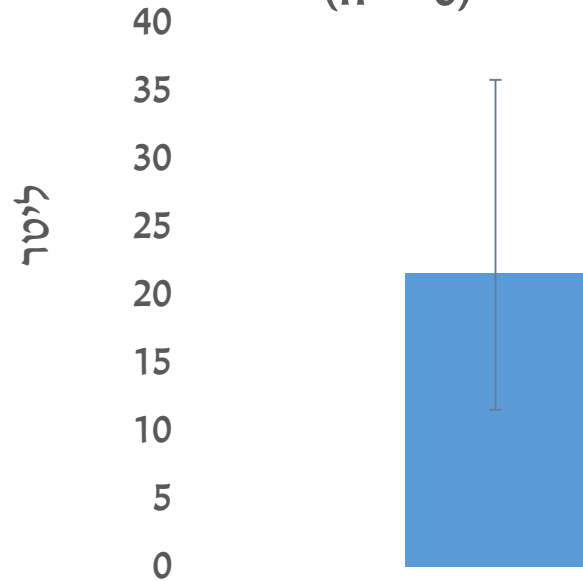
ח"מ – חלקי מיליון (ppm)
 EC = מוליכות חשמלית
 TDS = סך מוצקים מומסים

- הפרה מחליפה כ- 17% ממאגר המים שלה בכל יום.
- פרה עשויה לשתות 40 ליטר בשתי דקות ובכך להחליף כ-10% מנוזל הכרס.

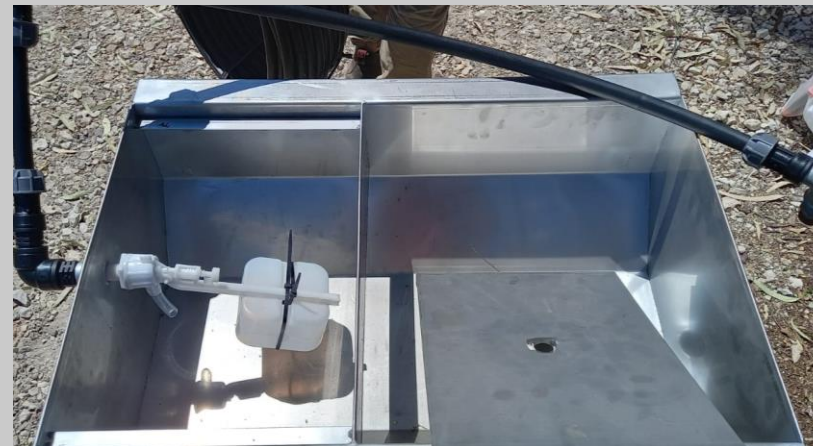
ההשערה בבסיס המחקר היא כי להבדל בהרכב המים יש השפעה על התנהגות אכילה ושתייה, תנובת חלב ופעילות הכרס

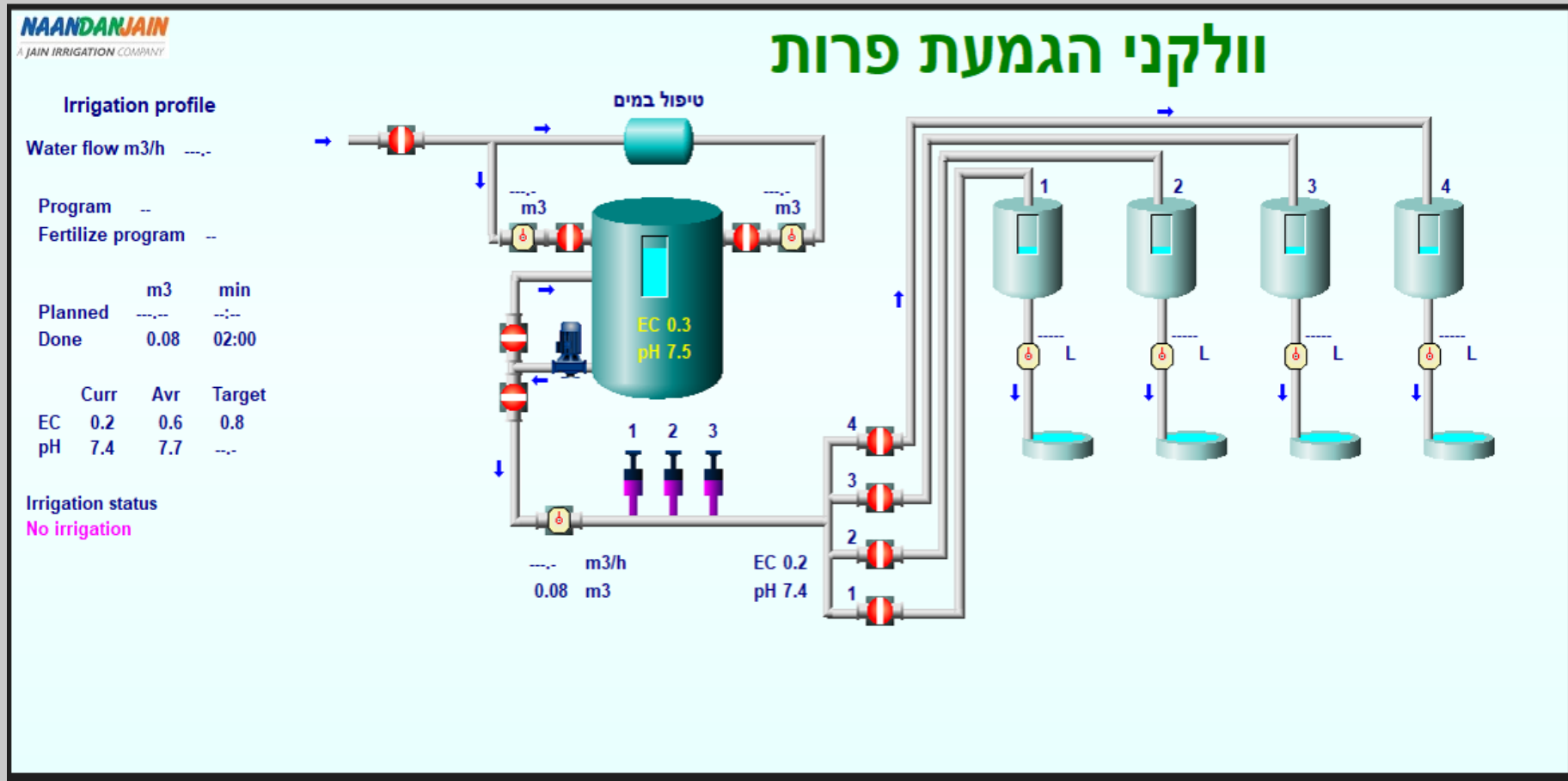
1. להקים מערכת ניסויית המסוגלת לשלוט בהרכב מי השתייה המגיעים לשקתות פרטניות של פרות חולבות.
2. לבחון את השפעת מליחות מי השתייה (NaCl) על צריכת מים ומזון, תנובת חלב ורכיביו ונעכלות לכאורה של רכיבי הבלייל.
3. לבחון את השפעת קשיות מי השתייה ($\text{CaCl}_2 + \text{MgSO}_4$) על צריכת מים ומזון, תנובת חלב ורכיביו ונעכלות לכאורה של רכיבי הבלייל.

כמות מים באירוע שתיה בודד
(n = 6)



במדידות שביצענו מצאנו כי הפרות ברפת
שתו עד כ-35 ליטר באירוע שתייה בודד.





חומרים ושיטות – הקמת המערכת הניסויית



מיכלי מים המחוברים
לשקתות ומוזנים דרך
המיכל הגדול

מיכל מים למילוי
המיכלים

כלוב מוגן מגשם
לרובוט השקיה, מחשב,
וקולונות טיהור מים

בוצעו 2 ניסויים במבנה של ריבוע לטיני. ארבע פרות חולבות קיבלו (והוגבלו) למי שתייה ברמת מליחות/ קשיות משתנה (4 רמות) למשך 4 תקופות (5 ימים הרגלה + 12 יום תצפית + 3 ימים דיגומים).



trt, period & period*trt (block) as fixed and cow as a random effects. Dose responds for linear and quadratic by contrast, RM (AR1)

- האם יש מתאם בין מליחות / קשיות מי השתייה למדדים הנבדקים?

ניסוי 1 – השפעת מליחות מי השתייה – מוליכות חשמלית (EC) של 400, 600, 800 ו-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ על ידי הוספה של תמיסת מלח (NaCl) מרוכזת.

ניסוי 2 – השפעת קשיות מי השתייה (סידן + מגנזיום) – קשיות (CaCO_3 equivalent) של 80, 160, 240 ו-320 ח"מ על ידי הוספת תמיסות מרוכזות של CaCl_2 ו- MgSO_4 ביחס של 1:2.



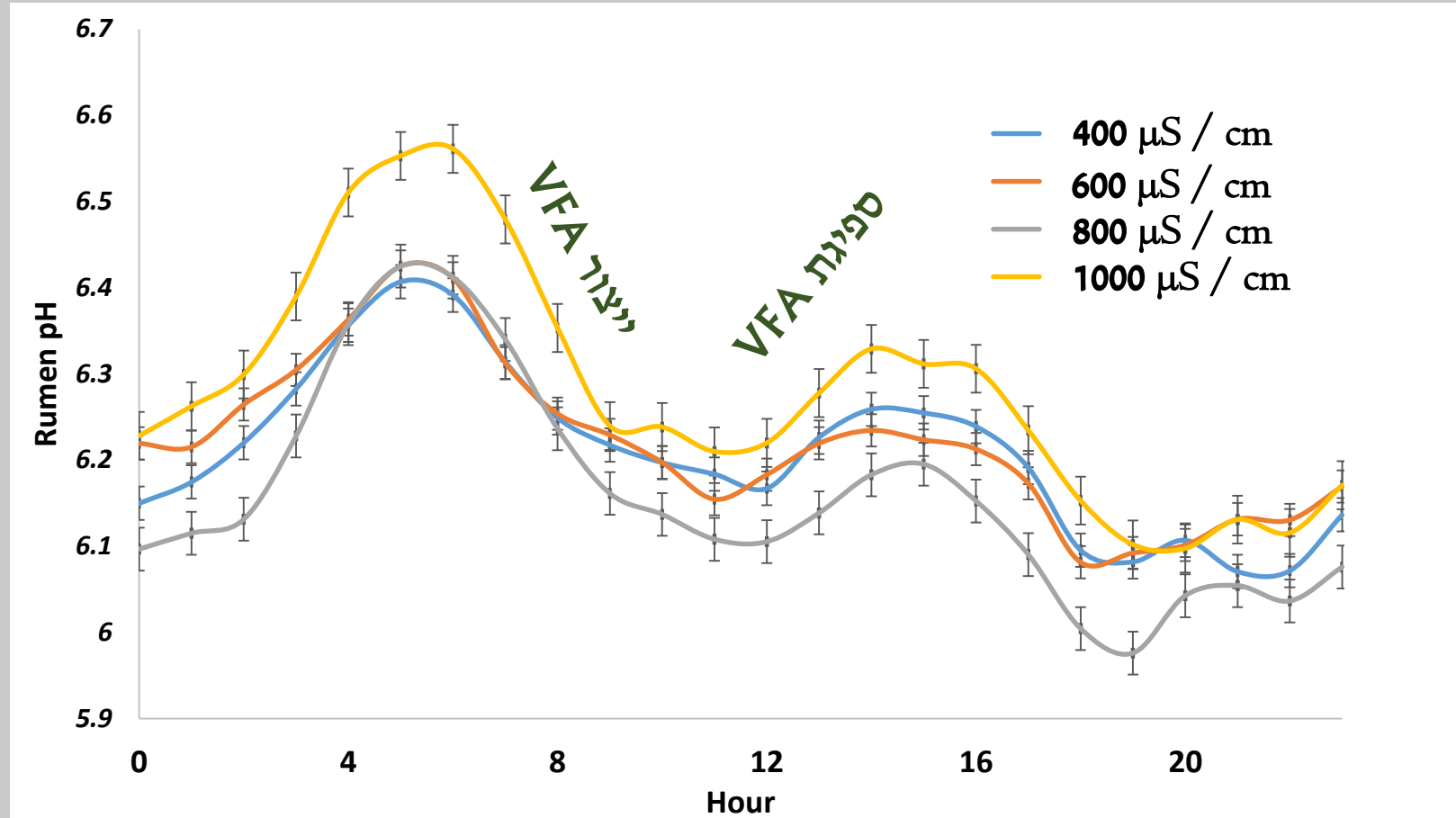
פרה שתתה בממוצע כ-142 ליטר ביום בכ-8 אירועים של כ-18 ליטר בממוצע לאירוע שתייה עם תנודתיות בין ימים ואירועי השתייה. בחלק מאירועי השתייה צפינו בצריכה של כ-80 ליטר לאירוע שתייה בודד

תוצאות – ניסוי 1 - השפעת מליחות מי השתייה

p	SEM	מוליכות מי השתייה ($\mu\text{S}/\text{cm}$) / מדד				
		1000	800	600	400	
<0.01	0.24	29.7	29.6	28.3	27.5	צריכת מזון, ק"ג ליום
0.57	2.09	145	142	142	139	צריכת מים, ליטר ליום
<0.01	0.28	47.0	45.4	45.4	44.6	תנובת חלב, ק"ג ליום
<0.01	0.35	42.4	41.6	41.9	40.4	תנובת חמ"א, ק"ג ליום
0.04	1.24	40.4	40.9	45.9	43.8	נעכלות NDFom, %
<0.01	0.02	6.79	6.74	6.64	6.67	pH כרס מקסימום יומי

$$\text{TDS (mg/l)} = 2 \times \text{EC } (\mu\text{S}/\text{cm})$$

(Iritz et al., 2024)



מליחות מי השתייה משפיעה על חומציות הכרס

תוצאות – ניסוי 2 – השפעת קשיות מי השתייה

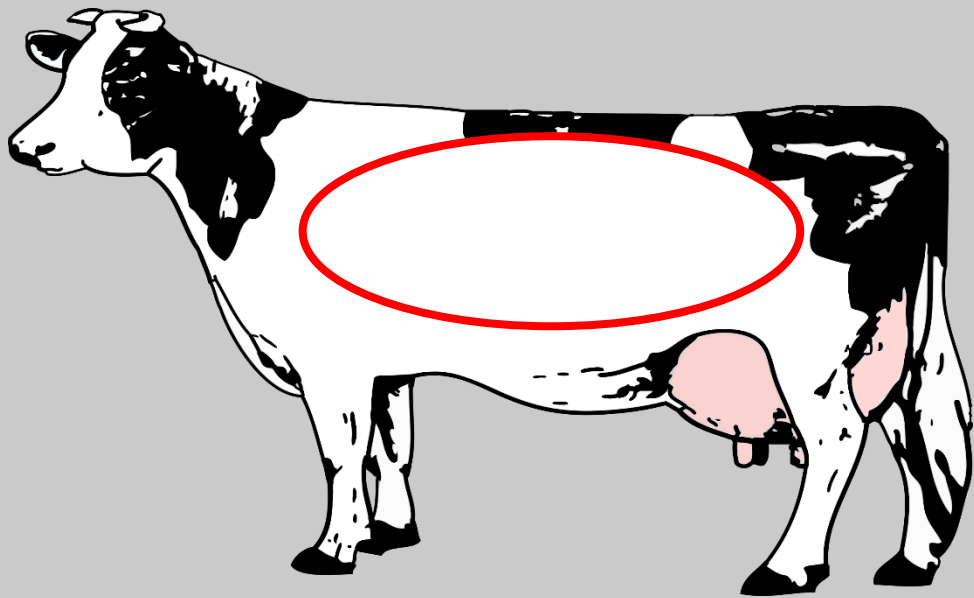
p	SEM	קשיות מי השתייה (ח"מ, מושווה מדד / CaCO ₃)				
		320	240	160	80	
<0.01	0.17	24.6	23.7	24.4	23.4	צריכת מזון, ק"ג ליום
<0.01	0.28	37.4	36.3	36.1	34.9	תנובת חלב, ק"ג ליום
<0.01	0.23	33.3	32.5	32.6	31.3	תנובת חמ"א, ק"ג ליום
0.02	0.01	0.43	0.45	0.51	0.50	נעכלות NDFom, %

הבדל של עד 2.5 ק"ג חלב מושווה אנרגיה ליום

ניסוי בוצע במשטר חליבה של שתי חליבות ליום

1. יש מתאם חיובי מובהק בין מליחות מי השתייה לבין צריכת מזון – הבדל של עד 2.2 ק"ג ח"י ליום.
2. יש מתאם חיובי מובהק בין מליחות מי השתייה לבין תנובת חלב מושווה אנרגיה – הבדל של עד 2 ק"ג ליום.
3. יש מתאם חיובי מובהק בין קשיות מי השתייה לבין צריכת מזון – הבדל של עד 1.2 ק"ג ח"י ליום.
4. יש מתאם חיובי מובהק בין קשיות מי השתייה לבין תנובת חלב מושווה אנרגיה – הבדל של עד 2.5 ק"ג ליום.
5. יש מתאם שלילי מובהק בין מליחות וקשיות מי השתייה לבין נעכלות הסיב.
6. לא נמצא קשר מובהק בין מליחות המים לצריכת המים.

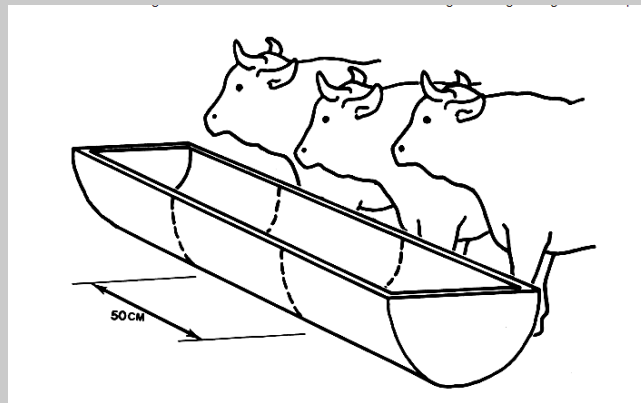
1. גם מליחות וגם קשיות מי השתייה בניסויים הייתה בתוך הטווח המומלץ על ידי ה- NASEM TDS – 2021 של עד 1500 מ"ג לליטר.
2. כמות סך המינרלים שנוספו להזנת הפרה דרך המים מגיעים לכ-5% מסך המינרלים המגיעים דרך המזון. (כ- 300, 60, 120 ו-70 גרם ליום של סידן, מגנזיום, נתרן וגופרית. – ההשפעה קשורה למים ולא להזנה.
3. תוצאות המחקר מעידות על השפעה אפשרית של שינויים בהרכב מי השתייה על ביצועי פרות חולבות ומעודדות מחקרים נוספים לאישוש הממצאים ובחינת יישומיותם.



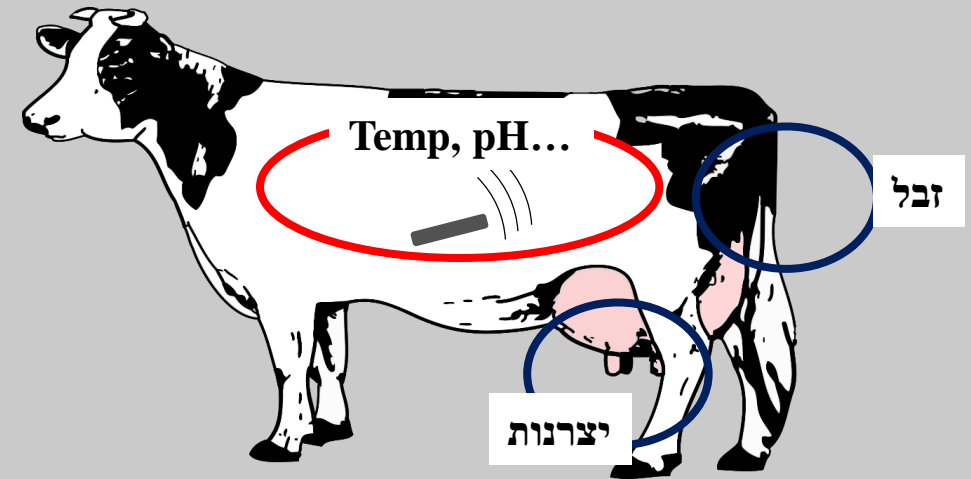
האם ניתן לשלוט בתנאי הכרס דרך קביעת הרכב מי השתייה?

תכנון הרכב מי השתייה

שיפור היצרנות והיעילות



HCO_3 , Na, Cl, K, Ca, Mg, flavor



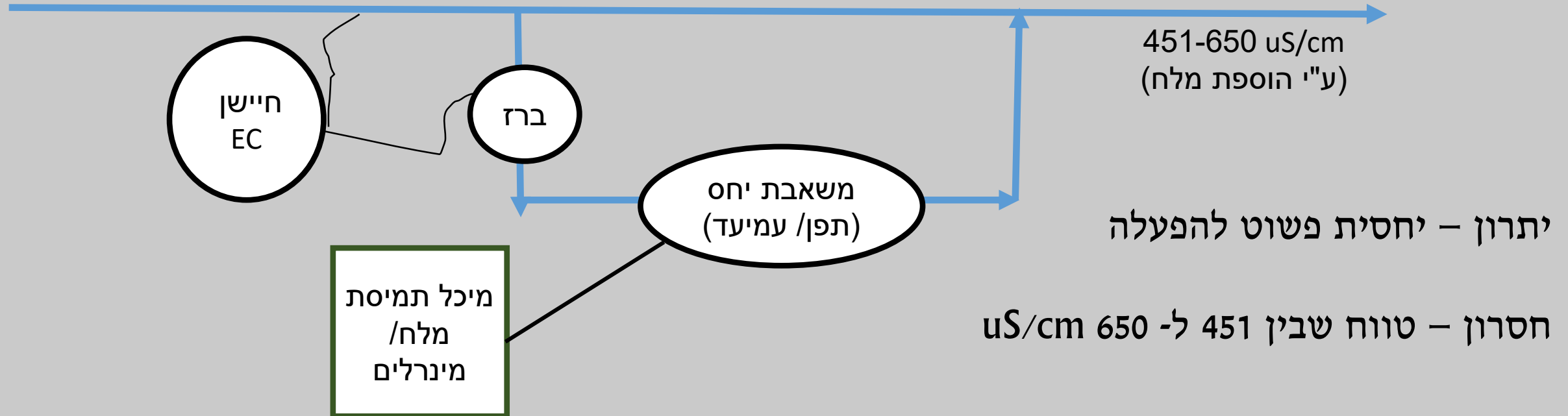
איסוף מידע

שליטה אונליין בתנאי הכרס למיקסום היצרנות?

שמירה על מליחות קבועה של מי השתייה?

?

כניסת מי רשת לסככה



המחקר בוצע במימון קרן המחקרים של מועצת החלב דרך ועדת הזנה – 362-0736

ניתן, עד מחר (19/12) לפנות ליואב שעני בהצעות ליעדי המחקר עבור המחקרים שיתחילו ב-2026.



עזרו בביצוע המחקר – צוות רפת וולקני –
הדר קמר, שמאי יעקובי, יורי פורטניק, חנן
ברייטמן, אלי קלייסט.

תודה על ההקשבה!