

# השפעת טעמים וארומות על צריכת מזון, נעכלות ואצירת אנרגיה בטלאים.

סמיר מבג'יש, פליסטה מאוונגי, ערין דלאשה, קריס  
סבסטיאן, יוסי ווין, ענב בר שירה.

המחלקה למדעי בעלי חיים,

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה.  
סמית, האוניברסיטה העברית.



# השפעת טעמים וארומות על צריכת או דחיית מנה במעלי גירה

- ▶ גילוי טעמים מועדפים או דוחים על ידי מעלי גירה יאפשר החדרתם למנה בכמות מינימלית שתאפשר שליטה וויסות בצריכת מזון של מנות המורכבות ממזונות קונבנציונליים ומזונות לוואי.
- ▶ בהתאם לתחזיות הגלובאליות לגבי צריכת מזון על ידי אוכלוסיית העולם ההולכת וגדלה, צריכת הבשר תגדל מ-209 מיליון טון (בשנת 1997) ל-334 מיליון טון בשנת 2020. באופן דומה צריכת החלב על ידי אוכלוסיית העולם תגדל מ-445 ל-661 מיליון טון באותה תקופה.

# טעמים. למה?

- ▶ בחירת המזון (העדפה) על ידי מעלי הגירה באופן מובהק תלויה בהרכב הכימי של המזון, הסטטוס האנרגטי של בע"ח וניסיון קודם לגבי מזון מסוים.
- ▶ העדפת מזון מסוים על ידי מע"ג קשורה לאלמנטים חושיים של המזון ואירועים המתרחשים לאחר צריכת המזון.
- ▶ מערכת העיכול של מע"ג מצוידת בחלל הפה והלשון בגבשושיות טעם רבות המבחינות בין טעמים שונים.
- ▶ מעלי גירה בעלי היכולת להבחין בין טעמים וארומות (מתוק, מר וכו'.....) שונים דבר שיאפשר להעדיף מזון מסוים על אחר.

# חוש הטעם

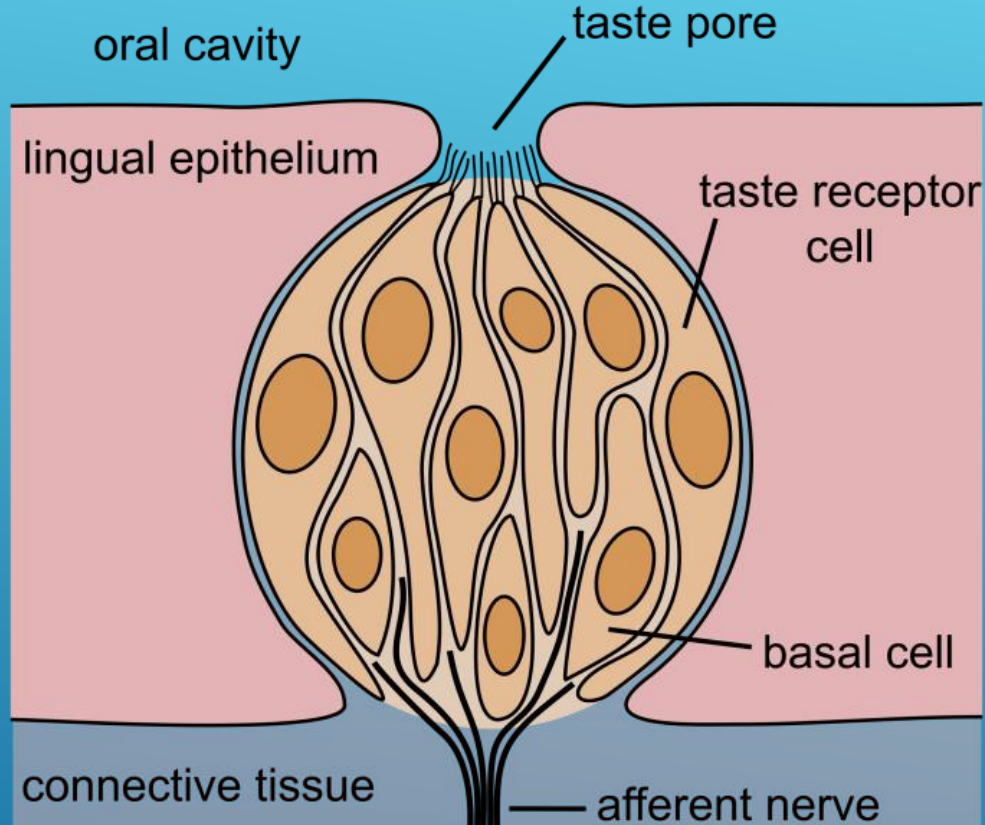


► קיים שוני ביכולת חישת טעמים בין בעלי-חיים שונים אשר קשור קשר הדוק לנישה האקולוגית ולזמינות המזון.

► בלוטות הטעם הינם מבנים אפיתליאליים שנמצאים ברובם בחלל הפה.



# חוש הטעם – בלוטות הטעם

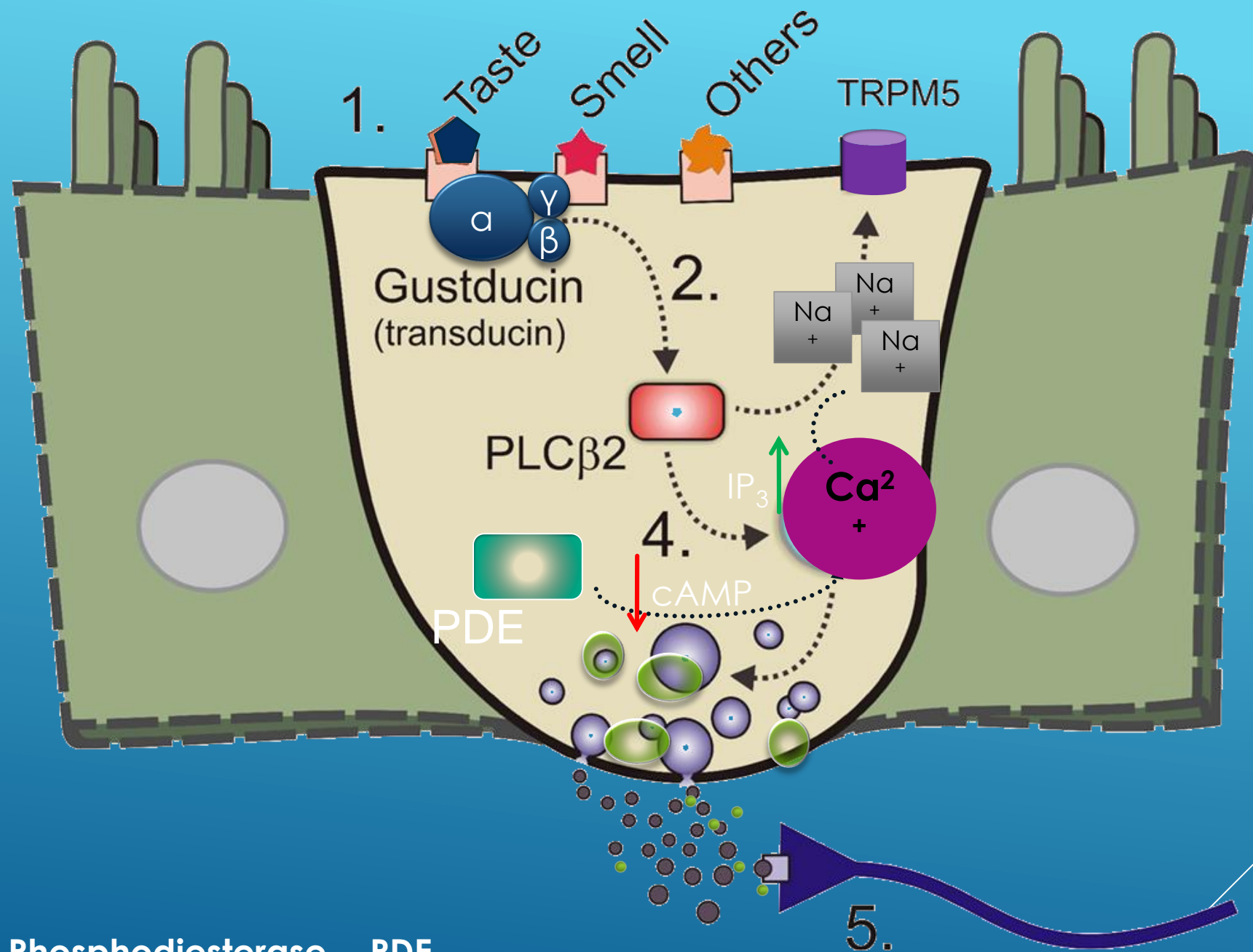


▶ בלוטות הטעם מורכבים מכ-100 תאי חישת טעם.

▶ הרצפטורים למולקולות בעלות טעם שייכים למשפחת רצפטורים מצומדי חלבון G

▶ – G-coupled protein receptors (Gustducin)



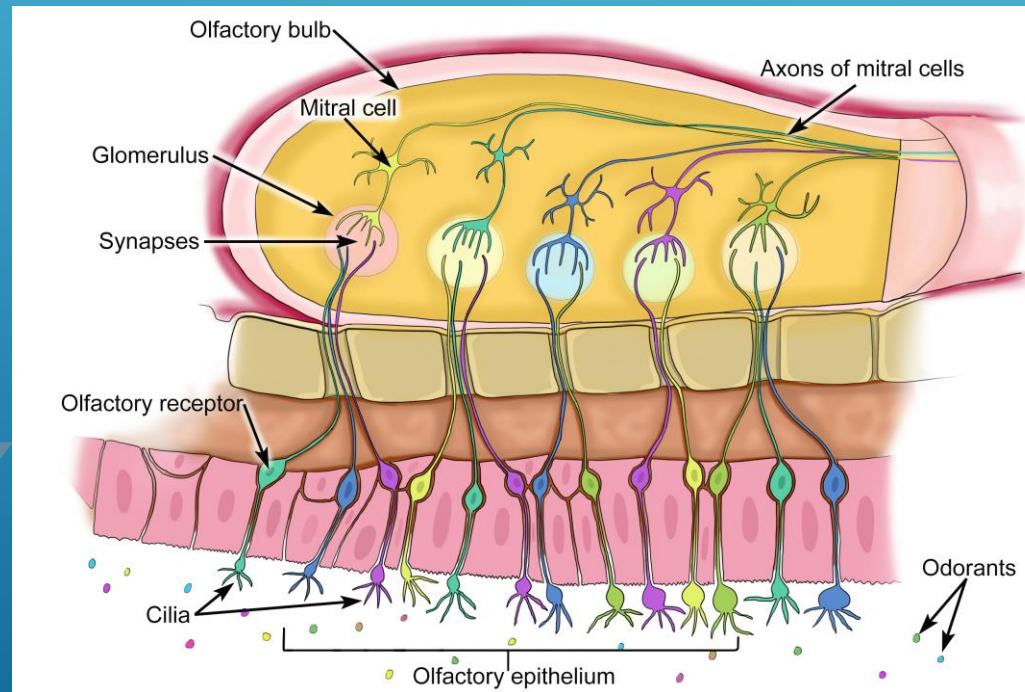
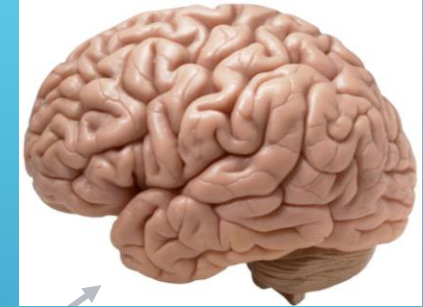


Phosphodiesterase - PDE

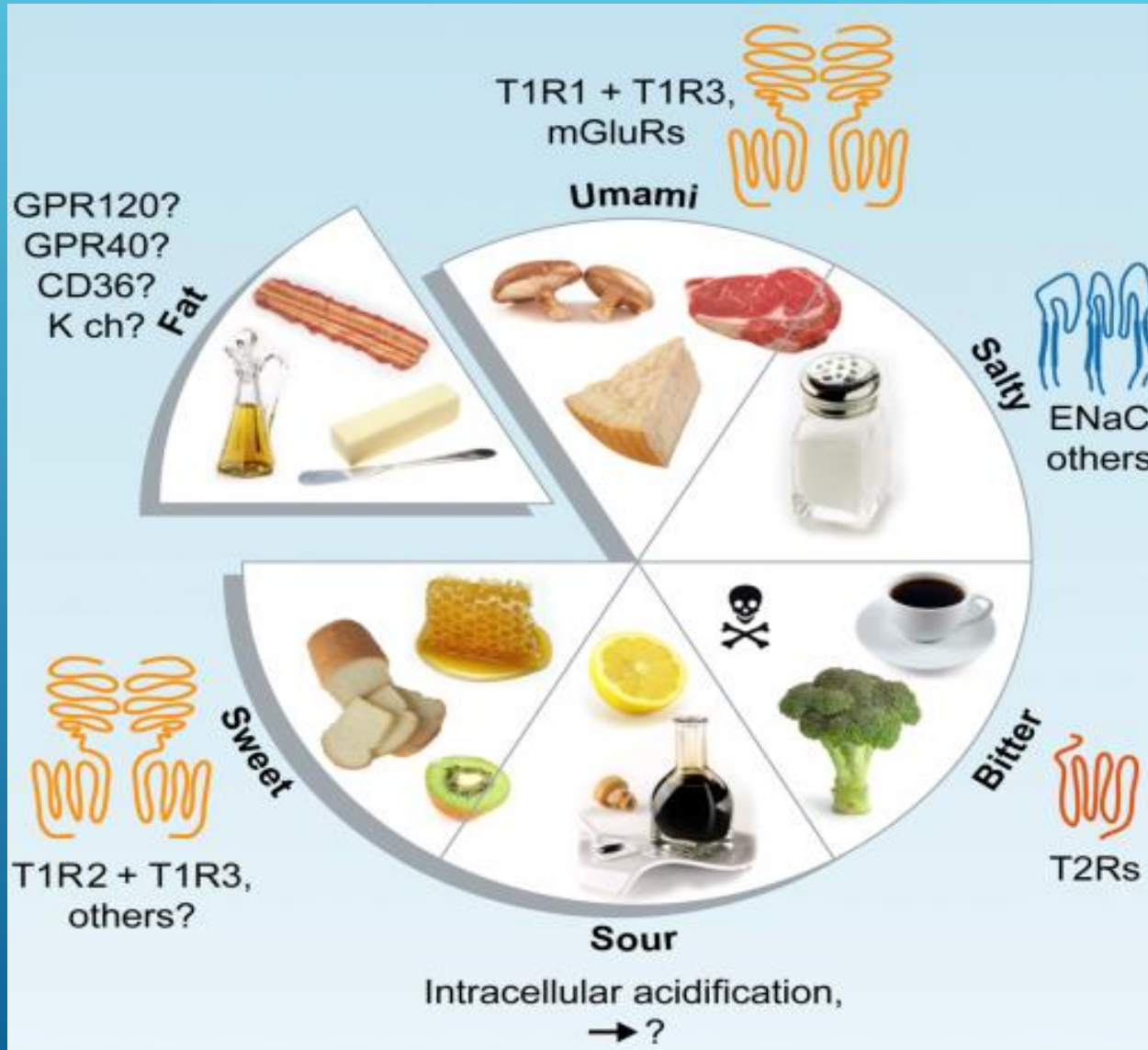
Phospholipase C - PLC

# חוש הריח מהווה חלק מחישה הארומה במזון

רכיבים נדיפים במזון מגיעים דרך האף לתאים מיוחדים, נקשרים לרצפטורים שמעוררים גירויים עצביים, שממשיכים לאזור המוח הקדמי



# טעמים שונים – רצפטורים (קולטנים שונים)



מתוק: מתקשר למזונות בעלי ערך אנרגטי גבוה - סוכרים ופחמימות. הרצפטור הינו GPCR הטרודימרי שמורכב מיחידת T1R2 ויחידת T1R3.

אומאמי: טעם של חומצות אמינו כדוגמת גלוטמאט ואספרטאט. הרצפטור הינו GPCR הטרודימרי שמורכב מיחידת T1R1 ויחידת T1R3.

מר: מתקשר לחומרים מזיקים ורעילים. הרצפטור הינו מונומר T2R שלו סוגים שונים.

מלוח וחמוץ: הסברה בעולם המדעי היא שטעמים אלה מורגשים ע"י מעבר ישיר של  $\text{Na}^+$  ו- $\text{H}^+$  להתאמה דרך תעלות ייחודיות הקיימות על הממברנה האפיקלית של תאי חישת הטעם.

שומן: בשנים האחרונות החלה התייחסות מדעית לטעם השומן כאחד מטעמי הבסיס. טרם התגלה הרצפטור לטעם השומן.



# חישת הטעם: לא מוגבלת לאזור הפה

▶ לאחרונה בספרות המדעית מצטבר מידע על חישת טעמים במערכת העיכול של יונקים שונים ואת חשיבות חישת הטעם המתוק בתהליכי צריכת מזון, עיכול וספיגת סוכרים לאורך מערכת העיכול.

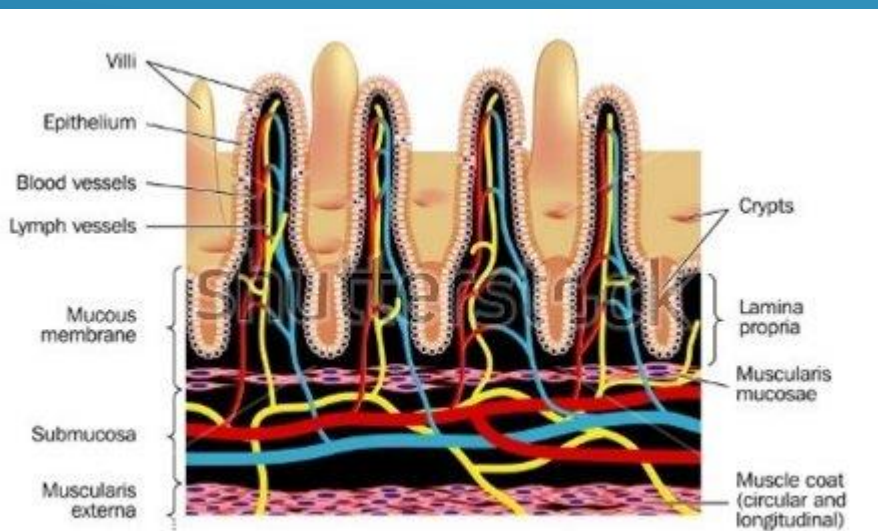
▶ במקביל, מידע רב קיים על תהליכי אדפטציה של טעמים שונים (בדרך כלל טעמים דוחים) עוד בתקופה העוברית והינקות.





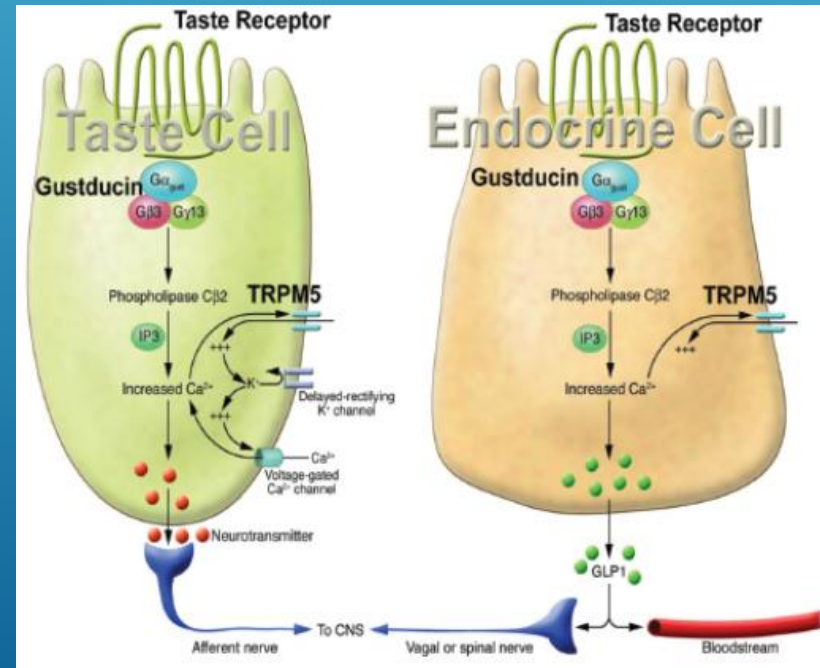
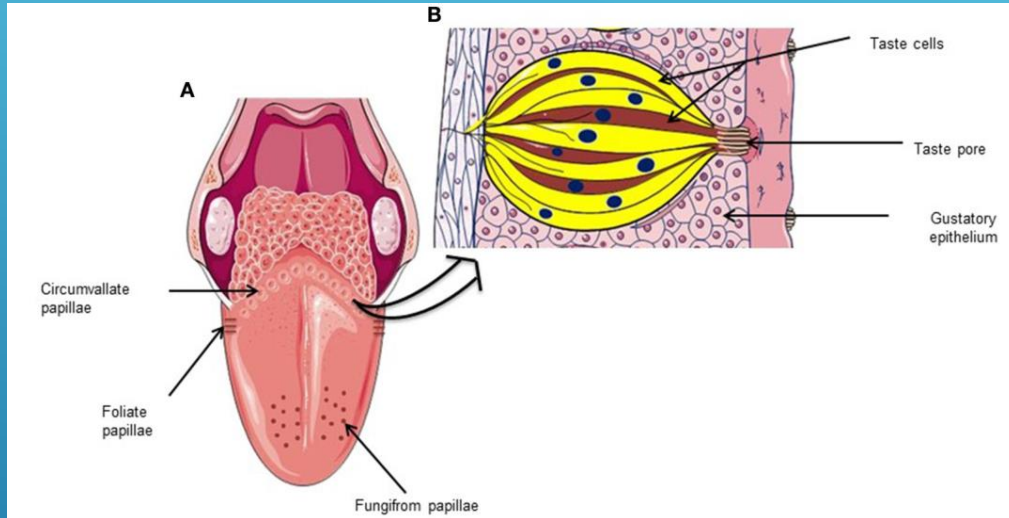
# חישת הטעם: לא מוגבלת לאזור הפה

▶ ניסוי מקיף במע"ג שכלל פרות (יבשות ובתחלובה) כבשים (במרעה ופיטום) הראה שקולטני טעם מתוק בחלל הפה המשתייכים למשפחת הקולטנים T1R1-T1R3 מצומדי חלבון G (GPCR) מתבטאים לאורך המעי הדק של כבש ופרה ומשמשים לחישת נוכחות מונוסכרידים (כולל ממתיקים מלאכותיים Sucram®)



▶ יש להם תפקיד מרכזי בוויסות ביטוי קו-טנספורטר גלוקוז במע SGLT על גבי האנטרוציטים

# חישת הטעם – במערכת העיכול

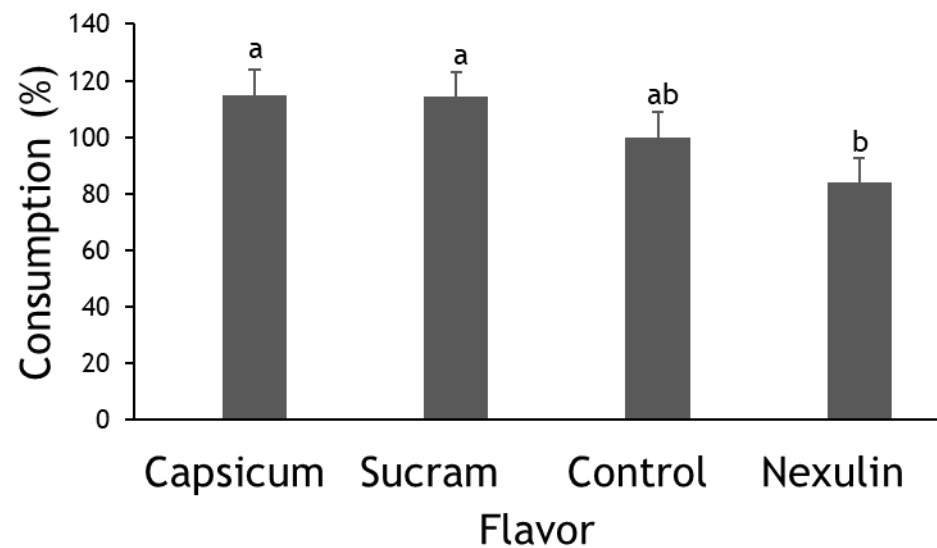


# מה יודעים על השפעת טעמים וארומות על העדפה, דחיה וצריכת מזון בכבשים?

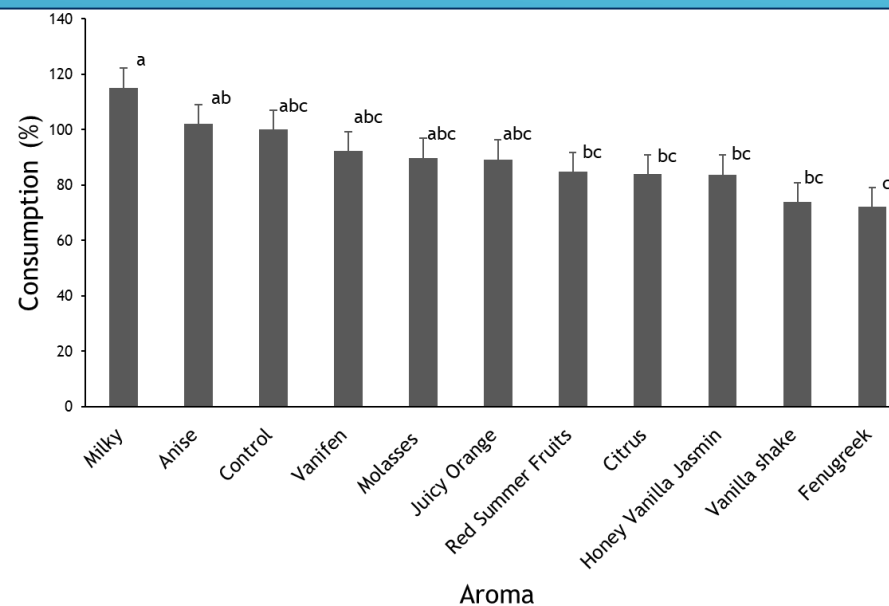
- ▶ במהלך שנה שעברה ביצענו ניסוי העדפת טעמים למגוון תוספי טעם וארומה שונים בטלאים.
- ▶ תוצאות הראו שכבשים מעדיפים באופן ברור טעמים וארומות שאפשר לנו לדרג מהמועדף והדוחה ביותר.



# תוצאות העדפת ודחיה ארומות וטעמים בכבשים



**Figure 5.** Grain mixture consumption after supplementing with non-aroma flavor relative to Control in sheep. Letters (a, b) indicate that consumption differ ( $P < 0.05$ ).



**Figure 7.** Grain mixture consumption after supplementing with powder-aroma flavor relative to Control in sheep offered free choice for 5 minutes. Letters (a-c) indicate that consumption differ ( $P < 0.05$ ).

# בעקבות הניסוי הנ"ל בצענו ניסוי מטבולי בכבשים

## מטרות הניסוי:

- ▶ לבחון את השפעת הטעמים המועדפים ביותר על צריכת המזון, גדילה, נעכלות רכיבי המזון ואנרגיה
- ▶ ביטוי גנים במעי הדק של כבשים
- ▶ הארומות/טעמים היו: בקרות, סוקרם, חריף וסוקרם וחריף
- ▶ ביופסיות מתחילת המעי הדק נלקחו לצורך מדידת ביטוי חיישני טעם המתוק וטנרספורטר של גלוקוז.

# מהלך הניסוי:



▶ 8 טלאים שימשו לניסוי מגיל 4 חודשים (נקבות ו-4 זכרים) במתכונת של 2x2 cross over design.

▶ הניסוי בוצע בכלובים מטבולים

▶ המנה היומית הכילה בליל עם תערובת פיטום (לספק צרכים מטבולים לגדילה – צריכה חופשית)

▶ המנה חולקה ל-12 חלקים שווים והוגשה כל שעתיים בכלובים מטבוליים.

▶ לאחר שבועיים של אדפטציה למנה ביצענו ביופסיות מתחילת המעי הדק לצורך אנליזה של ביטוי גנים.

# תוצאות צריכת מזון וגדילה

							Orthogonal contrast <sup>4</sup>		
Treatments <sup>1</sup>							<i>P</i> <		
Item <sup>5</sup>	Control	<u>Sucram</u>	Mix	Caps	SEM <sup>2</sup>	<i>P</i> < <sup>3</sup>	<u>CxCa</u>	<u>SxCa</u>	<u>MxCa</u>
Daily Intake, g/MBW									
DMI	69.9	72.9	75.2	79.1	14.7	0.886	0.441	0.625	0.720
OM	60.1	62.3	66.2	68.7	13.7	0.896	0.477	0.602	0.818
CP	9.7	10.4	10.9	11.5	2.4	0.791	0.337	0.569	0.730
NDF	22.3	22.8	24.2	24.8	4.7	0.939	0.578	0.647	0.880
ADF	9.2	9.4	10.0	10.1	1.9	0.954	0.620	0.692	0.921
Hemicellulose	13.1	13.4	14.3	14.7	2.9	0.928	0.548	0.618	0.851
EE	2.8	2.9	3.1	3.3	0.7	0.862	0.418	0.575	0.800
BW gain, g/MBW									
ADG <sup>5</sup>	5.6 <sup>b</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	16.2 <sup>a</sup>	6.5	<b>0.020</b>	<b>0.011</b>	<b>0.068</b>	<b>0.048</b>



# נעכלות לכאורה של רכיבי המנה

							Orthogonal contrast <sup>4</sup>		
Treatments <sup>1</sup>					SEM <sup>2</sup>	P value <sup>3</sup>	<i>P</i> <		
Item <sup>5</sup>	Control	Sucram	Mix	Caps			CxCa	SxCa	MxCa
Digestibility, %									
DM	73.3	74.0	73.9	78.5	3.7	0.296	<b>0.092</b>	0.156	0.105
GE	78.4	78.5	78.4	81.7	3.3	0.602	0.275	0.281	0.231
OM	77.1	77.5	77.4	81.3	3.6	0.469	0.173	0.223	0.172
CP	73.1	73.2	74.2	78.1	3.7	0.544	0.231	0.200	0.292
NDF	57.1	55.6	55.3	63.7	5.1	0.223	0.140	<b>0.085</b>	<b>0.051</b>
ADF	45.6	44.8	43.5	53.9	9.0	0.312	0.143	0.180	<b>0.091</b>
Hemicellulose	65.3	63.2	63.5	70.7	3.4	0.106	0.121	<b>0.037</b>	<b>0.031</b>
EE	72.5	66.6	67.5	79.5	7.7	0.220	0.264	<b>0.070</b>	<b>0.055</b>

# מאזן אנרגיה

Item <sup>5</sup>	Treatments <sup>1</sup>				SEM <sup>2</sup>	P < <sup>3</sup>	Orthogonal contrast <sup>4</sup>		
	Control	<u>Sucram</u>	Mix	Caps			P <		
							<u>CxCa</u>	<u>SxCa</u>	<u>MxCa</u>
Energy, Kcal/MBW									
GEI	304.8	318.3	340.0	350.7	71.6	0.854	0.421	0.593	0.836
FE	71.2	71.4	77.5	63.8	21.6	0.900	0.724	0.708	0.463
DE	231.7	247.7	261.7	290.0	54.8	0.493	0.149	0.330	0.442
<u>MeE</u>	18.3	19.1	20.4	21.0	4.3	0.854	0.421	0.593	0.836
UE	6.3	10.1	6.2	7.4	3.3	0.110*	0.457	0.217	0.551
ME	207.4	218.8	234.8	261.4	49.7	0.178	<b>0.048</b>	0.112	0.125
HP	102.0	103.4	108.6	111.5	16.0	0.895	0.484	0.564	0.807
NE	106.5	115.6	126.0	149.2	33.5	0.309	<b>0.082</b>	0.201	0.300

# ביטוי גנים המעורבים במטבוליזם האנרגיה: קולטני הטעם המתוק ונשא גלוקוז במעי הדק

Gene <sup>1</sup>	Treatments <sup>2</sup>				SEM <sup>3</sup>	p value <sup>4</sup>	Orthogonal contrast <sup>5</sup>		
	Control	<u>Sucram</u>	Mix	Caps			<i>P</i> <		
							<u>MxC</u>	<u>MxS</u>	<u>MxCa</u>
T1R2	1.1	0.9	1.1	0.6	0.40	0.138	0.731	0.214	<b>0.026</b>
T1R3	1.1 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	0.7 <sup>b</sup>	0.62	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>
SGLT1	1.1	1.0	1.2	0.7	0.44	0.296	0.663	0.574	<b>0.068</b>

# דיון ומסקנות מניסוי המטבולי: צריכת מזון

- ▶ העדפת הטעם החריף על ידי כבשים: כנראה בגלל מבנה הגרנולות: מיצוי הצ'ילי עטוף במעטפת שומנים.
- ▶ הגדלת צריכת מזון (מספרית  $P < 0.09$  אך לא סטטיסטית) בטיפול החריף כנראה בגלל השפעה פוסט ספיגה של אנרגיה במזון.
- ▶ חוסר השפעת הטעם המתוק על צריכת המזון: כנראה בגלל הרכב המנה: מנה שהכילה ברובה מזון מרוכז (עמילן; סוכרים).







## דיון ומסקנות מניסוי המטבולי: נעכלות רכיבי המנה

- ▶ נעכלות במעלי גירה תלויה ב-: צריכת מזון, עיכול מיקרוביאלי בכרס, עיכול אנזימתי בקיבה והמעיי וזמן שהות המזון.
- ▶ סוקרם לא השפיע על ממדי הנעכלות: דווח בספרות שלממתיקים מלאכותיים יש השפעה על פרופיל המיקרוביים בכרס.
- ▶ הטעם החריף הגדיל את נעכלות רכיבי המנה כנראה דרך גירוי מערכת העצבים והגדלת זמן שהות במערכת העיכול, ועל ידי הגדלת הפרשת אנזימים במעיי והשפעה חיובית על חיידקי הכרס והמעיי.

## דיון.....המשך

► החריף הגדיל ביטוי טרנספורטים של גלוקוז במעי הדק  
בדומה לניסויים בעכברים:



CSPA fibers abrasion  
(1% capsaicin injection)

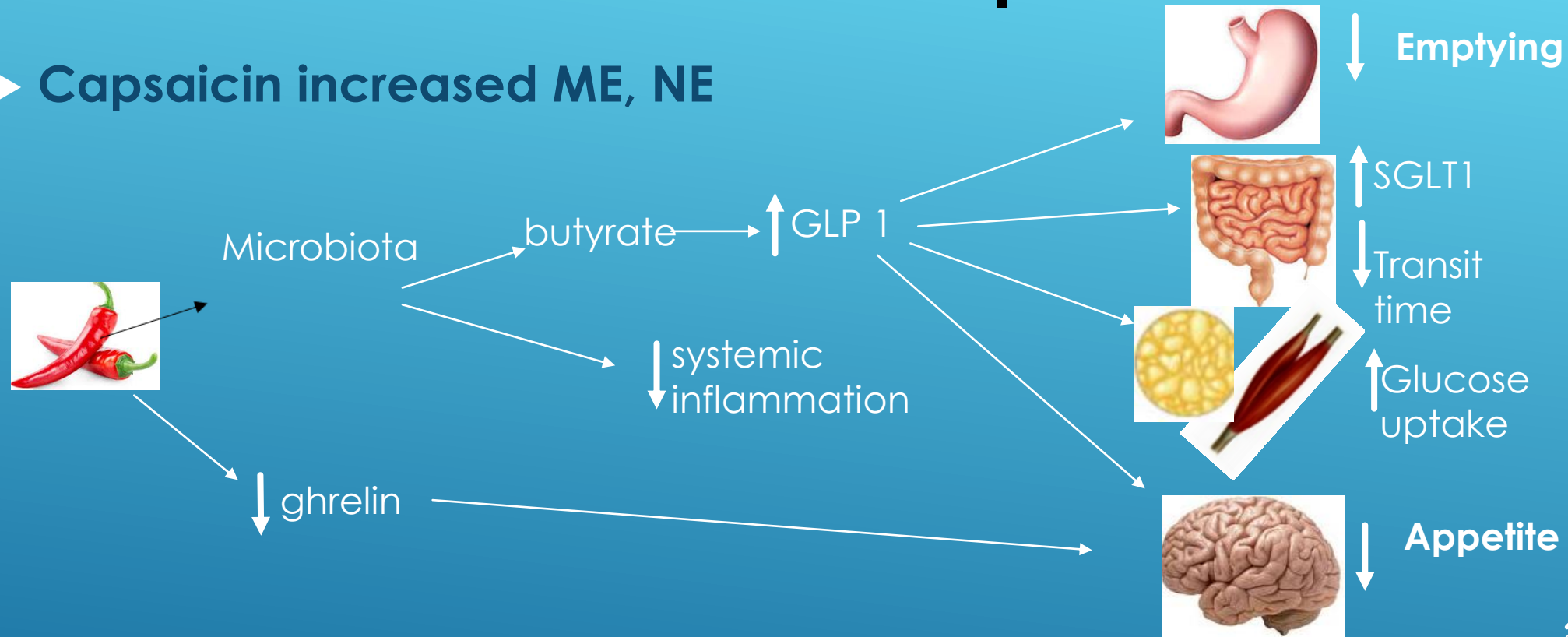
20mM glucose  
perfusion (jejunum)

Jejunal  
samples

- glucose absorption- 68% increase
- SGLT1 mRNA expressions -14-fold

# מאזן אנרגיה - סיכום

## ► Capsaicin increased ME, NE



(Calsamiglia et al., 2007, Julliard et al., 2017, Lin et al., 2012)

# תודה לקהל על תשומת הלב

▶ תודה לממנים בלעדיהם שום מחקר לא היה מתקיים (מדען ראשי של משרד החקלאות, הנהלת ענף בקר ולשכת המכונים)

▶ ותודה ענקית לצוות:

▶ קריס סבסטיאן – טכנאית צוות סטודנטים מסור:  
מוגאגא קלייבסולה, פליסטה מאונגי, עירא פלך,  
פיליפ וואגלי, כליל בראון, גודסטיים טאיוו וערין  
דלאשה.

