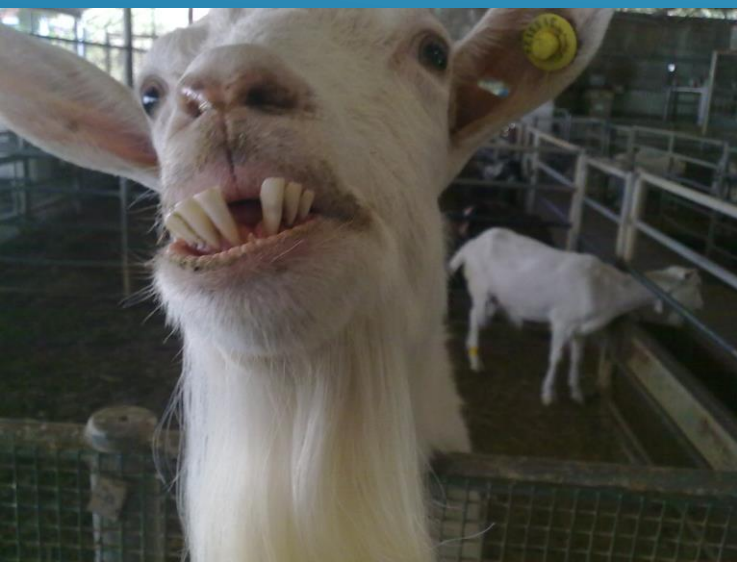


השפעת טיפולים ביולוגיים על קליפות בוטנים לשיפור ערכם התזונתי למעלי גירה יצרניים.



סמיר מבג'יש, לליב זלצר עין-גדי, קריס סבסטיאן:
המחלקה למדעי בעלי חיים,
יצחק הדור: המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה,
הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה.
סמית, האוניברסיטה העברית.



תוצרי לוואי/ מזונות לוואי למעלי גירה

▶ תוצרי לוואי של תעשייה חקלאית:

קש עגבניות, קש חיטה, קש פלפל, קש כותנה,
קליפות שקדים, שומר שקד, קליפות בוטנים,
קליפות חמנייה ועוד.....

▶ תוצרי לוואי מתעשיית המזון של בני אדם:
כוספאות שונות, לימונית, מולסה, ועוד.....

הפתרון לפסולת החקלאית היה עד לא מזמן



המשותף בין כל השאריות הנ"ל:
מהווים מפגע סביבתי וחלקם יש לסלקם.
חלקם ניתן לשימוש להזנת מעלי גירה
אבל חלקם קשיי עיכול ובעלי ערך תזונתי נמוך במיוחד



שאריות אלה עשירות בליגנין: עיקוב הפירוק שלהם על ידי חיידקי הכרס

► בעבר שאריות (מזונות לוואי) טופלו בשני אופנים על מנת לשפר את ערכם התזונתי – פירוק ליגנין והגברת חשיפת פחמימות דופן התא לאנזימי החיידקים:

1. טיפול כימי

2. טיפול פיזיקאלי

התוצאה: שיפור חלקי-עד גבוה בערכם התזונתי מצד אחד ומצד שני זיהום סביבתי ושימוש בחומרים מסוכנים

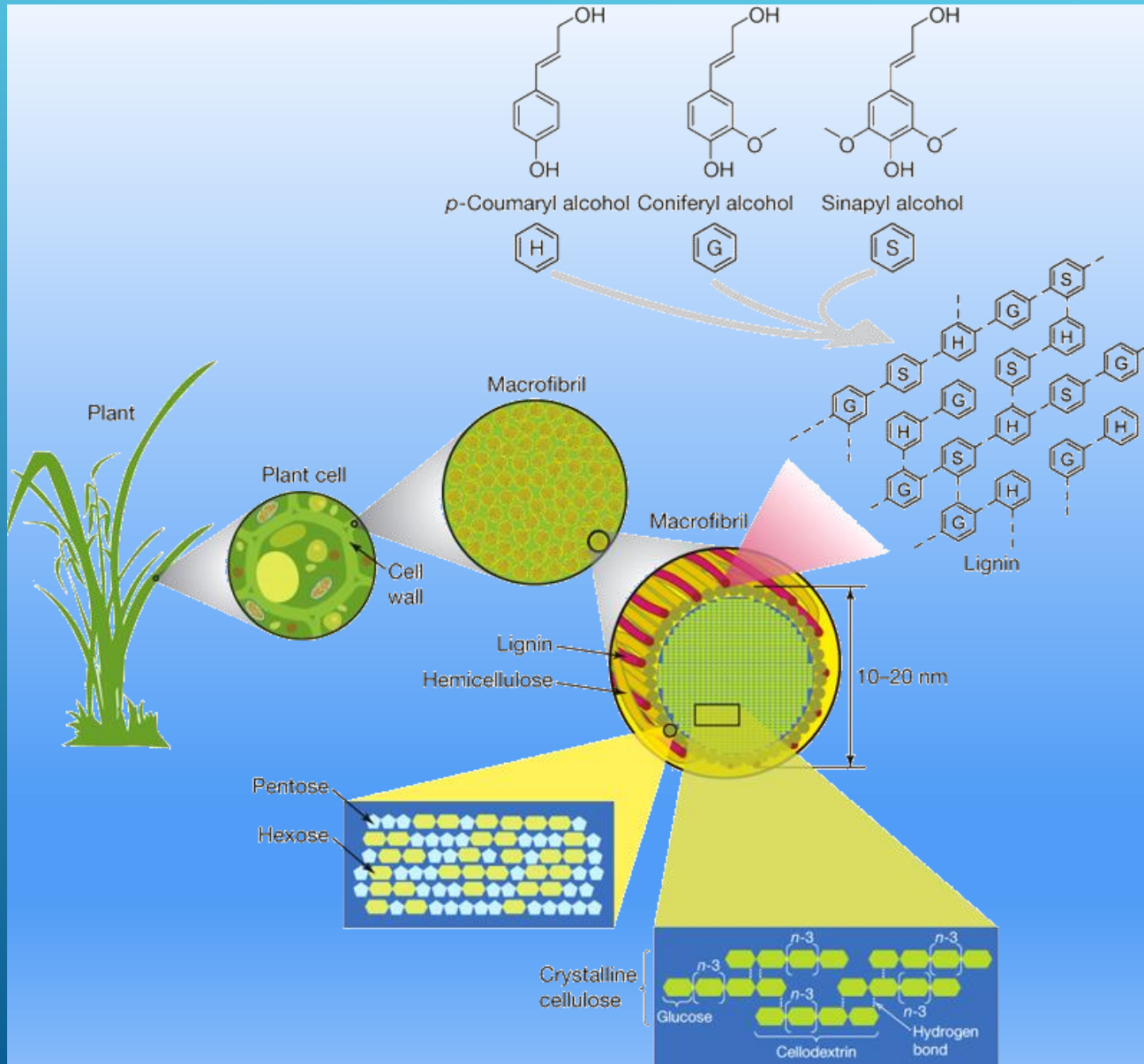
בשנים האחרונות החלו להשתמש בפטריות מאכל לניקוי פסולת אורגנית

► *Pleurotus ostreatus* – פטרית העובש הלבן – פטריית מאכל

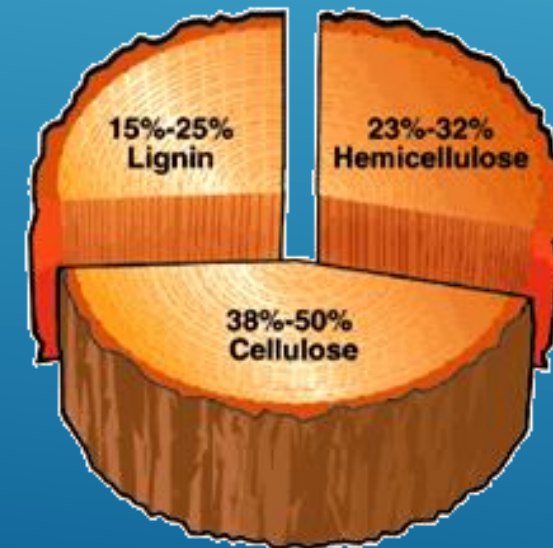
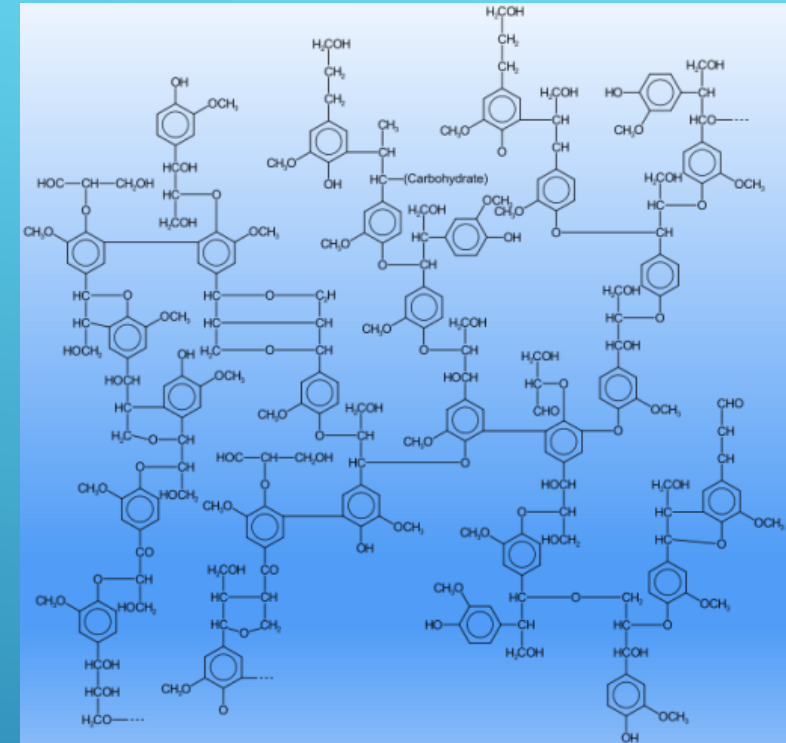
► מצטיינת בביטוי של משפחה של אנזימים תלויים מנגן: Manganase Peroxidase (MnP_{1-9}).



LIGNOCELLULOSE

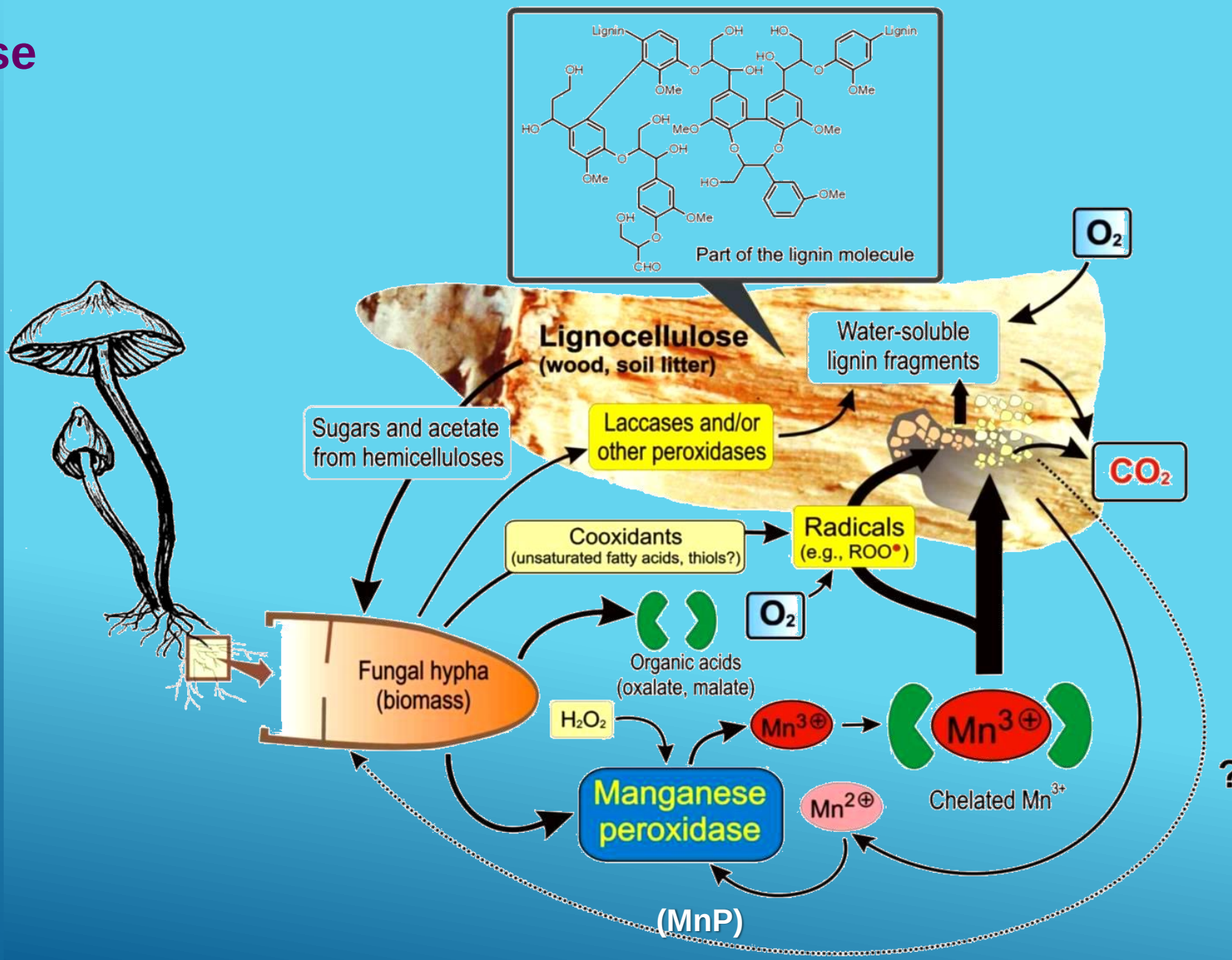


LIGNIN



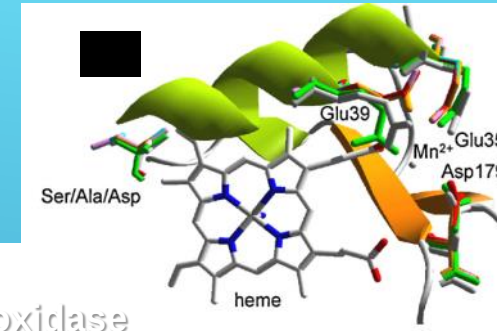
Breakdown of lignocellulose

White-rot fungi

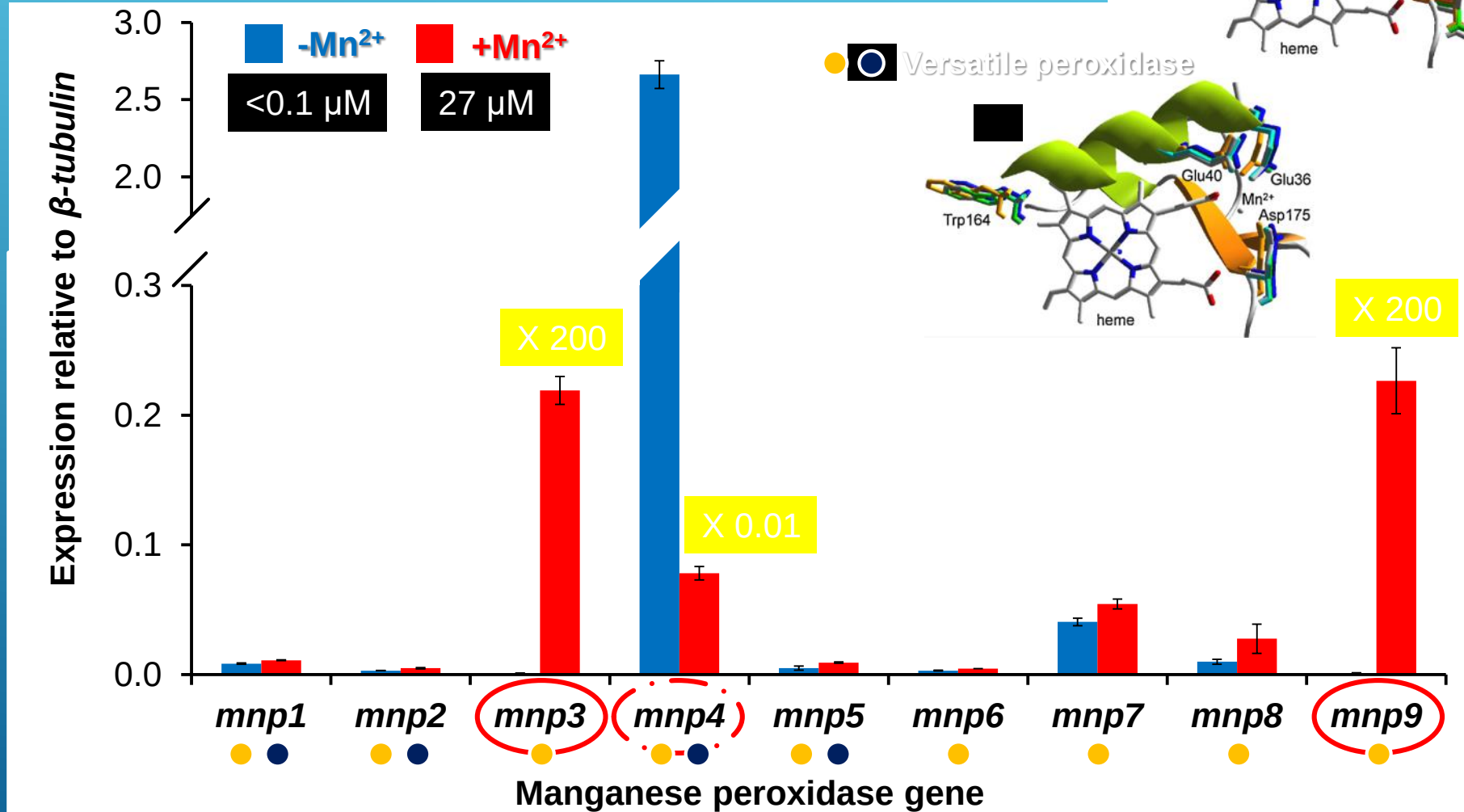
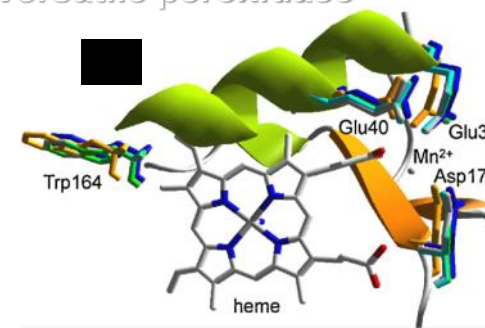


Mn²⁺ differentially affects the expression of the MnP gene family

● Manganese-dependent peroxidase



● ○ Versatile peroxidase



modified after Salame *et al.* 2010

לכן, השימוש בפטריות אלו לשיפור הערך התזונתי של מזונות לוואי מתבקש

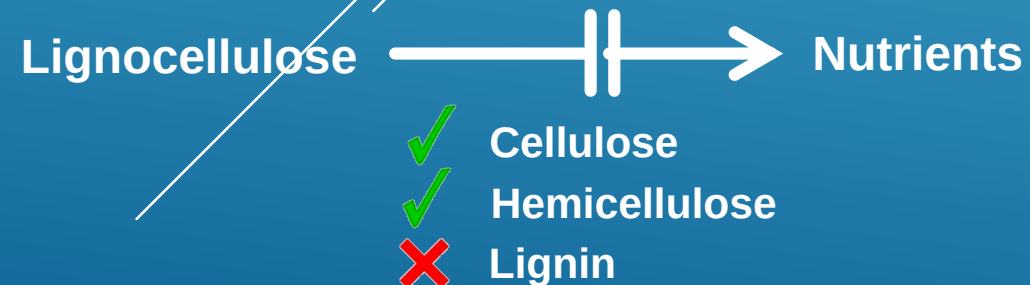
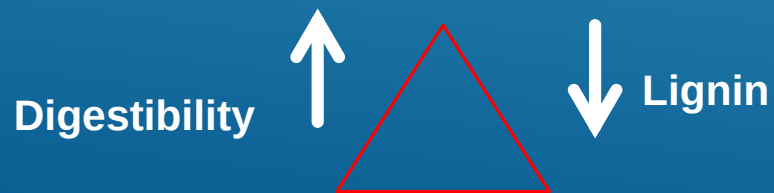
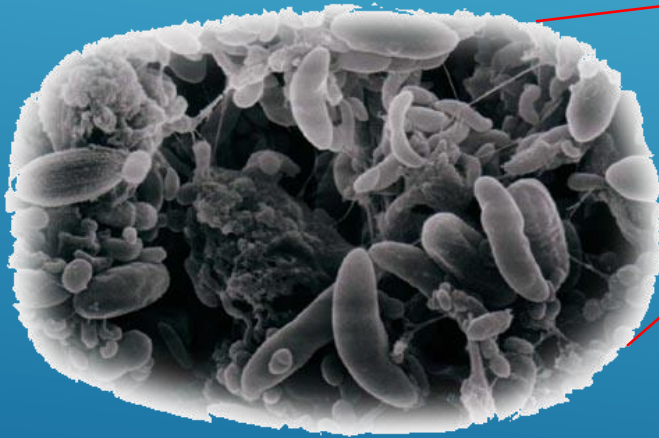
- ▶ פטריות אלו – זן הבר וגם הזנים המשופרים משמשים לשיפור הערך התזונתי של מזונות לוואי קשיי עיכול
- ▶ זהירות: חייבים להגיע לאיזון אופטימאלי בין החומר האורגני המזין למעלי גירה לבין הניצול של נוטריינטים על ידי הפטרייה



העיקרון: גידול הפטרייה בשלבים המוקדמים שבהם היא מפרקת את הקשר ליגנו-צילולוז וכך תאפשר לאנזימי חיידקי הכרס לנצל את דפנות התאים להפקת אנרגיה לגדילה וייצור.

Ruminants

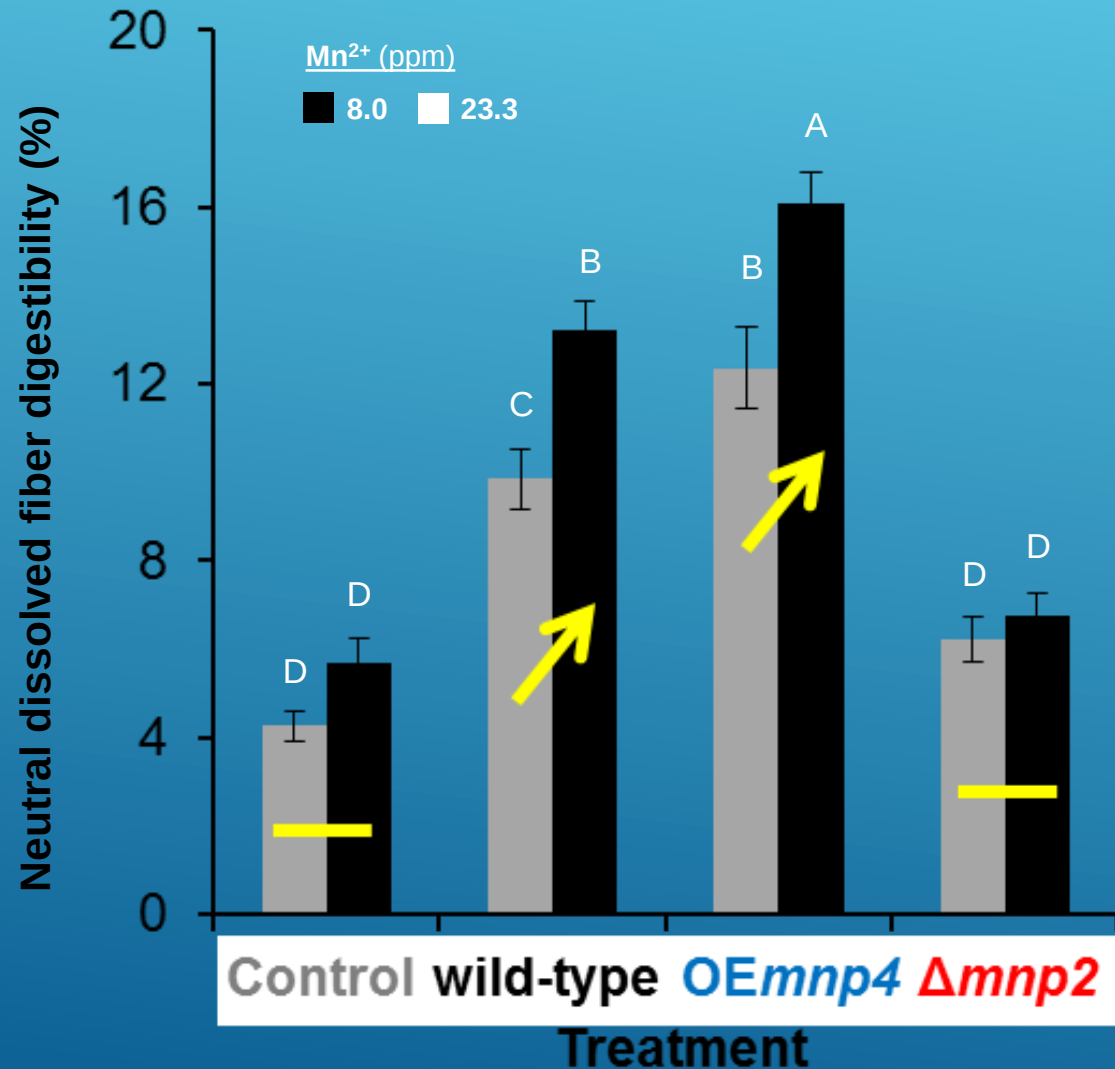
Rumen bacteria



המזונות שנבחרו בהתאם להרכבם הכימי ונעכלותם במבחנה:

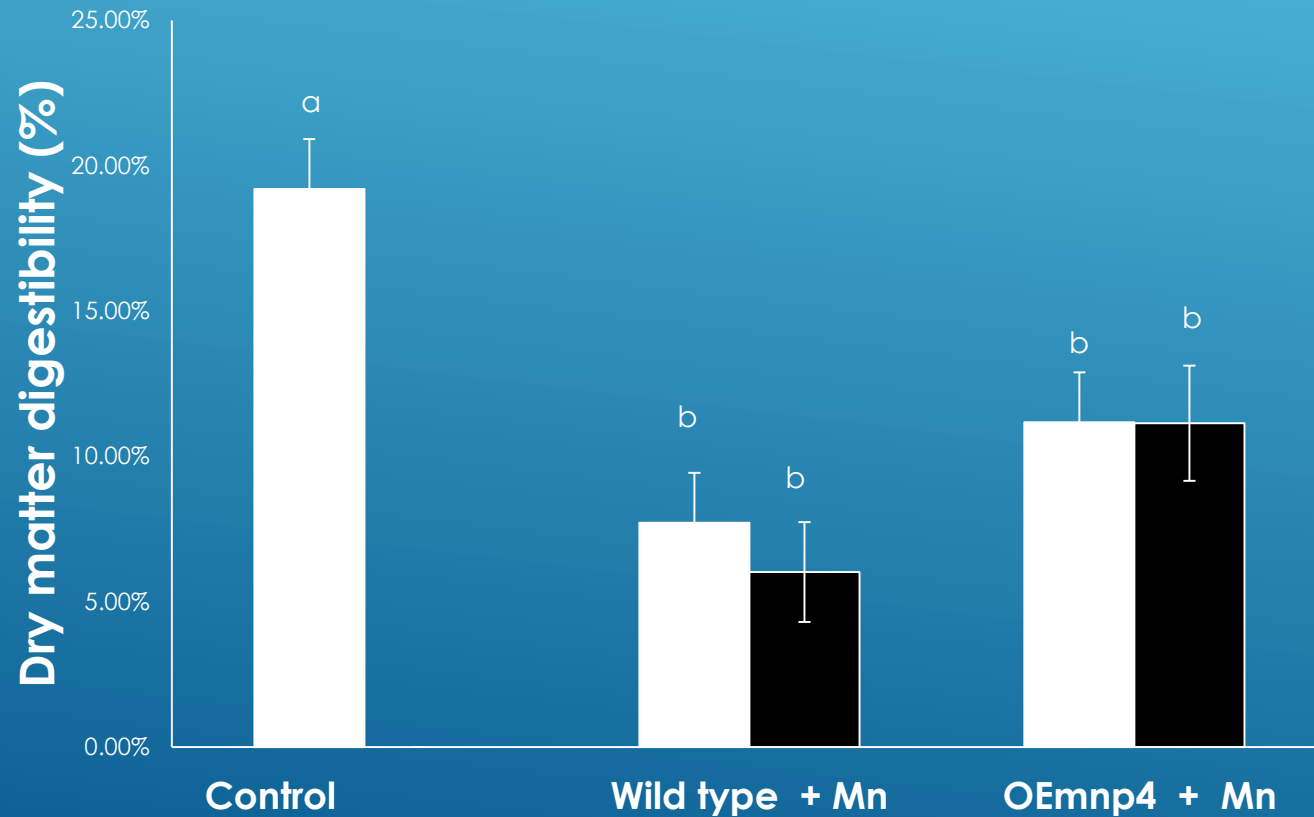
- ▶ קמל כותנה
- ▶ קליפות בוטנים
- ▶ קליפות חמנייה: תפזורת וכופתיות
- ▶ קליפות שקדים ושומר שקד
- ▶ קש תלתן

השימוש בפטרייה (ימי הדגרה 14 ימים) שיפר את נעכלות דופן התא בקמל כותנה פי ארבע מהביקורת



השימוש בפטרייה לשיפור ערך תזונתי לא תמיד היה עקבי לעומת המדווח בספרות.

השימוש בפטרייה (ימי הדגרה 28 ימים) גרע לכאורה מערך נעכלות חומר יבש בקליפות בוטנים



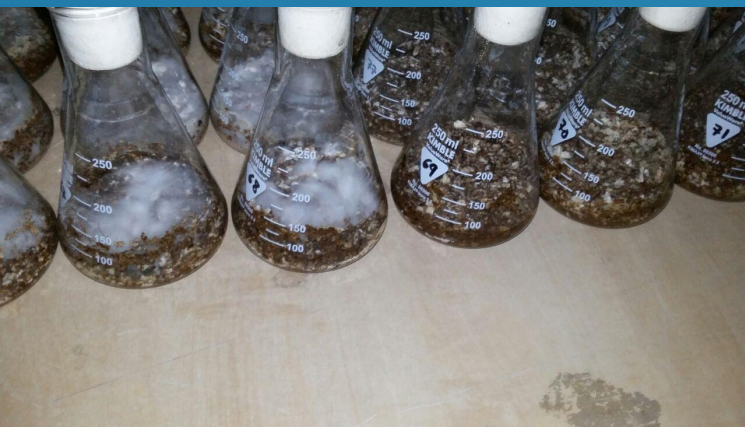
סיבות אפשריות:

► המזון או זן הפטרייה.

► ימי הדגרה.

► תכנון ניסוי, טיפול מקדים במצע,
והצגת תוצאות.

► לכן, תוכנן ניסוי במעבדה על
מנת לתת מענה לפרדקוס.



נבחר מזון קיצוני מבחינת תכולת ליגנין: קליפות בוטנים

הרכב כימי של קליפות בוטנים (% על בסיס חומר יבש)

מזון	OM	CP	NDF	ADF	Lignin	Cellulose
קליפות בוטנים	92	5.66	85.3	73.4	30.3	43.1



מועמד אידיאליים לגידול הפטרייה

מתכונת ומהלך הניסוי:

► תוכנן ניסוי פקטוריאלי שלם עם 2 טיפולים

מקדימים במצע:

עיקור המצע:

1. חימום בתנור (110 מ"צ במשך לילה)

2. עיקור באוטוקלאב

► שלושה זמני הדגרה: 7, 14 ו-28 ימים

► ביקורת לעומת פטרייה (PC9)





עיקור
באוטוקלאב:
הוספת מים (60
מ"ל) 121 מ"צ
במשך שעה
בלחץ 1.5
אטמוספרות.
הדגרה במשך
לילה ב-28 מ"צ
ושוב עיקור

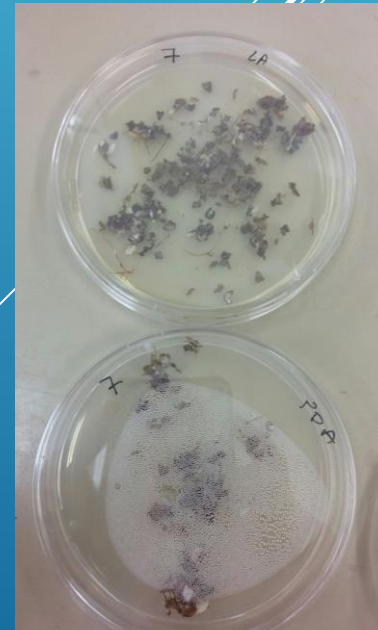


עיקור בתנור
מסוחרר:
הוספת מים (60
מ"ל) 121 מ"צ
במשך לילה.

עיקור באוטוקלאב לעומת עיקור בתנור מסוחרר



בשתי שיטות העיקור אושרו כמוצלחות לאחר זריעה
המצע בצלחות פטרי והדגרה באינקובטור (28 מ"צ)
במשך 5 שבועות

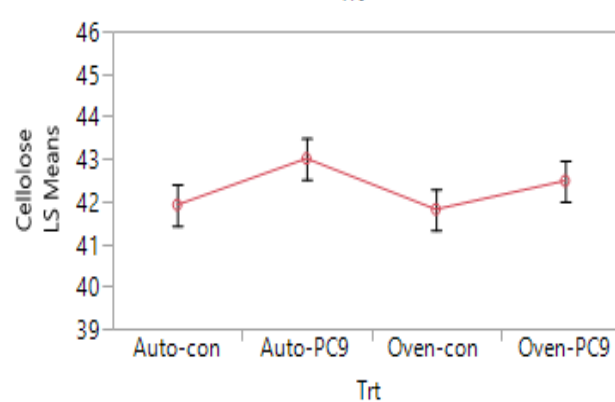
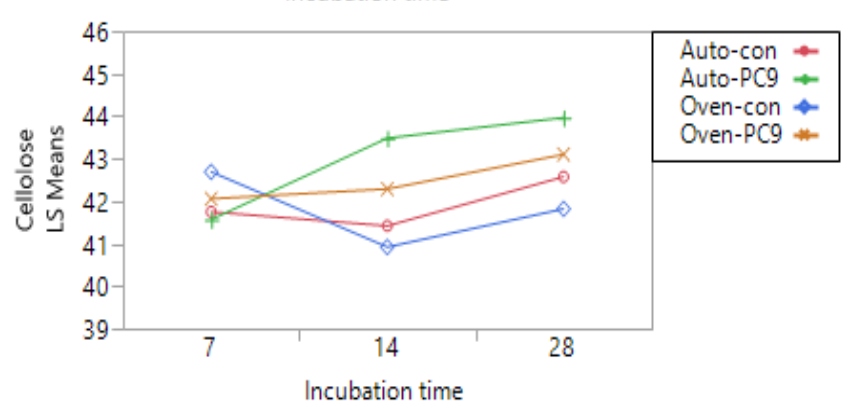
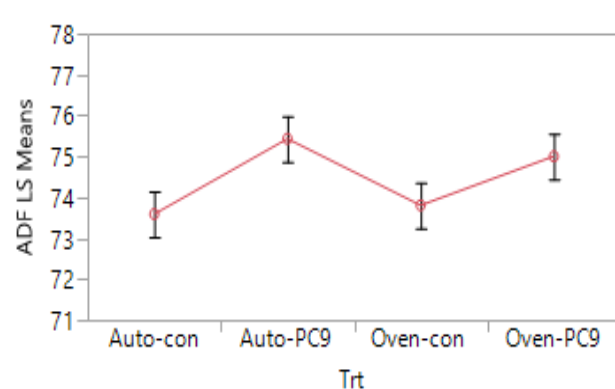
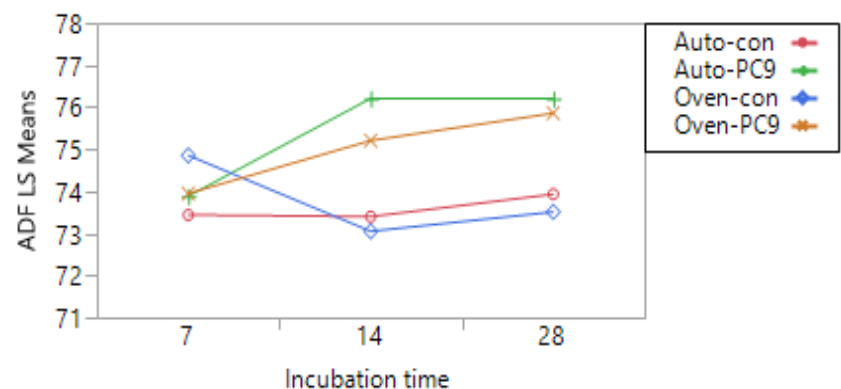
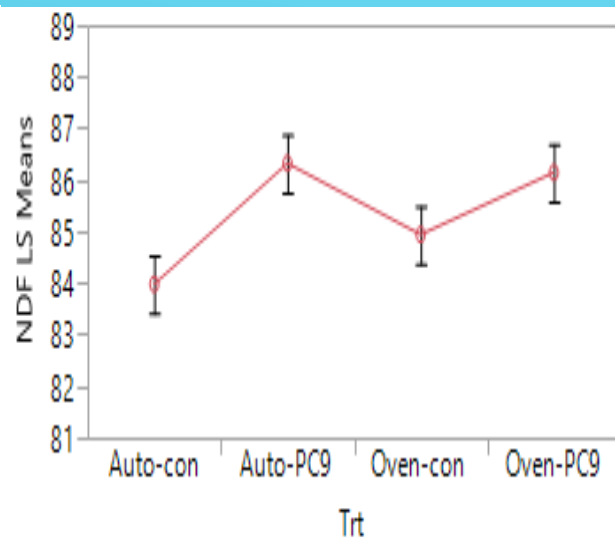
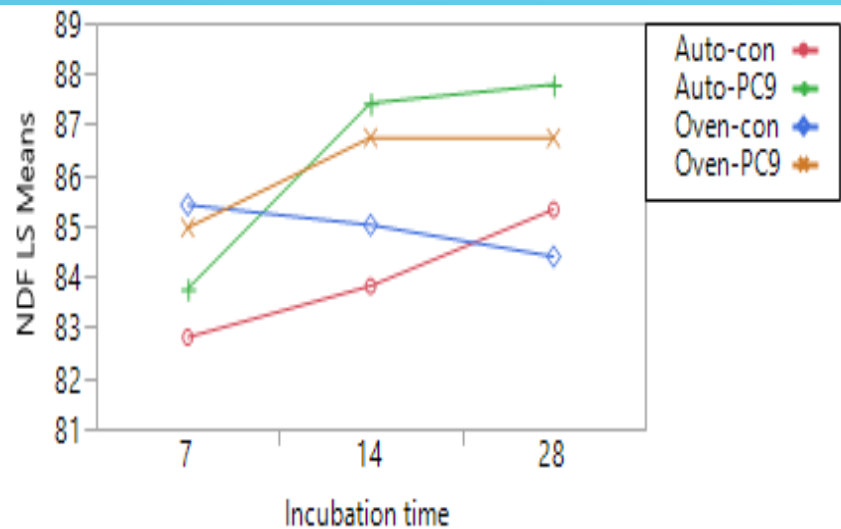


השפעת פטריית עובש
לבן (Pleurotus
ostreatus; PC9)
מקדים על הרכב כימי
של קליפות בוטנים
בזמני הדגרה שונים
(מספרים מוצגים כ-
LSMeans על בסיס
חומר יבש).

		טיפול							
השפעות עיקריות, $P <$				אוטוקלאב		תנור		ימי הדגרה	מדד
טיפול/זמן	זמן	טיפול	SEM	PC9	ביקורת	PC9	ביקורת		
0.002	0.147	0.0001	0.28	5.51 ^{cd}	5.43 ^{bcd}	5.67 ^{bcd}	5.70 ^{abc}	7	CP
				6.21 ^a	5.49 ^{bcd}	5.91 ^{abc}	5.42 ^{bcd}	14	
				5.98 ^{abc}	5.13 ^d	6.06 ^{ab}	5.47 ^{dc}	28	
									NDF
0.0002	0.0001	0.0001	0.96	83.8 ^{de}	82.8 ^e	85.0 ^{cde}	85.4 ^{bcd}	7	
				87.4 ^{ab}	83.8 ^{de}	86.7 ^{abc}	85.0 ^{cde}	14	
				87.8 ^a	85.3 ^{bcd}	86.7 ^{abc}	84.4 ^{cde}	28	
									ADF
0.0002	0.06	0.0001	0.95	73.9 ^{abc}	73.4 ^c	73.9 ^{abc}	74.9 ^{abc}	7	
				76.2 ^a	73.4 ^c	75.9 ^{abc}	73.1 ^c	14	
				76.2 ^a	73.9 ^{abc}	75.9 ^{ab}	73.5 ^b	28	
								Hemi-cellulose	
0.003	0.0001	0.01	0.59	9.9 ^{cd}	9.4 ^d	11.0 ^{abc}	10.6 ^{abcd}	7	
				11.2 ^{abc}	10.4 ^{bcd}	11.5 ^{ab}	12.0 ^a	14	
				11.6 ^{ab}	11.4 ^{ab}	10.9 ^{abc}	10.9 ^{abc}	28	
								Cellulose	
0.003	0.008	0.004	0.83	41.6 ^{bcd}	41.8 ^{bcd}	42.1 ^{bcd}	42.7 ^{abcd}	7	
				43.5 ^{ab}	41.4 ^{cd}	42.3 ^{abcd}	40.9 ^d	14	
				44.0 ^a	42.6 ^{abcd}	43.1 ^{abc}	41.8 ^{bcd}	28	
									Lignin
0.729	0.298	0.051	0.79	32.3	31.6	31.9	32.1	7	
				32.5	31.8	32.7	31.9	14	
				32.0	31.2	32.5	31.5	28	

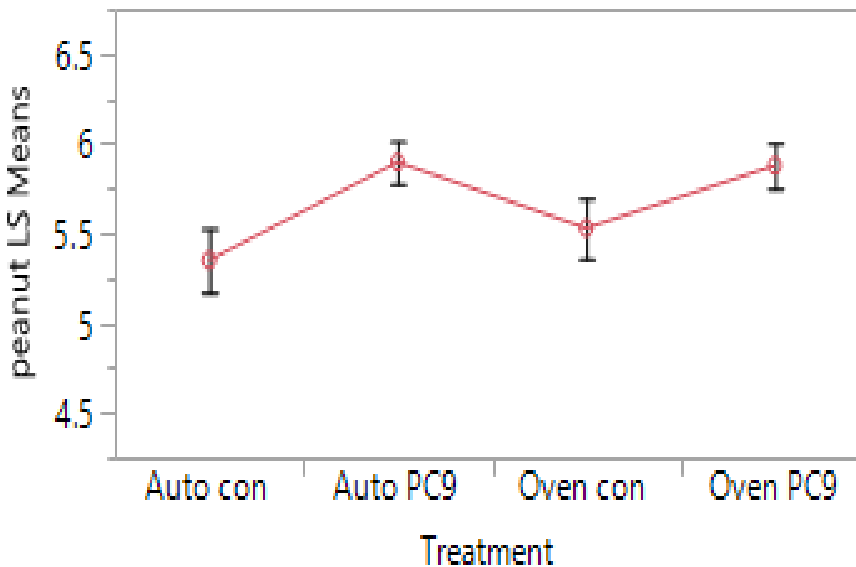
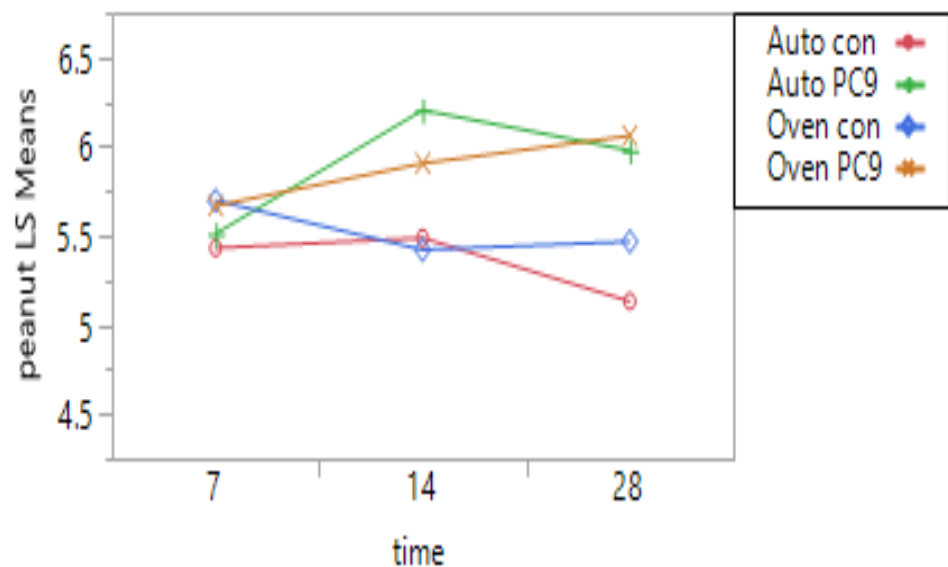
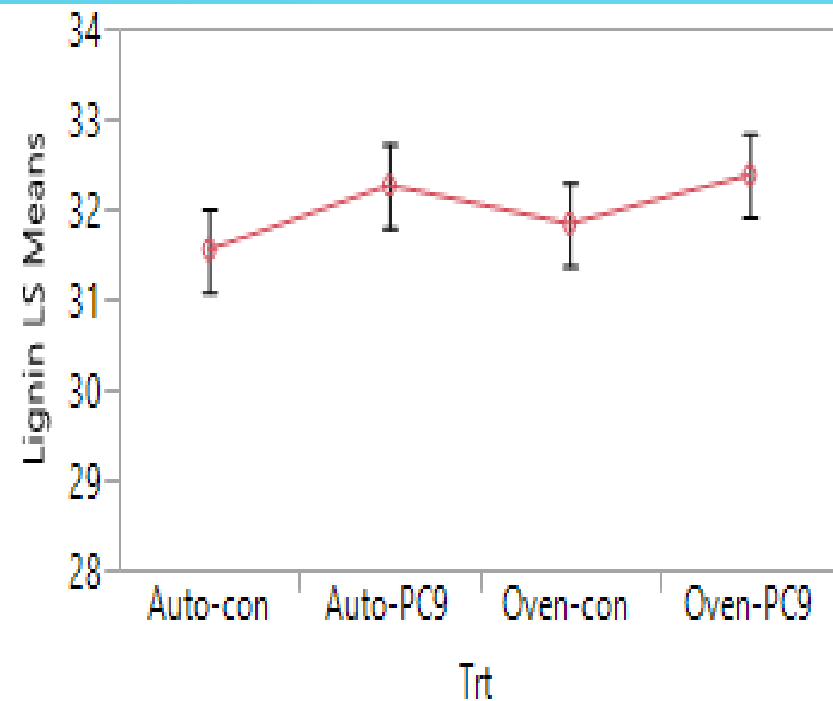
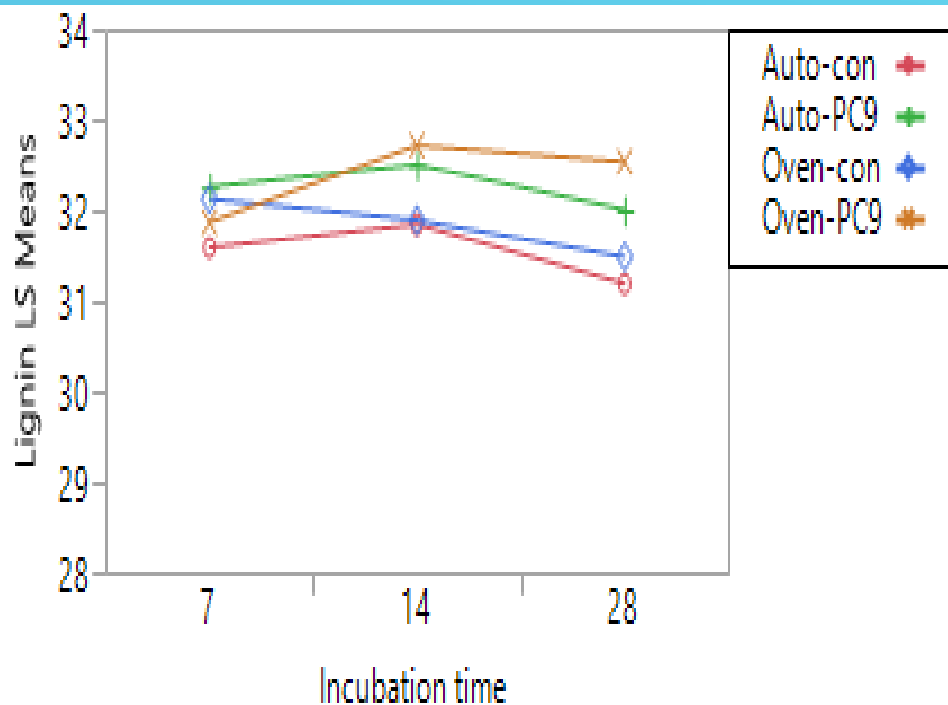
**שינויים בהרכב הכימי
של קליפות בוטנים:
השפעת ימי הדגרה
שונים וטיפול מקדים
במצע.**

**מסקנה: יש השפעה
מובהקת של הטיפול
המקדים על הרכב
NDF בלבד.
השפעה מובהקת לזמן
הדגרה: עליה ברכיבים
כתוצאה מגדילה
הפטרייה.**



**הפטרייה גרמה
לעליה בתכולת
הליגנין בקליפות
בוטנים ואילו
הזמן לא השפיע.**

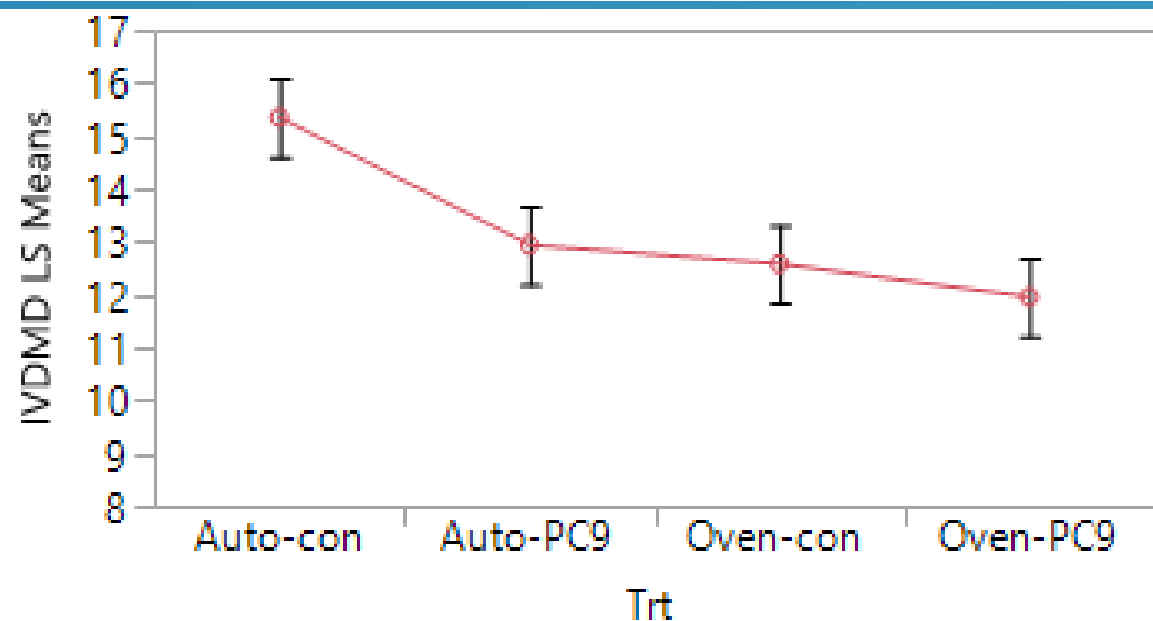
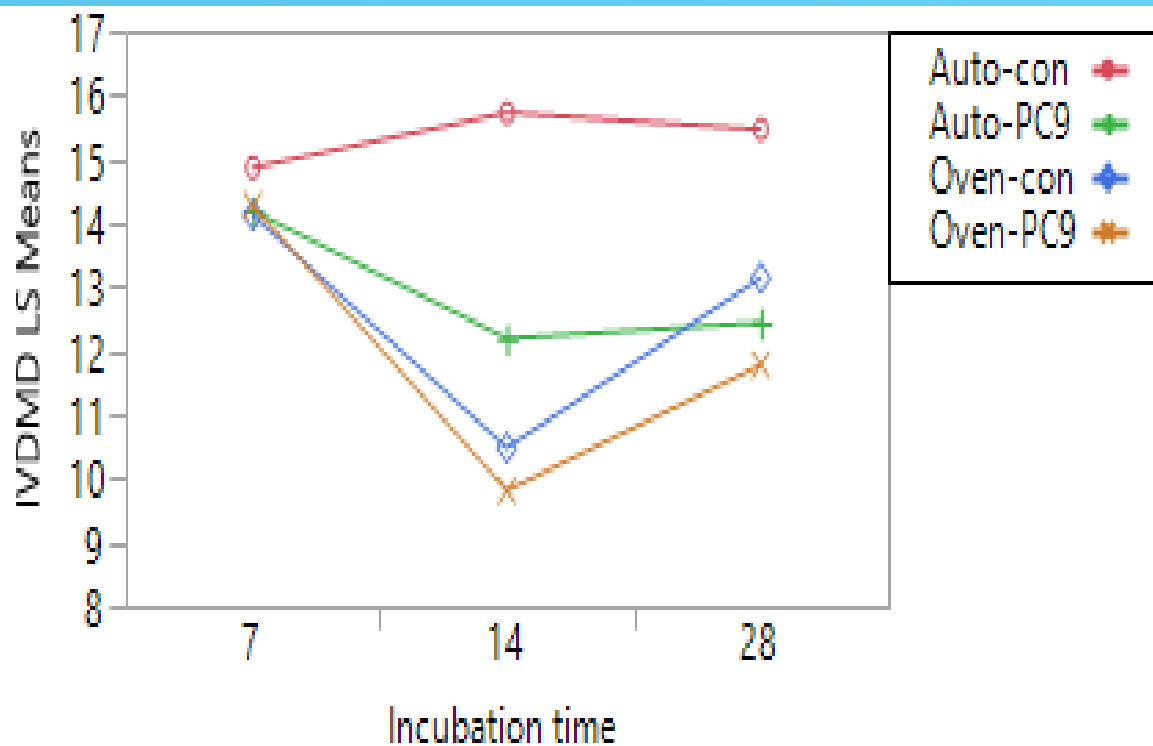
**הפטרייה
השפיעה על
תכולת חלבון
(גדלה) אבל
משך הזמן
בביקורת הוריד.**



השפעת פטריית עובש לבן (PLEUROTUS OSTREATUS; PC9) וטיפול מקדים על נעילות במבחנה של קליפות בוטנים בזמני הדגרה שונים (מספרים מוצגים כ-LSMEANS על בסיס חומר יבש).

[illegible]

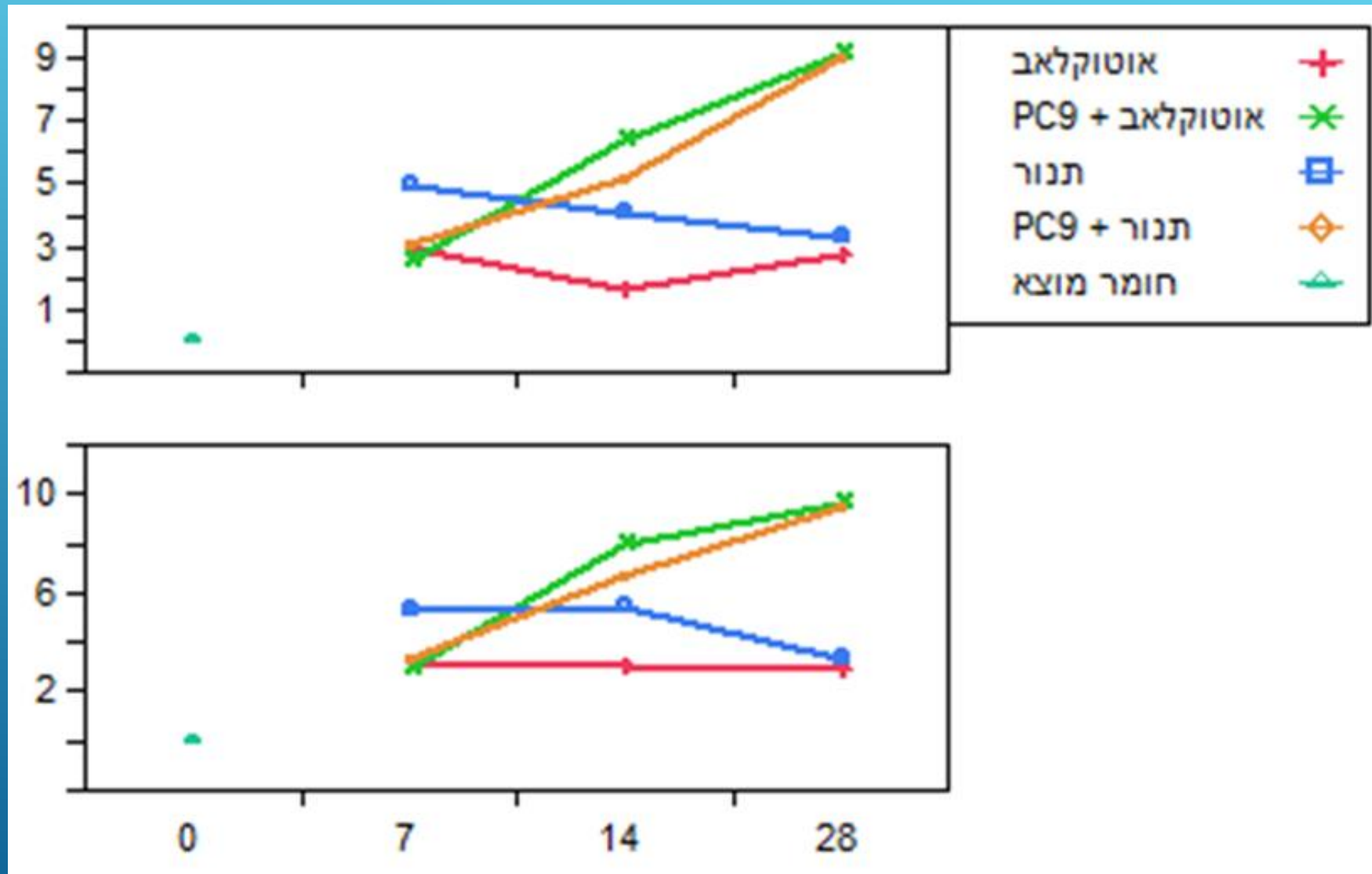
► זמני הדגרה שונים גרעו מערך
הנעכלות של קליפות בוטנים
למעט בטיפול הביקורת של
אוטוקלאב.



הפסדים בחומר יבש ואורגני כתוצאה מהטיפולים השונים

איבוד חומר יבש וחומר אורגני של קליפות בוטנים על בסיס חומר יבש, לאחר 7, 14, 28 ימי הדגרה בארבעה טיפולים						
	איבוד חומר יבש וחומר אורגני (%DM)					
28 ימים		14 ימים		7 ימים		
ח"א אבד (%DM)	ח"י אבד (%DM)	ח"א אבד (%DM)	ח"י אבד (%DM)	ח"א אבד (%DM)	ח"י אבד (%DM)	טיפול
2.93	2.77	3.02	1.65	3.19	2.99	אוטוקלאב
9.67	9.13	7.91	6.32	2.87	2.54	אוטוקלאב + PC9
3.39	3.26	5.46	4.06	5.22	4.98	תנור
9.46	9.01	6.69	5.16	3.36	3.02	תנור + PC9
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0035	0.0014	P-value
0.5954	0.6023	0.7373	0.7202	0.7524	0.6882	RSME
השפעות עיקריות P <						
ל"מ	ל"מ	ל"מ	ל"מ	0.0058	0.0037	טיפול מקדים
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0135	0.0044	פטריה
ל"מ	ל"מ	0.0003	0.0003	0.0636	0.0506	אינטראקציה
PC9 - פטריית הבר. ל"מ - לא מובהק. RSME - (root-mean-square error). P-value - ההבדל בין הטיפולים לאותו מקטע, במידה והיה גדול מ-0.1 סומן כ-ל"מ.						

איבוד חומר יבש וחומר אורגני של קליפות בוטנים



מסקנות ודיון:

- ▶ הפטרייה גדלה על מצעים שונים אבל לא בהכרח משפרת את הערך המזוני של כולם.
- ▶ בחירת זמן ההדגרה כנראה מהווה גורם מכריע בקבלת תוצאות צפויות.
- ▶ בחירת הצגת הנתונים, במיוחד בחירת הביקורת להשוואה, מהווה גורם מכריע בקבלת תוצאות צפויות.
- ▶ קליפות בוטנים: למרות היותם מועמד ראוי לגדילת הפטרייה, כנראה בשלבים שנבחנו הפטרייה העדיפה לנצל פחמימות זמינות על מנת לשגשג. יתכן וזמן ארוך יותר של הדגרה היה מביא לתוצאות שונות. מצד שני, הגריעה בערך הנעכלות התקבלה בטיפולים ללא הפטרייה.
- ▶ כנראה גדילת הפטריה (מסה) איננה מספקת את איבוד חומר אורגני (10%; חומר נעכל)

תודה לקהל על תשומת הלב

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

▶ ותודה ענקית לצוות:

▶ קריס סבסטיאן – טכנאית (מסטרנטית; טף)

▶ צוות סטודנטים מסור: לליב זלצר עין גדי, מוגאגא קלייבסולה, פליסטה מאונגי (תואר שני).

▶ מוטי וננסי: כבשים מקונלות

