



2000-2000

תקופת המחקר:

138-0321-00

קוד מחקר:

שם

פיתוח שיטה לחיטוי קרקע חלופי לקטילת זרעי עלקת.

המחקר:

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR OROBANCHE SEED CONTROL IN SOIL.

חוקר ראשי:

ד"ר דניאל יואל

מוסד:

מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

חוקרים

פרופ' אברהם מאיר

שותפים:

מאמרים:

תקציר

הצגת הבעיה : צואר הבקבוק בהדברת עלקת הוא קיום מלאי זרעים בקרקע שיכול להישרד שנים רבות. במחקר קודם מצאנו שבזמן ההכנה לנביטה של זרעי עלקת ניתן לגרום לכך שחלק ניכר של הנשימה יתבצע במסלול הנשימה האלטרנטיבי במקום במסלול הרגיל דרך מערכת הציטוכרום. בתוכנית המחקר הצענו לשבש את הנשימה בזרעי עלקת על ידי מניפולציה של המסלול האלטרנטיבי, ובכך לגרום לתמותה של זרעי עלקת בקרקע.

מהלך המחקר ושיטות העבודה : נבחנה ההשפעה של מעכבי מסלול הנשימה החלופי ושל חומצה סליצילית, שידועה כמפעילה של מסלול זה, על נשימת זרעי עלקת ועל נביטתם לאחר מתן גרוי נביטה. מאחר והנחנו שהמסלול החלופי כרוך בסילוק חמצן פעיל שעלול לגרום נזק לזרעים, העמדנו גם ניסויים לבחינת ההשפעה הישירה של חמצן פעיל על הנביטה. השפעת מעכבי המסלול החלופי על נגיעות של צמח פונדקאי בעלקת נבחנה *in vitro*.

תוצאות עיקריות : התברר שחלק מצריכת החמצן מתקיים בהכנה לנביטה באמצעות האוקסידאזה החלופית, שמעוכבת על ידי פרופיל גאלאט ואוקטיל גאלאט בעיקר בימים השלישי והרביעי. עיכוב המסלול החלופי יכול לגרום לירידה משמעותית בשיעור הנביטה של עלקת, ועידודו מגביר רק מעט את הנביטה. דבר זה נכון ובמיוחד לעלקת החמנית. ביטול כמעט מוחלט של הנביטה התאפשר על ידי נוכחות של $400\mu\text{M}$ אוקטיל גאלאט בהכנה לנביטה. טיפול בפרופיל גאלאט הפחית בכמחצית את מספר העלקות שצמחו על עגבניה, וטיפול באוקטיל גאלאט הוריד את הנגיעות בלמעלה מ-60%. הספקת חמצן פעיל לזרעים בהכנה לנביטה הפחיתה את שיעור הנביטה בשיעור הדומה למתקבל מעיכוב המסלול החלופי.

מסקנות והמלצות : תוצאות המחקר מתיישבות עם הנחת העבודה שלנו, שניתן לפגוע בכושר הנביטה של עלקת על ידי מניפולציה של מסלול הנשימה החלופי בהכנה לנביטה. שימוש בחומרי עיכוב גרם גם להפחתה בנגיעות צמחי עגבניה בעלקת. תוצאות המחקר מצביעות עתה בבירור על הפוטנציאל הטמון בשיטה המוצעת לקטילת זרעי עלקת בקרקע. יש מקום, על כן, להמשיך במחקר זה לפיתוח השיטה החדשה, במיוחד לעלקת החמנית שנתגלתה כרגישה ביותר לחומרי העיכוב.

צואר הבקבוק במאמצים להדברת עלקת הוא קיום מלאי זרעים של הספיל בקרקע שיכול להישרד שנים רבות. כל עוד קיים מלאי זרעים בשדה יש צורך בנקיטת צעדים להדברת עלקת. בדו"ח שלהלן אנו מסכמים את השלב הראשון של מחקר שמטרתו לפתח שיטה חדשה וספציפית להדברת זרעי עלקת בקרקע, המבוססת על מניפולציה של תהליכי הנשימה בזרע העלקת בשלב ההכנה לנביטה.

זרעי עלקת אינם מגיבים בנביטה לחומרי גרוי מצמחי פונדקאי אלא אם עברו תחילה את שלב ההכנה לנביטה (preconditioning) המתקיים במשך מספר ימים לאחר התפחת הזרעים. זרעי העלקת שורדים שנים רבות בשדה גם אם הם נתונים להרטבה תדירה הגורמת להפעלת ההכנה לנביטה בכל פעם מחדש. ברור שתהליך זה צורך רק כמויות זעירות של משאבי אנרגיה פנימיים, ואיננו גורם לדלדול. במחקר קודם מצאנו שבזמן ההכנה לנביטה ניתן לגרום לכך שחלק ניכר של הנשימה יעבור במסלול הנשימה האלטרנטיבי. לעומת זאת, בעת הנביטה עצמה הנשימה מתבצעת במסלול הרגיל דרך מערכת הציטוכרום ולא ניתן לגרום להסטת הנשימה למסלול האלטרנטיבי (Mayer and Bar-Nun 1994, 1997). תפקיד משוער של מסלול הנשימה האלטרנטיבי הוא לסלק עודפי חמצן ממערכת הנשימה כאשר תצרוכת האנרגיה נמוכה. מצב זה כנראה קיים בתרדמה ובזמן ההכנה לנביטה של זרעי עלקת. בתוכנית המחקר הצענו לשבש את הנשימה בזרעי עלקת על ידי מניפולציה של המסלול האלטרנטיבי, בכוונה לגרום לתמותה של זרעי עלקת בקרקע על ידי טיפול שיהיה סלקטיבי לספיל.

מטרת המחקר

ברור ההתכנות של הצלחת שיטה חדשה להדברה סלקטיבית של זרעי עלקת בקרקע על ידי מניפולציה של מסלול הנשימה האלטרנטיבי המתקיים בזרעים בעת ההכנה לנביטה. סקירת ההשפעה של חומרים מעכבי ומעודדי נשימה אלטרנטיבית על הנביטה של זרעי עלקת,

פירוט ניסויים ותוצאות לתקופת הדו"ח:

ממצאים קודמים (Mayer and Bar-Nun 1997) הראו שחלק מצריכת החמצן בזרעי עלקת מצרית מתקיימת במסלול העמיד לציאניד, שנקרא גם "מסלול האוקסידאזה החלופית (AOX)". כראיה לכך מוצגת העמידות של קליטת החמצן לנוכחות ציאניד והיכולת של חומצה סליצילית להשרות קליטת חמצן.

בשנה החולפת התחלנו לחקור את המסלול החלופי ביתר פירוט. נעשה שמוש בזרעי עלקת מצרית שנאספו באושה ב 1999 וב 1993. שניהם נתנו מעל 80% נביטה לאחר הכנה לנביטה בת 6 ימים, וגרוי בעזרת 5ppm GR24. למרות הדמיון בשעור הנביטה היתה רמת קליטת החמצן בזרעים הותיקים יותר נמוך, והם הגיבו פחות לחומצה סליצילית ($20\mu\text{M}$) (טבלה 1).

השפעות על הנשימה

הנשימה נבחנה על קבוצות של 100 מ"ג זרעים בשלש חזרות בטמפרטורת החדר בעזרת אלקטרודת חמצן עם הגברה של פי 10 (Modified Clark type oxygen electrode, Lozano and

(Mayer 1990). הזרעים עברו תחילה חיטוי (Bar-Nun and Mayer 1993) והותפחו במים. לאחר פרקי זמן שונים הזרעים נשקלו ונמדדה עוצמת הנשימה שלהם. הנשימה נמדדה מיד לאחר ההתפחה או גם לאחר 30 דקות השריה בחומצה סליצילית $20\mu\text{M}$, או 30 דקות עם פרופיל גאלאט $400\mu\text{M}$ מיד לאחר ההתפחה או לאחר הטיפול בחומצה סליצילית. טבלה 1 מציגה את תוצאות המדידה בזרעי עלקת הטריים וה"זקנים".

	water	water + SA	water + PG	Water + SA then PG	Water + PG then SA
Seed lot 1999					
3 days	2.03+/- 0.09	3.24+/- 0.46	1.37+/- 0.25	1.16+/- 0.09	1.47+/- 0.12
4 days	2.60+/- 0.52	3.45+/- 0.37	2.15+/- 0.32	1.80+/- 0.30	2.00+/- 0.03
5 days	2.42+/- 0.20	3.10+/- 0.11	2.10+/- 0.13	1.60+/- 0.22	2.05+/- 0.20
6 days	1.34+/- 0.11	1.36+/- 0.33	1.03+/- 0.19	0.98+/- 0.06	1.14+/- 0.26

Seed lot 1993				
3 days	1.31+/- 0.29	1.10+/- 0.49	0.94+/- 0.37	1.60+/- 0.52
4 days	0.94+/- 0.26	1.16+/- 0.74	0.58+/- 0.50	1.01+/- 0.38
5 days	0.96+/- 0.42	1.45+/- 0.58	----	0.58+/- 0.20
6 days	0.46+/- 0.11	0.66+/- 0.31	----	----

טבלה 1: קליטת חמצן בזרעי עלקת מצרית לאחר הרטבה למשכי זמן שונים, וחשיפה לחומצה סליצילית (SA), פרופיל גאלאט (PG) או שניהם יחד. התוצאות ניתנות כמיקרו ליטר חמצן ל-100 - מיליגרם זרעים בדקה +/- SD.

מן התוצאות ברור שהחומצה הסליצילית משפיעה על נשימת הזרעים, למרות שהתגובה איננה אחידה ושונה בשתי קבוצות הזרעים. בשתייה הנשימה מתחילה לרדת לאחר חמישה ימי הכנה לנביטה (הרטבה). קליטת החמצן של הזרעים התפוחים מעוכבת חלקית על ידי פרופיל גאלאט, זוהי עדות לכך שלפחות חלק מקליטת החמצן שנמדדה נובעת מפעילות מערכת האוקסידאזה החלופית. העיכוב נע בין 33% ביום השלישי עד כ-20% בימים 4-6 בזרעי 1999. עיכוב דומה נצפה בזרעים ה"זקנים" יותר, שהמשיכו להגיב לחומצה סליצילית גם לאחר חמישה ימים. בכל הזרעים דעכה הנשימה לאחר ששה ימים גם בנוכחות חומצה סליצילית. התגובה החזקה ביותר לפרופיל גאלאט היתה בימים השלישי והרביעי. בזרעים החדשים נצפתה ירדה בצריכת חמצן כתוצאה מטיפול משולב בחומצה סליצילית ופרופיל גאלאט, בהשוואה לתוצאת הטיפול בגאלאט בלבד. יתכן והתוצאה מצביעה על כך שחל מעבר מנשימה במסלול הרגיל למסלול החלופי, ושהמסלול

	water	water + SA	water + OG	Water + SA then OG	Water + OG then SA
3 days	2.0+/- 0.14	3.3+/- 0.25	1.6+/- 0.03	1.2+/- 0.05	1.9+/- 0.22
6 days	1.45+/- 0.22	1.76+/- 0.05	1.2+/- 0.19	0.93+/- 0.05	1.07+/- 0.05

טבלה 2: קליטת חמצן בזרעי עלקת מצרית לאחר הרטבה למשכי זמן שונים, וחשיפה לחומצה סליצילית (SA), אוקטיל גאלאט (OG) או שניהם יחד. התוצאות ניתנות כמיקרו ליטר חמצן ל-100 - מיליגרם זרעים בדקה +/- SD.

החלופי לא הופעל מחדש כשהאוקסידאזה החלופית עובכה. יש לציין שתוצאות הניסויים מדאות שונות גבוהה ומשום כך חזרנו על כל ניסוי לפחות שלוש פעמים. אוקטיל גאלאט השפיע על הנשימה בריכוזים הרבה יותר נמוכים מפרופיל גאלאט (טבלה 2). עובדה זו מתישבת עם התוצאות של Hoefnagel et al. (1995). יש לציין שהפעלת חומצה סליצילית לפני אוקטיל גאלאט או פרופיל גאלאט הקטינה את צריכת החמצן במידה רבה יותר מאשר בסדר הפוך. הסיבה לאפקט זה איננה ברורה לפי שעה.

השפעות על הנביטה

במקביל לבחינת ההשפעה של מעודדי מסלול הנשימה החלופי ומעכביו על צריכת החמצן של זרעי עלקת, בחנו גם את מידת ההשפעה של שינויים בביטוי המסלול החלופי על נביטת הזרעים. גם ניסויים אלה נערכו במספר חזרות בגלל השונות הגבוהה בנביטת זרעי עלקת. התברר שעידוד המסלול החלופי יכול להגביר רק מעט את שיעור הנביטה של זרעי עלקת, בעוד שעיכובו יכול לגרום לירידה משמעותית בשיעור הנביטה.

הנביטה נבחנה בצלחות פטרי כדלקמן: זיסקיות נייר סינון קוטר 4 ס"מ) שכל אחת נושאת כ 300 זרעים (3-5 צלחות לכל טיפול) הודגרו בנוכחות מים למשך ההכנה לנביטה, מספר ימים כמקובל בהתאמה לכל אחד ממיני העלקת. לאחר ההכנה לנביטה הועברו הדיסקיות לצלחות פטרי המכילות את מגרה-הנביטה GR-24 (Joel et al. 1991). בדיקת החומרים השונים נעשתה על ידי תוספת של ריכוזים שונים שלהם לצלחת הפטרי במועדים שונים בשלב ההכנה לנביטה. נבדקה השפעה של יישום חד-פעמי שלהם ושל יישום חוזר יומיומי במהלך ההכנה לנביטה. שבוע לאחר מתן גרוי הנביטה נבדקו שיעורי הנביטה, אורך הנבטים, וצורתם.

השפעת חומצה סליצילית

החומצה הסליצילית השפיעה מעט מאוד על שיעור הנביטה (טבלה 3). יישומה בריכוז של 20 μ M, קרוב יותר לסיים ההכנה לנביטה, גרם לעליה קלה בשיעור הנביטה לאחר קבלת גרוי מתאים. ריכוז גבוה של החומצה הסליצילית גרם לירידה קלה בנביטה.

	% נביטה
SA 10 μ M	77.06 \pm 1.27
SA 20 μ M	79.9 \pm 0.8
SA 100 μ M	70.48 \pm 5.14
control	75.9 \pm 2.0

טבלה 3: השפעת תוספת של חומצה סליצילית (SA) בריכוזים שונים במהלך ההכנה לנביטה על שיעור נביטת זרעי עלקת מצרית לאחר מתן גרוי כימי לנביטה.

השפעת מעכבי המסלול החלופי

לעומת זאת מעכבי מסלול הנשימה החלופי הביאו לעיכוב בנביטת זרעי עלקת. אוקטיל גאלאט נתגלה כמעכב האפקטיבי ביותר של הנביטה, בהתאמה לממצאינו בדבר העיכוב שמשורה חומר זה על מסלול הנשימה החלופי. לעיכוב כמעט מלא של הנביטה בעלקת מצרית נדרשו 1 mM של

אוקטיל גאלאט (טבלה 4). גאטלאטים אחרים גרמו לעיכוב קטן יותר. דודציל גאלאט התגלה כבלתי אפקטיבי יחסית בגלל מסיסותו הנמוכה, והוא הוריד את שעור הנביטה רק בכ 20%. לצורך הגדלת המסיסות של אוקטיל ודודציל גאלאט בדקנו כמה ממסים: אתנול, מתנול ודימתיל סולפוקסיד. כולם ממסים טובים של תרכובות אלה, אבל התברר שהם גורמים נזק לעלקת ולפונדקאי, מלבד דימתיל סולפוקסיד בריכוז של עד 2.5%. שימוש בדימתיל סולפוקסיד בתור ממס פתר בעיית מסיסות של אוקטיל גאלאט והגדיל אפקטיביותו כמעכב הנביטה בעלקת מצרית. דודציל גאלאט בריכוז $400\mu\text{M}$ נשאר בלתי מסיס גם בממס זה, ולא היה אפקטיבי.

	%נביטה
OG $5\mu\text{M}$	74.7+/- 1.6
OG $50\mu\text{M}$	63.5+/- 2.3
OG $400\mu\text{M}$	27.8+/- 7.6
OG 1 mM	4.0+/-5.6
Control	75.9+/- 2.0

טבלה 4: שיעור נביטת זרעי עלקת מצרית באחוזים לאחר הרטבה, חשיפה לאוקטיל גאלאט (OG) בריכוזים שונים, ומתן גרוי כימי לנביטה.

עיכוב הנביטה הנ"ל שונה ממין עלקת אחד למשנהו. עלקת החמנית (*Orobancha cumana*) נתגלתה כרגישה ביותר לנוכחות המעכבים (טבלה 5). ביטול כמעט מוחלט של הנביטה התאפשר על ידי נוכחות של $400\mu\text{M}$ בסביבת הזרעים במהלך ההכנה לנביטה, ו $200\mu\text{M}$ של דודציל גאלאט הפחית את שעור הנביטה בכ 70%.

		%נביטה		
		עלקת מצרית	עלקת חרוקה	עלקת החמנית
Propyl gallate	$50\mu\text{M}$	97.3+/- 0.3	98.3+/- 0.6	98.2+/- 2.6
	$100\mu\text{M}$	98.1+/- 1.4	82.0+/- 1.9	88.3+/- 8.0
	$200\mu\text{M}$	97.9+/- 1.6	82.3+/- 1.4	96.3+/- 0.5
	$400\mu\text{M}$	77.2+/- 1.1	72.7+/- 1.5	36.8+/- 2.1
Octyl gallate	$50\mu\text{M}$	99.1+/- 0.8	83.2+/- 0.8	97.9+/- 0.5
	$100\mu\text{M}$	96.7+/- 1.0	83.9+/- 0.7	79.8+/- 3.1
	$200\mu\text{M}$	95.6+/- 2.6	80.8+/- 1.4	56.7+/- 2.8
	$400\mu\text{M}$	54.8+/- 0.6	55.5+/- 2.7	3.2+/- 0.3
Dodecyl gallate	$50\mu\text{M}$	98.1+/- 0.6	89.2+/- 1.2	99.9+/- 0.8
	$100\mu\text{M}$	96.3+/- 0.9	80.2+/- 5.7	96.6+/- 2.1
	$200\mu\text{M}$	81.1+/- 4.6	93.8+/- 1.9	32.9+/- 1.8
	$400\mu\text{M}$	95.3+/- 4.6	81.3+/- 1.9	81.5+/- 0.9

טבלה 5. השפעת מתן ריכוזים שונים של מעכבי האוקסידאזה החלופית על אחוז הפחתת הנביטה של זרעי עלקת משלושה מינים שונים.

מתן חומצה סליצילית יחד עם הגאלאטים, או כמה שעות לפנייהם, לא שינה משמעותית את התוצאות, למרות שנצפתה ירידה בצריכת חמצן כתוצאה מטפול משולב בחומצה סליצילית ופרופיל או אוקטיל גאלאט, בהשוואה לתוצאת הטפול בגאלאט בלבד.

השפעת חמצן פעיל

הפונקציה הפיסיולוגית של מסלול הנשימה החלופי עדיין לא ברורה. אך יתכן כי הוא כרוך בסילוק חמצן פעיל (Wagner and Moore 1997), שנוצר אולי במהלך ההתפתח או בהכנה לנביטה ועלול לגרום נזק לזרעים. על מנת לבחון את ההשפעה הפוטנציאלית של נוכחות עודפי חמצן פעיל על נביטת זרעי עלקת הוספנו מי חמצן לזרעים בשלבים השונים לפני הנביטה: (א) עם ההתפתח, (ב) ביום השלישי של ההכנה לנביטה, (ג) ביום הששי, ו-(ד) ביום השביעי ממש לפני מתן GR24 להנבטת הזרעים. בדרך זו רצינו ליצור סימולציה של יצירת עודפי חמצן פעיל כצפוי משבוב מסלול הנשימה האלטרנטיבי.

ערכנו עד כה שני ניסויים מסוג זה. בנסוי אחד (טבלה 6) התקבלה הפחתה של למעלה מ 30% בשיעור הנביטה של הזרעים לאחר הספקת חמצן פעיל לזרעים במהלך ההכנה לנביטה, לקראת סיום ההכנה לנביטה. הפחתה גדולה יותר בשעור הנביטה התקבלה אם ניתנו מי חמצן לזרעים ביום השמיני לאחר מתן GR24. ההפחתה בשיעור הנביטה על ידי תוספת מי חמצן דומה לזו שהתקבלה כתוצאה מעיכוב המסלול החלופי. תוצאות אלה מתיישבות לכאורה עם הנחת העבודה שלנו, שמסלול הנשימה החלופי נועד לסלק חמצן פעיל בזרע, שפוגע בנביטה.

	1 mM H ₂ O ₂	5 mM H ₂ O ₂
day 0	76.7 +/- 4.0	70.3 +/- 0.5
day 6	40.3 +/- 2.0	42.7 +/- 9.8
day 8	33.0 +/- 2.4	28.0 +/- 1.6
control	59.0 +/- 3.5	

טבלה 6. השפעת מתן ריכוזים שונים של מי חמצן במועדים שונים לפני ובמהלך ההכנה לנביטה, על אחת הנביטה של זרעי עלקת מצרית.

נוכחות מי חמצן במהלך ההכנה לנביטה גרמה להתפתחות נבטים ארוכים יותר. תוספת של 5mM מי חמצן ביום הששי של ההכנה לנביטה הגדילה את שעור הנבטים הארוכים (שאורכם גדול מאורך הזרע ממנו נבט) מ 2% (בבקורת) ל 23%. תוצאה זאת מעניינת במיוחד לאחר שהתברר לנו כי אורך הנבטים תלוי במשך ההכנה לנביטה (איור 1). יתכן, על כן, שתוצאה זאת מרמזת על קשר כלשהו של ויסות אורך הנבטים עם קיום מסלול הנשימה החלופי בשלב ההכנה לנביטה של זרעי עלקת.

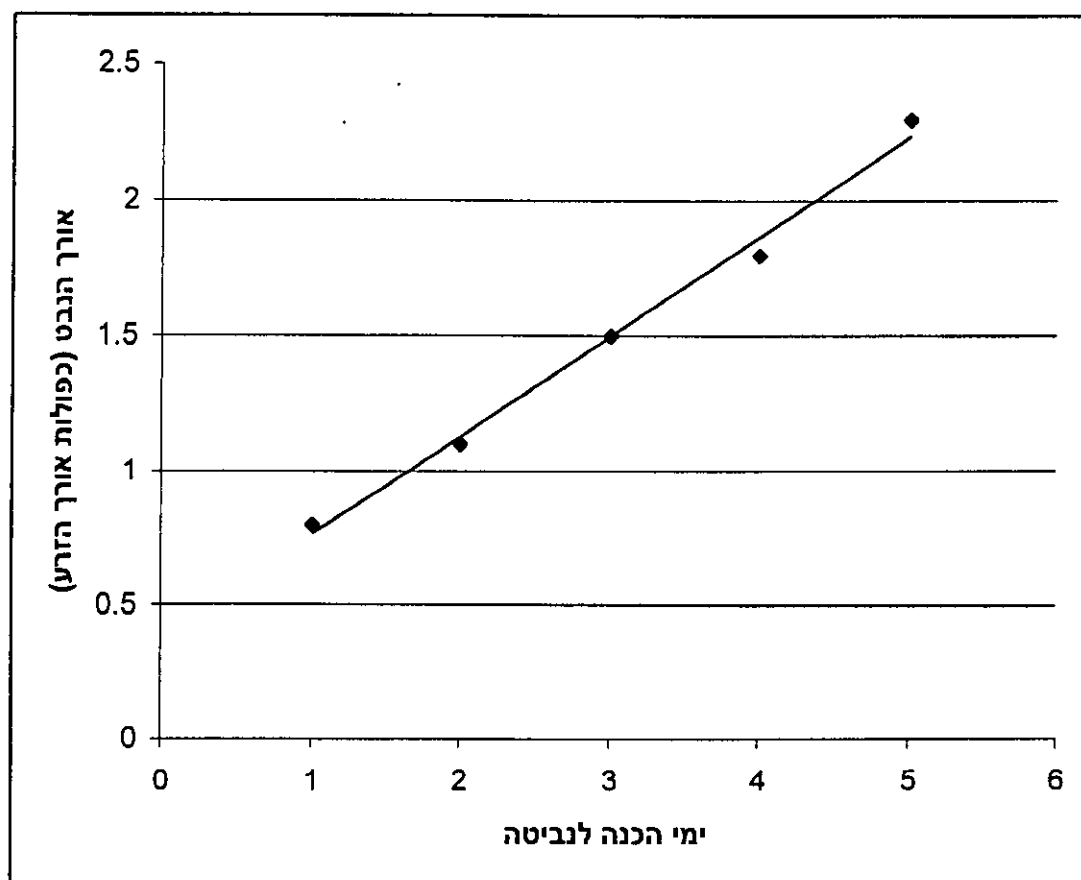
השפעת מעכבים על נגיעות פונדקאי

בחינה ראשונית הראתה שמניפולציה של מסלול הנשימה החלופי יכולה להפחית את הנגיעות של צמחי פונדקאי. זרעי עלקת מצרית פחדו על גבי ניר GFA בשקית פוליאטילן (Joel 2001), הורטבו ליממה ולאחר מכן הוספה להם חומצה סליצילית ליממה. במהלך שבעה הימים הבאים נחשפו הזרעים לפרופיל גאלאט או לאוקטיל גאלאט, ורק בתום הטיפול נשתלו צמחי עגבניה על גבי הניר בשקיות שהכילו את הזרעים המטופלים. חודש לאחר השתילה נספרו הדבקות העלקת על גבי שרשי העגבניה.

התברר כי הטיפול בפרופיל גאלאט הפחית בכמהצית את מספר צמחי העלקת שצמחו על שרשי העגבניה, ואילו הטיפול באוקטיל גאלאט הוריד את הנגיעות בלמעלה מ- 60% (טבלה 7).

	מספר עלקות
Control	50.2 +/- 18.1
S+ 400µM Propyl gallate	22.5 +/- 4.9
S+ 100µM Octyl gallate	28.6 +/- 4.7
S+ 400µM Octyl gallate	17.8 +/- 4.1

טבלה 7. השפעת טיפול בפרופיל גאלאט או אוקטיל גאלאט על נגיעות עגבניות בעלקת. הטיפול בגאלאט ניתן במהלך שבוע, לאחר טיפול בן יממה בחומצה סליצילית (S). התוצאות מבטאות את ממוצע מספר פקעיות העלקת שהתפתחו על שרשי צמח עגבניה אחד.



איור 1. השפעת משך ההכנה לנביטה על אורך הנבט של עלקת מצרית.

מסקנות

מהניסויים שלנו ברור שחלק מצריכת החמצן בזרעי עלקת מתקיים במהלך ההכנה לנביטה באמצעות המערכת של האוקסידאזה החלופית, שידועה כמגיבה לפרופיל גאלאט ולאוקטיל

גאלאט (Hoefnagel et al 1995, Wagner and Moore 1997). העיכוב המשמעותי ביותר על ידי פרופיל גאלאט היה בימים השלישי והרביעי של ההכנה לנביטה. בזרעים הטריים נצפתה ירדה בצריכת חמצן כתוצאה מטיפול משולב בחומצה סליצילית ופרופיל גאלאט, בהשוואה לתוצאת הטיפול בגאלאט בלבד. יתכן שהגורם לכך הוא מעבר מנשימה במסלול הרגיל למסלול החלופי, ושהמסלול החלופי לא הופעל מחדש כשהאוקסידאזה החלופית עוכבה. במקביל בדקנו גם את מידת ההשפעה של שינויים בביטוי המסלול החלופי על נביטת זרעי עלקת. התברר שעיכוב המסלול החלופי יכול לגרום לירידה משמעותית בשיעור הנביטה שלהם, ואילו עידודו יכול להגביר רק מעט את הנביטה. דבר זה נכון לכל מיני העלקת שבדקנו, ובמיוחד לעלקת החמנית שהתגלתה כרגישה ביותר למעכבי המסלול החלופי. ביטול כמעט מוחלט של הנביטה התאפשר על ידי נוכחות של אוקטיל גאלאט בסביבת הזרעים במהלך ההכנה לנביטה, ודודציל גאלאט הפחית את שיעור הנביטה בכ 70%. יחד עם זאת מצאנו כי תוספת של חמצן פעיל לזרע במהלך ההכנה לנביטה מעכב את הנביטה בשיעור הדומה לזה המתקבל על ידי מעכבי המסלול החלופי. תוצאות אלה תומכות בהיפותיזה שלנו שאומרת כי עיכוב המסלול האלטרנטיבי יפגע בחיוניות זרעי עלקת על ידי העלאת רמת החמצן החופשי בהם במהלך ההכנה לנביטה.

התוכנית תוקצבה לשנה אחר לבחינת היתכנות היישום של הרעיון. תוצאות המחקר מצביעות עתה בבירור על הפוטנציאל הטמון בשיטה המוצעת לקטילת זרעי עלקת בקרקע. יש מקום, על כן, להמשיך במחקר זה ל פיתוח השיטה החדשה, במיוחד לעלקת החמנית שנתגלתה כרגישה ביותר לחומרי העיכוב.

ספרות מצוטטת

- Bar-Nun N. and Mayer, A.M. 1993. *Phytochem.* 34: 39-45.
- Hoefnagel, MHN, Wiskich JT, Madgwick SA, Patterson Z, Oetmayer W and Rich PR (1995). *Eur J Biochem* 233: 531-7.
- Joel, D. M., Back, A., Kleifeld, Y. and Gepstein, S. (1991). In: *Progress in Orobanche Research*. (eds. K. Wegmann and L.J. Musselman). *Proc. Inter. Workshop on Orobanche Research*. Obermarchtal, FRG. 147-156.
- Lozano, J.L. and Mayer, A.M. 1990. *Isr. J. Bot.* 39: 347-354.
- Mayer, A.M. and Bar-Nun, N. 1994. In : A.H. Pieterse J. Verkleij and S. terBorg (eds) *Biology and Management of Orobanche*, *Proceedings of the 3rd International Workshop on Orobanche and related Striga Research*. Amsterdam, Royal Tropical Institute. 146-156.

Mayer, A.M. and Bar-Nun, N. 1997. In : R.H. Ellis (ed) Basic and Applied Aspects of Seed Biology. Kluwer, Dordrecht. pp 633-639.

Wager A.M. and Moore, A.L. 1997. Bioscience Reports 17: 319-333.

הנחיות למילוי סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב- 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון-חריגה מגבולות המסגרת המודפסת)
שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.
הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה
לבחון את האפשרות לשבש את הנשימה בזרעי עלקת על ידי מניפולציה של מסלול הנשימה האלטרנטיבי בעת ההכנה לנביטה, ובכך לגרום לתמותה של זרעי עלקת בקרקע. התוכנית אושרה לשנה אחת לבחינת הרעיון.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח
פרופיל גאלאט ואוקטיל גאלאט הוכחו כיעילים בעיכוב מסלול הנשימה האלטרנטיבי בזרעי עלקת, והפחיתו משמעותית את שיעור הנביטה. כנראה שמסלול הנשימה האלטרנטיבי מונע הצטברות של חמצן פעיל בזרע, שפוגע בכיבוי הנביטה. שימוש בחומרי העיכוב גרם להקטנה משמעותית של נגיעות שרשי עגבניה בעלקת בניסוי מעבדה.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.
אושרה היפותיזה שלנו שאומרת כי עיכוב המסלול האלטרנטיבי יפגע בחיוניות זרעי עלקת.
יש מקום, על כן, להמשיך במחקר זה לפיתוח השיטה החדשה לקטילת זרעי עלקת בקרקע.
השיטה תתאים לעלקת מצרית וגם במיוחד לעלקת החמנית שנתגלתה כרגישה ביותר לחומרי העיכוב.
4. הבעיות שונתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
המשך המחקר צריך להרחיב את ההבנה של מאפייני מסלול הנשימה החלופית במיני העלקת השונים, לבחון תרכובות גאלאט נוספות, ולפתח פורמולציות שלהם שיתאימו ליישום יעיל בשדה לקטילת זרעי העלקת. בדרך זו נוכל לפתח שיטה חדשה בררנית ויעילה לקטילת זרעי עלקת בשדות חקלאיים.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים – יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון – יש לפרט מקום ותאריך.
מאחר והמחקר אושר עד כה רק לשנה אחת עדיין לא הפצנו את הידע.