דו״ח מסכם מתוקן לתכנית מחקר מספר 277-0489-14

שנת המחקר: ______3__ מתוך _________3____ שנים

הקניית עמידות לחרקים בשתילי ירקות עלים על ידי טיפולי זרעים

Seed treatments to induce resistance to insect attack in vegetable transplants

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע״י

יהושע קליין	משאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
פיליס ויינטראוב	אמטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, גילת
דוד קניגסבוך	איחסון , מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
שלמה כהן	מכון לחקר החקלאות על פי התורה, יד בינימין

Joshua D. Klein, Natural Resources, ARO. Institute for Plant Science. Bet Dagan 50250. E-mail: vcjosh@volcani.agri.gov.il

Phyllis Weintraub, Entomolgy, ARO. Gilat Experimental Station. Gilat. E-mail: Phyllisw@agri.gov.il

David Kenigsbuch, Postharvest. ARO. Institute for Postharvest Science. Bet Dagan 50250. E-mail: davke@agri.gov.il

Shlomo Cohen, Insititute for Agriculture according to the Torah. Yad Binyamin 76812. E-mail: cohenkerem@neto.net.il

תקציר

1הצגת הבעיה
אין טיפול זרעים אשר יקנה לירקות עלים חוסן בפני חרקים מבלי לפגע ביבול או בטעם.

2.מטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעת המחקר
פיתוח טיפולי זרעי ירקות עלים בתמציות המכילות שמנים אתריים ובחומרים עם פעילות פסיולוגית כאמצעים שיפחיתו את הנזק מחרקים.

3.שיטות העבודה
טיפלנו בזרעי חסה ורוקט, בתמציות צמחים המכילות תימול או קרבקרול, או בג'זמונאט וחומצה סליסילית. הבדיקות כללו השפעות מורפולוגיות, פסיולוגיות וגנטיות של הטיפולי הזרעים על הצמחים שגדלו מהם, כולל בדיקות טעם. גם גידלנו בבית רשת צמחים מזרעים שטופלו בג'סמונאט או חומצה סליסילית. בדקנו השפעת הטיפולים על הימשכות של עש הטבק לצמחים, קצב ההתפתחות של העש, ועמידות כללית להתקפות מחרקים.

4.תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון
למרות תוצאות הקדמיות מבטיחות אשר הובילו אותנו להגשת התוכנית ולביצועו, אחרי שלש שנים של מחקר אנחנו לא יכולים להצביע על הגנה נקנית נגד חרקים (עש הטבק, לרוב) בעלי חסה או רוקט בעקבות טיפולי זרעים בתמציות צמחים המכילות תימול או קרבקרול, או בג'זמונאט וחומצה סליסילית. לא היו השפעות מובהקות על תחולת הפיגמנטים, עובי העלה או מרבדיו, כח מחדר העלה, ביטוי גן האחראי על יצירת שעווה, תכולת נדיפים בעלים, טעם העלים, הימשכות של עש הטבק לצמחים, קצב ההתפתחות של העש, ועמידות כללית להתקפות מחרקים. טיפול בחומצה סליסילית כן גרם לירידה בנוכחות ביצי עש על העלים, אך לא הייתה השפעה בכמות או התפתחות החרקים.

5.מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות.
אין מה ליישם, אך שווה לבדוק חומרים טבעיים אחרים ואולי לחקור שוב חומרים סינטתיים כגון מודוס שנחקר בהצלחה בעבר.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

1. נתיב דודאי
2. אריק פלבסקי
3. לאה מזור

♦♦♦

הצהרת החוקר הראשי:
הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר ריך: _14.3.17_____

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר:

1. הצגת פוסטר והרצאה קצרקצרה "מדדים פיזיולוגיים בחסה ורוקט כתוצאה מטיפולי זרעים בחומצות ג'אסמונית וסליצילית" על ידי אמיתי לביא בכנס אגודת גד"ש 2015.
2. אמיתי לביא. 2017. טיפולי זרעים בחומרי טבע לשיפור איכות ירקות עלים. עבודה לקבלת תואר "מוסמך למדעי חקלאות" הפקולטה לחקלאות, אוניברסיטה העברית.
3. Mengqi Zhang 2017 The effect of phytohormones seed treatments on the whole plant tolerance to insects. MSc thesis. Ben-Gurion University
4. הצגת פוסטר. " The effect of plant hormone treatment of seeds on whole-plant tolerance to insects על ידי מנג'י ז'אנג 2015 בכנס Entomological Society of America

277-0489-14 Seed treatments to induce resistance to insect attack in vegetable transplants

Final report (corrected) for 2014-2016

Introduction

There is a specialized retail market for "bug-free"leafy greens such as lettuce, rocula, parsley, coriander, and other salad vegetables and herbs that are certified by inspection as not having any insects in the consumed portion of the plant (usually leaves, but in the case of broccoli or cauliflower, the florets). In Israel, most consumer demand for such produce comes from the Jewish religious community, whose members are careful not to consume insects that are proscribed by Jewish law. Another market niche internationally are vegan and vegetarian consumers, who similarly do not want to eat bugs. Most growers use the highest-permitted concentrations of insecticides to manage to these specialty crops, with attendant consumer concern regarding residual potentially harmful chemicals in food. The purpose of these experiments was to determine the concentrations of the naturally-occuring and legally harmless chemicals thymol, carvacrol, methyl jasmonate and salicylic acid that can be used as seed treatments for lettuce or rocula to provide a physiological or entomological benefit to the resulting seedling. We also investigated whether the treatments caused perceptible changes in leaf flavor. The experiments were carried out in Bet Dagan (physiology) and in Gilat (entomology), in both cases by graduate students studying for their MSc (Amitai Lavi and Mengqi Zhou, respectively).

Materials and methods

Seeds used were "Dov" lettuce (a Romaine-type lettuce from a Volcani line, grown commercially by Genesis Seeds) and rocula (from Dudi Kenigsbuch of ARO or from Genesis Seeds). In all cases, seeds were soaked for 2 hours in control (water) or methyl jasmonate (MJ:25,50,100,200 µM), salicylic acid (SA: 1,2,4 mM), thymol (T: 50, 100 ppm), or carvacrol (CA: 50, 100 ppm) solutions before being sown in a tuffa-soil mix with osmocote in 250 ml pots and grown in a greenhouse with automatic irrigation. Thymol and carvacrol initially were supplied by Nativ Dudai of Newe Ya'ar in the form of essential oils from chemotypes of zaatar; the oils were ~70% thymol or carvacrol. Later experiments used pure material sourced from Sigma. Methyl jasmonate and salicylic acid were purchased from Sigma.

Methods of experiment and analysis are presented individually with relevant results. Averages of 5-8 replicate samples from at least two independent experiments are presented. Statistical tests were performed with JMP, usually using Dunnet's test to compare results from treated seeds with those from untreated seeds.

Results

Germination and initial growth

Because of the gel that forms on rocket seed coats, it is virtually impossible to determine solution uptake into the seed itself. In lettuce seeds, solution uptake averaged 44% of initial seed weight, regardless of concentration or material.There were no consistent treatment differences in percent total or viable germination, shoot and root length, and shoot/root ratio in either lettuce or rocket seedlings that were germinated on paper at 20C for 6 days (Table 1).

Table 1. Effect of seed treatments (SA= salicylic acid; MJ = methyl jasmonate; CA=carvacrol; T=thymol) on germination charactistics of lettuce and rocket seedlings.

* = significantly different from control at 5% level by Dunnett's test.

Lettuce					
Normal germ. (%)	**Total germ. (%)**	**S:R ratio**	**Shoot (mm)**	**Root (mm)**	**Treatment**
70% **NS**	97% **NS**	1.2 **NS**	24.8 **NS**	22.1	**Control**
67%	97%	1.1	23.4	22.7	**SA 1mM**
87%	97%	1.2	26.3	23.3	**SA 2mM**
70%	90%	1.1	22.5	21.4	**SA 4mM**
67%	77%	1.1	25.0	24.0	**MJ 25µM**
90%	93%	1.2	27.3	24.6	**MJ 50µM**
57%	90%	1.3	20.1	15.2 *	**MJ 100µM**
70%	100%	1.2	22.2	19.0	**MJ 200µM**
67% **NS**	81% **NS**	0.9 **NS**	18.9 **NS**	21.4 **NS**	**Control**
67%	71%	0.9	22.2	25.2	**T 50ppm**
76%	88%	1.0	19.5	22.8	**T 100ppm**
74%	76%	0.9	20.4	24.3	**CA 50ppm**
74%	81%	1.0	21.2	21.9	**CA 100ppm**
Rocket					
Normal germ. (%)	**Total germ. (%)**	**S:R ratio**	**Shoot (mm)**	**Root (mm)**	**Treatment**
77%	83% NS	0.9	24.0	28.5	**Control**
90%	90%	0.9	24.3	28.0	**SA 1mM**
97%	97%	1.0	30.6 *	35.2	**SA 2mM**
87%	97%	0.8	26.5	33.0	**SA 4mM**
93%	93%	0.8	25.9	34.2	**MJ 25µM**
93%	97%	0.9	28.6	35.4	**MJ 50µM**
47% *	70%	1.2 *	20.6	18.8 *	**MJ 100µM**
70%	93%	1.1	21.6	23.1	**MJ 200µM**
77% **NS**	80% **NS**	0.8 **NS**	22.9	30.0 **NS**	**Control**
100%	100%	0.9	24.5	30.5	**T 50ppm**
93%	97%	0.9	24.6	29.5	**T 100ppm**
72%	79%	0.8	22.2	28.6	**CA 50ppm**
88%	88%	0.8	26.5 *	34.9	**CA 100ppm**

Leaf structure and penetration

We used a digital micrometer to measure thickness at the first 5 mm of the margin of the first true leaf , and used ImageJ to determine thickness of cuticle and epicuticular wax layers on micrographs of cross-sections of leaves from all treatments. We also measured penetrability of the leaf, using a force-gauge to see how much effort was needed to pierce first or second true leaves. Measurements were taken from the leaf blade, avoiding the main vein.

Lettuce: There were no significant differences in any of the measurements in comparing plants from untreated or treated seeds. Leaf thickness averaged 170 µm, penetration force was 0.16 N, wax layer and cuticle thicknesses were 3.1 and 17.1 µm, respectively.

Rocket: There were no significant treatment differences in leaf penetrability or wax/cuticle layer thickness. Leaf thickness averaged 200 µm, penetration force was 0.10 N, wax layer and cuticle thicknesses were 4.4 and 14.6 µm, respectively. Seed treatments with thymol at 100 ppm or carvacrol at both 50 and 100 ppm increased overall leaf thickness by ~15%.

Physiological measurements.

Pigments, flavonols, flavonoids, and antioxidant capacity (DPPH).

Leaf pigments (chlorphyll, carotenoids, anthocyanins) and other components (phenols, flavanoids), as well as antioxidant activity (quantified as quenching of DPPH) were measured using weighed 1 cm disksfrom the first true leaf. Disks were extracted for 24 h in the dark in 95% methanol or methanol-1% HCl (antothcyanin only). This was done in two full experiments of 3-4 reps each of all 11 seed treatments in both crops (lettuce and rocket). Results were calculated on a per mg fresh weight or per mm^2 area basis.

The results from the control plants of lettuce and of rocket, on a per mg fresh weight basis are presented in Table 2. Treatment results are not presented, since there were no significant treatment differences in any measured parameter, on a weight or area basis, in either species.

Table 2. Pigment, phenol, and flavonoid concentrations and anti-oxidant activity in extracts from control lettuce and tocket plants.

Anti-ox activity (ΔDPPH/mg fw)	**Flavonoids** (µg/mg fw)	**Phenols** (µg/mg fw)	**Anthocyanin** (ng/mg fw)	**Carotenoids** (µg/mg fw)	**Chlor B** (µg/mg fw)	**Chlor A** (µg/mg fw)	**Treatment**
8.0	7.7	5.1	0.12	191	156	405	**Lettuce**
5.3	4.2	3.9	0.15	205	201	475	**Rocket**

Volatile analyses

Utilizing the GCMS instrument and library in the Postharvest department at Volcani, we found that more than 90% of the isothiocyanates trapped in SPME from the headspace of rocket plants grown from seeds treated with SA or MJ were 4-Methylpentyl isothiocyanate.

Treatments with T and C in rocket and all lettuce samples were not analysed because of limited access to the GCMS. There was a great deal of variability in the results, and therefore there were no significant differences in the presence of either major or minor isothiocyanate compounds, regardless of seed treatment.

Table 3. Isothiocyanite concentrations in rocket leaves grown from seeds treated with water, salicylic acid (in mM), or methyl jasmonate (in µM). n=3.

MJ 100	**MJ 50**	**MJ 25**	**SA 4**	**SA 2**	**SA 1**	**Control**	**Treatment**	**(µl/100mg) Volatile**
0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01 **NS**	1-Isothiocyanato-3-Methyl-Butane	
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01 **NS**	n-Pentyl isothiocyanate	
0.80	0.78	1.92	1.78	0.71	1.49	1.12 **NS**	4-Methylpentyl isothiocyanate	
0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02 **NS**	1-Isothiocyanato-Hexane	
0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01 **NS**	3-Methylhexyl isothiocyanate	
0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02 **NS**	1-Isothiocyanato-3-(Methylthio)-Propane	
--------	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02 **NS**	Isothiocyanatomethyl-Benzene	
0.84	0.84	2.03	1.88	0.77	1.58	1.21 **NS**	Total isothiocyanates	

Expression of WAX2 gene in rocket

Although we ultimately did not find any effect of seed treatments on the thickness of epicuticular wax, there were preliminary indications that there was an enhancement. Based on those initial data, and since rocket is a relative of Arabidopsis, we used the extensive genetic information available on cruciferous plants to determine if seed treatment had an effect on expression of CER3-WAX2, which is one of the genes responsible for making wax. Using the primers *Wax2* F- 5‘- ACATTGTCGATGGAGAGATTCC -3’ and *Wax2* R- 5‘- CAAACCCTCCAGCATATGAA -3’ we extracted and sequenced the following: AGCTCCTGTTGAGTTTAGACTACCTTGTACAAGTGACCAATACAATGCTGCTCAAAA CTGCAAGGTATAGTGTAATGGGTTATACTGGTTTTCATTTGTTTTGTAAATGAAAAT GTAAATTTATTGAATTTGGAGTGTTTGAATTATGTATATGCATACTTGGATCGTTGGG AAATGGTTAACGCCAAGGGAGCAGAGCTGGGCTCCTAAAGGAACGCATTTTCACCA ATTTGTGGTGCCACCGATCCTCAACTTCCCGAGGAACTGCCCTTACGGAGATCTAGC TGCAATGAGACTCCCTGAAGATGTTCAAGGACTTGGAACCTGCGAGGTATGTTTGAA TAATAATATATTCTTGTTTGTCTCTTTAATACTTTGGTACACCTGACTAAAACTCTTC GTGTTGTGGCACTTCACGATGGACAGAGGGGTTGTGCATGCTTGCCATGCAGGAGG AGTGGTTCATATGCTGGAGGGTTGGTCTCTCCCCCTCCACTGTG’ , which corresponds 80% to the WAX2 gene for Arabidopsis.

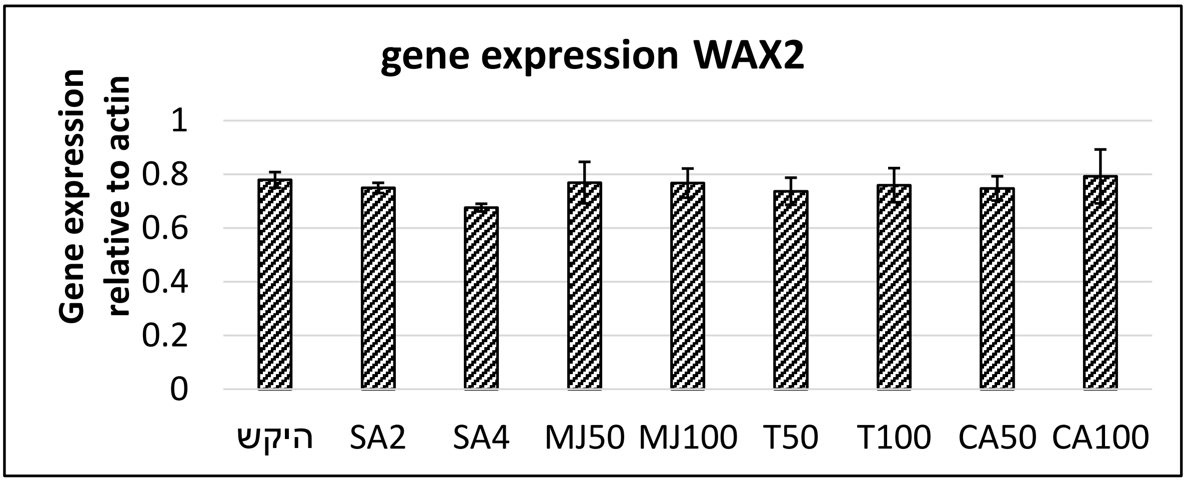
The following were used in Real-Time PCR to quantify gene expression:

Gene	**sequence**
WAX2 Forward	5’- CGCATTTCCATCAGTTTGTG -3’
WAX2 Reverse	5’- ACCTCATGATGCTTCCAACC -3’

ACTIN Forward	5'- GCCATCCAAGCTGTTCTCTC -3'
ACTIN Reverse	5'- CAGTAAGGTCAGGTCCAGCA -3'

There was no difference in gene expression, regardless of seed treatment. These results were surprising at first, but with further results from the microscope studies on leaf structure, it made sense. No difference in wax structure – no difference in wax gene expression.

Figure 1. Expression of WAX2 gene in leaves of rocket plants from treated seeds. (SA= salicylic acid mM; MJ = methyl jasmonateM; CA=carvacrol ppm; T=thymol ppm)



Organoleptic tests

It is not worth developing a method to prevent insects from eating plants if people will not eat them, either. In a series of taste tests totalling more than 30 people (balanced as to age and sex), we found that the treatments did not have any effect on perceived sweetness, bitterness, spiciness (measured only in rocket) or off-flavor in both rocket and lettuce leaves. On a scale of 1-4 bad-to-good, most tasters rated overall preferability at approximately 2.65.

Table 4. Effect of seed treatments (SA= salicylic acid; MJ = methyl jasmonate; CA=carvacrol; T=thymol) on consumer perception of lettuce and rocket leaf flavour. *= significant diffference (5% level) from control

preference	off-flavour	bitterness	sweetness	Lettuce
2.72 **NS**	1.64 **NS**	1.72 **NS**	2.06 **NS**	**Control**
2.92	1.46	1.50	2.22	**SA 2mM**
2.81	1.44	1.75	2.19	**MJ 50µM**
2.81 **NS**	1.53 **NS**	2.06 **NS**	2.11	**Control**
2.64	1.61	2.17	1.78	**T 100ppm**
2.39	1.57	2.32	1.50 *	**CA 100ppm**

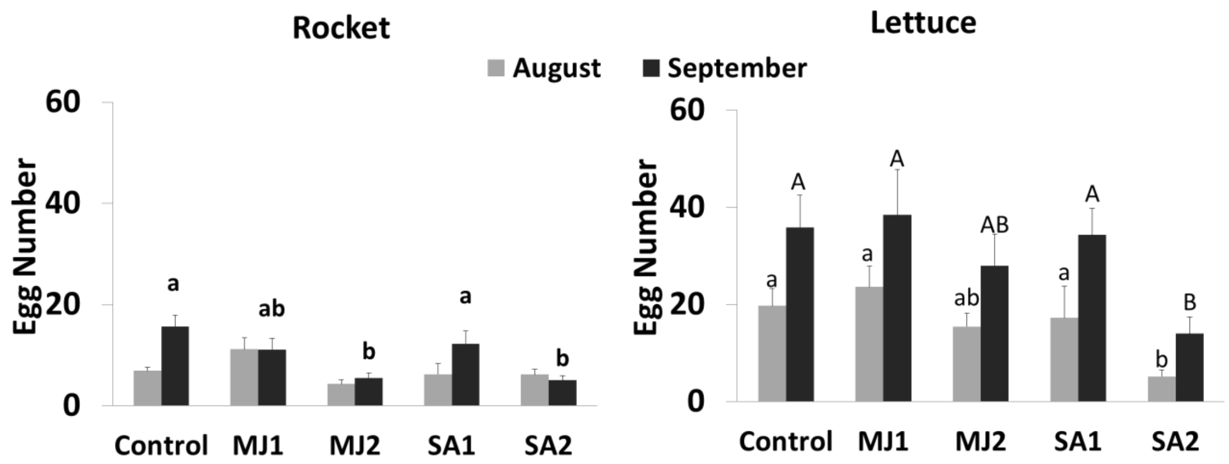
preference	spiciness	off-flavour	bitterness	sweetness	**Rocket**
2.77 **NS**	2.28 **NS**	1.67 **NS**	2.23 **NS**	1.79 **NS**	**Control**
2.59	2.35	1.85	2.18	1.69	**SA 2mM**
2.62	2.6	2.03	2.56	1.67	**MJ 50µM**
2.4 **NS**	1.92 **NS**	2.57 **NS**	2.28 **NS**	1.58 **NS**	**Control**
2.53	1.81	2.99	2.31	1.61	**T 100ppm**
2.76	1.78	2.78	2.25	1.69	**CA 100ppm**

Entomology

For field trials, treated (only methyl jasmonate and salicylic acid were used in these experiments) seeds were germinated in transplant trays with potting soil in the greenhouse, then transferred to pots until seedlings grew 2-4 true leaves. Plants (25 per treatment, including control) were moved to tunnels covered with 30% shade net for exposure to natural populations of insects. Pots of each treatment weres grouped together ca 10m from any other reatment. Insect populations increase over the summer, so plants were monitored daily. After ca 3 days in the field, one set of 10 plants was transferred to the laboratory and immediately evaluated for eggs, and the second set of plants was vacuumed to remove insects, returned to the greenhouse for 10 days, then all insects were counted. Two separate experiments were conducted during the summer of 2015 in Gilat Research Center. The lettuce experiment was conducted with both 'Super Jericho' and 'Dov' varieties. Results were similar, and only data from 'Dov' are presented.

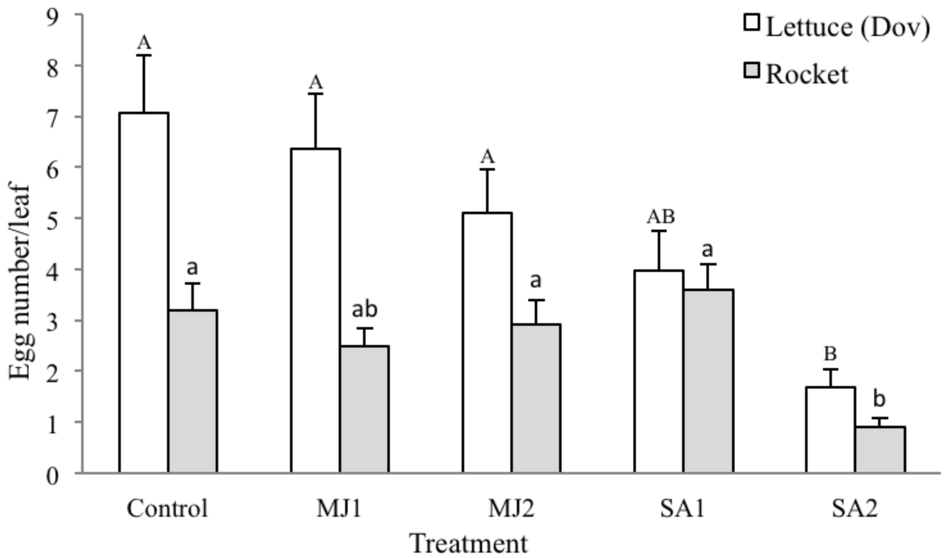
For the duration of both trials, the whitefly *Bemisia tabaci* was by far the predominant insect found. Populations were larger in September and there was a clear preference for laying eggs on lettuce (eggs/3 leaves) in which treatment with SA2 resulted in fewer eggs laid in both crops, while MJ2 was effective in rocket (Fig. 2).

Figure 2. Number of eggs/3 leaves on rocket and lettuce plants grown from treated (SA= salicylic acid mM; MJ = methyl jasmonate µM) seeds in 2015. Separation within month and crop by Tukey's test $p \leq 0.05$.



In 2016, only SA2 treatments resulted in a reduction in egg numbers (Fig.3).

Figure 3. Number of eggs/leaf on rocket and lettuce plants grown from treated ((SA= salicylic acid mM; MJ = methyl jasmonate µM) seeds in 2016. Separation by Tukey's test $p \leq 0.05$



Although the SA2 seed treatment lead to a decrease in egg number in all three lettuce experiments and in two out of three rocket experiments (Figs 2 and 3), there was not a parallel reduction or delay in nymphal instar development, compared to controls (Table 5).

(Table 5). Nymphal stage of whiteflies collected in September 2015 and 2016 from lettuce and rocket leaves grown from treated (SA= salicylic acid mM; MJ = methyl jasmonate µM) seeds.

Species	Treatments	Nymphal stages		
		1st instar	2nd & 3rd instar	4th instar
Lettuce	Control	13.5% ± 2.5%	74.3% ± 3.7%	12.0% ± 2.8%
	MJ1	9.70% ± 1.7%	74.5% ± 3.5%	15.8% ± 3.4%
	MJ2	13.9% ± 2.7%	75.0% ± 3.4%	11.1% ± 2.3%
	SA1	13.6% ± 2.2%	72.3% ± 3.0%	13.6% ± 3.1%
	SA2	14.3% ± 2.6%	74.3% ± 3.1%	11.4% ± 2.4%

Rocket	Control	8.30% ± 2.1%	84.4% ± 2.5%	7.40% ± 1.9%
	MJ1	12.2% ± 2.3%	76.5% ± 3.1%	11.3% ± 2.5%
	MJ2	13.7% ± 2.5%	80.7% ± 2.8%	5.60% ± 1.5%
	SA1	11.8% ± 2.3%	79.6% ± 2.7%	8.60% ± 2.1%
	SA2	11.4% ± 2.7%	84.4% ± 2.8%	4.20% ± 1.3%

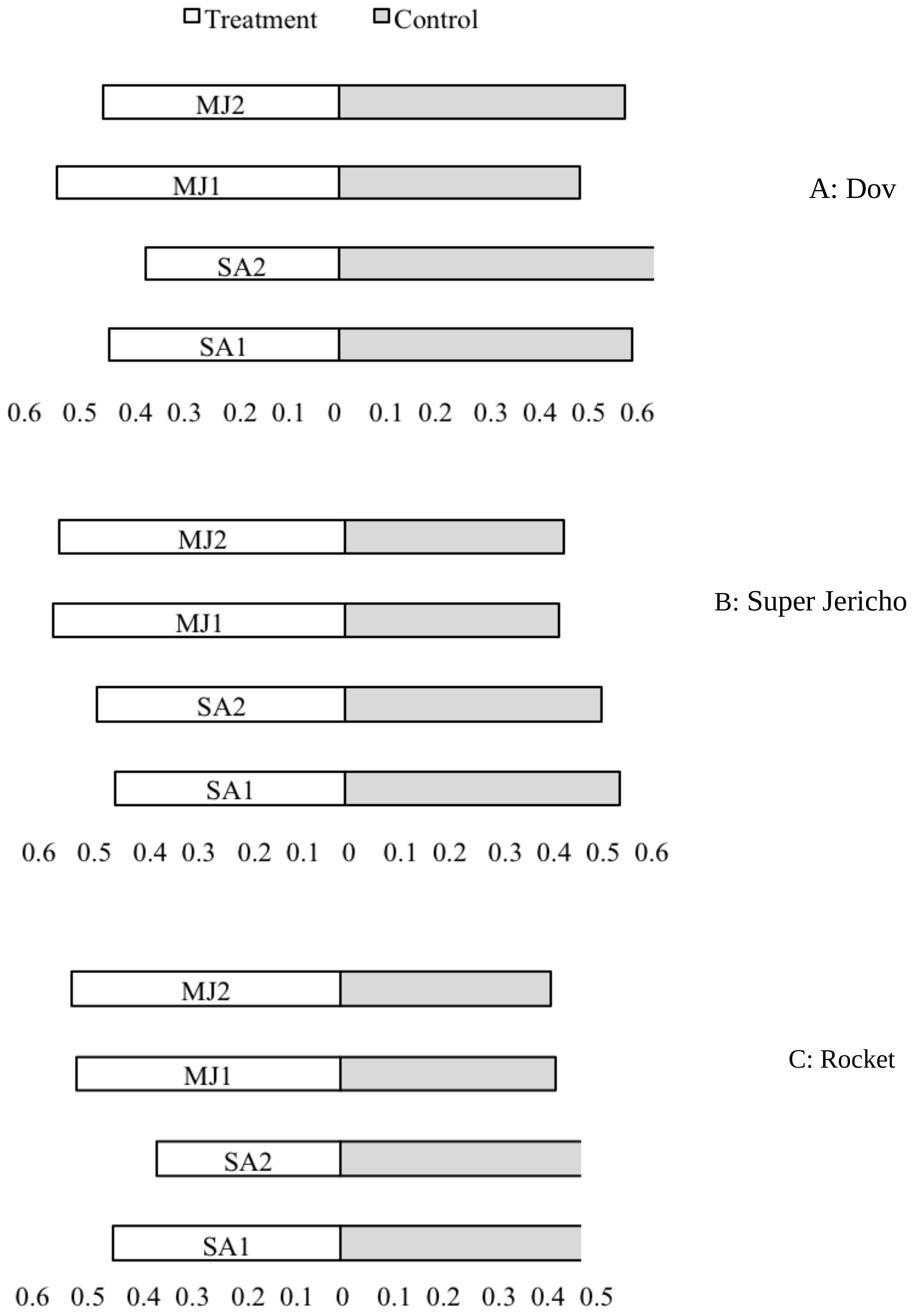
Whitefly preference for treated seedlings or non-treated seedlings (control), was examined by choice tests in field cages. One control and one treated seedling were put in cages 120×80×80 cm covered with 50 mesh screening. Cages were placed in two groups in the shade net covered tunnels in the field so that they were out of direct sunlight. Each test was run 10 times for each treatment. In order to eliminate the influence of position and direction, half the time control would be on the left, half the time it would be on the right. Two hundred colony-raised whiteflies were released into the cage to test their choice of treated or control plants during an exposure of three hours. The individual plants were covered, returned to the laboratory and placed in a refrigerator for at least 1 hour to immobilize the whiteflies. Whitefly numbers on the each seedling were counted using an illuminated 12cm diameter, 10 x magnifying glass.

The results of nearly 100 tests are shown in Figure 4, including results from Super Jericho lettuce, which was used in Gilat for entomology tests, but not in Bet Dagan for physiological studies. Although Dov lettuce and rocket plants from SA treatments, especially SA2, seemed to attract fewer flies, this was not borne out as statistically significant by t-tests at the 5% level .

Conclusions

Preliminary results had indicated that lettuce and rocket seed treatments with salicylic acid, methyl jasmonate, thymol and carvacrol would have physiological effects on the resulting seedlings that would include mechanisms that could reduce insect attack. Extensive experiments with plants grown from treated seeds on both the physiology of the plants and on the development and behavior of insects on and around treated plants led to the conclusion that our small-scale results could not be replicated on a larger scale. The seed treatments that we used did not consistently affect germination, growth, leaf structure, leaf pigments and other compounds or consumer preference. Nor did the treatments consistently affect whitefly egg deposition, instar development, or insect preference for plants from treated seeds.

<u>Figure 4.</u> Relative preferences of whiteflies for lettuce (A and B) or rocket (C) seedling grown from treated (SA= salicylic acid mM; MJ = methyl jasmonate μM) or untreated (control) seed.



<u>סיכום עם שאלות מנחות</u>

אנא פרט מהם הניסויים שבוצעו על-פי תוכנית העבודה תוך התאמה למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה

טיפלנו בזרעי חסה ורוקט, בתמציות צמחים המכילות תימול או קרבקרול, או בג'זמונאט וחומצה סליסילית. הבדיקות כללו השפעות מורפולוגיות, פסיולוגיות וגנטיות של הטיפולי הזרעים על הצמחים שגדלו מהם, כולל בדיקות טעם. גם גידלנו בבית רשת צמחים מזרעים שטופלו בג'סמונאט או חומצה סליסילית. בדקנו השפעת הטיפולים על הימשכות של עש הטבק לצמחים, קצב ההתפתחות של העש, ועמידות כללית להתקפות מחרקים.

מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?

דקנו שיעור וטיב נביטה,מבנה עלה, תחולת פגמנטים וכח נוגד חימצון, תחולת וסוג של נדיפים מעלי רוקט, טעם העלים, ביטוי גן לשעווה בעלי רוקט, ומשיכות של עש הטבק לצמחי חסה וטבק, הכל בצמחים שנבטו מזרעים מטופלים בתמציות צמחים המכילות תימול או קרבקרול, או בג'זמונאט וחומצה סליסילית.

לא הייתה השפעה מובהקת עקבית באי-אלו מהטיפולים על אי-אלו מהצמחים בכל הניסויים שערכנו.

אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן

שני מסטרנטים עבדו על נושאי התכנית. אמיתי לביא עבד על הצד הצמחי בהנחיית יהושע קליין ובדק השפעות הטיפוליםבזרעים על מבנה ותכונות הצמח (שיטות ספקטרופוטומטריות ומולקולריות, לרוב), כאשר מנג'י ז'אנג עבד על הצד האנטומולוגי בהנחיית פיליס ווינטראוב.

בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות (סעיפים IV-VI).

כמעט כל אבני הדרך בתכנית בוצעו. דברים שלא הספקנו כללו בדיקת נדיפים מעלי חסה (לא הייתה ספריית נדיפים מתאימה) ובדיקת נדיפים מצמחי רוקט שגדלו מזרעים שטופלו בתימול וקרבקרול (הGCMS לא היה פנוי לתקופות ארוכות). גם לא יכולנו לבדוק השפעת טיפולים בתימול וקרבקרול על משיכות עש הטבק לצמחי חסה ורוקט מפאת עומס הבדיקות הנחוצות.

מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו?

הטיפולים לא השפיעו כפי שציפינו; דהיינו לא השפיעו בכלל בצורה עקבית ומובהקת. אי לכך לא מומלץ יישום או המשך המחקר בחומרים ושיטות שהשתמשנו בהם.

מהן הבעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות ההתייחסות בהמשך?

אם יימצאו חומרים אחרים (אולי סינטתיים) הראויים לטיפולי זרעים, יהיה שווה לבודקם, הן לבד והן בשילוב עם שיטות אחרות שמשפיעות על גידול ותחולה כימית של צמחי עלים (לדוגמא, עוצמה וארך גל של תאורה).

הפצת הידע בכנסים

1.הצגת פוסטר והרצאה קצרקצרה "מדדים פיזיולוגיים בחסה ורוקט כתוצאה מטיפולי זרעים בחומצות ג'אסמונית וסליצילית" על ידי אמיתי לביא בכנס אגודת גד"ש 2015.

2.הצגת פוסטר " The effect of plant hormone treatment of seeds on whole-plant tolerance to insects" על ידי מנג'י ז'אנג בכנס Entomological Society of America 2015

סיווג פירסום

ללא הגבלה