

417-0299-98

קוד מחקר:

נושא: בדיקת יעילותם של חומרי איוד המופקים מצמחי תבלין ורפואה להדברת חרקים מזיקי מחסן

מוסד: מינהל המחקר החקלאי

פרופ' אליהו שעה

חוקר ראשי:

2

חוקרים שותפים:

1998-1998

תקופת מחקר:

מאמרים:

תקציר

מטרת המחקר: היתה פיתוח חלופות לחומרי האיוד הטוקסיים כולל מתיל ברומיד להדברת חרקים המתקיימים תבואות ומזון יבש. שבעה סוגי חרקים מזיקי מחסן שמשו למחקר זה. הנדיפים שנבדקו בודדו מצמחי תבלין ומרפא הגדלים בנוה-יער. פעילות החומרים נבדקה בניסויי חלל ובקולונות שמולאו ב- 70% גרעיני חיטה. כתוצאה ממחקר זה בודדו שני שמנים אתריים ZP-51 ו- SEM76 שנמצאו פעילים על דרגות שונות של מזיקי מחסן. בניסויי חלל, הראשון הראה פעילות גבוהה יותר מהשני ורכוז של 1 מיקרוליטר/ליטר אויר קטל את כל הבוגרים של חרקי הניסוי. בניסויי סימולציה בקולונות עם חיטה, ZP-51 נמצא פעיל יותר מ- SEM-76. כמות של 50 מיקרוליטר/ליטר אויר ($= 50 \text{ גרם/מ}^3$) וזמן חשיפה של 7 ימים קטל את כל חרקי הניסוי הבוגרים. הסיבה של שינוי זה בפעילות כנראה נעוצה בלחץ האדים הגבוה של המרכיב הפעיל של השמן ZP-51 בהשוואה לשמן SEM-76. היום מומלץ לאייד גרעינים במתיל ברומיד ברכוז של 30-5 גרם ל- מ^3 . תוספת של CO_2 הגדילה משמעותית את פעילות החומרים. נמצא ששמנים אלה חודרים רק שכבה קטנה בתוך הגרעינים בכוח הגרביטציה, אבל ניתן להחדיר אותם ע"י סחרור או תוספת CO_2 , מצב הדומה להחדרת מתיל ברומיד או פוספין. שמנים אלה ברכוזים נמוכים משפיעים שלילית על התפתחות הזחלים, פוריות הנקבות והופעת דור חדש. בודדו מספר שמנים אתריים שפעילותם גבוהה יותר משני השמנים הנ"ל על קטילת ביצי חרקים שונים. השמן הנספג בגרגרים לאחר האיוד משתחרר ברובו מהגרעינים לאחר תקופת אחסון יחסית קצרה. מהתוצאות שנתקבלו, ניתן לראות שמדובר בחומרים פוטנציאליים היכולים לשמש כחלופה לחומרי האיוד הקיימים כולל מתיל ברומיד להדברת מזיקי מחסן. המשך המחקר יתמקד בהכנת תכשירים מסחריים, בדיקת יעילותם במעבדה ובשדה ופיתוח שיטות אפליקציה.

ד"ר ח סופי לשנת 1998

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות

תוכנית מחקר מס' 417-0299-98

בדיקת יעילותם של חומרי איוד המופקים מצמחי תבלין ומרפא להדברת חרקי מחסן

על-ידי

אלי שעייה, משה קוסטייובסקי ועוזי רביד

המחלקה לאיסוס, מרכז וולקני

Final Report for the Year 1998

The Potential Use of Extracts from Plants As Fumigants for The Control of Stored
Product Insects

Eli Shaaya, Moshe Kostyukovsky and Uzi Ravid

Dept. of Stored Products, The Volcani Center

Bet Dagan, Israel

e-mail: vtshaaya@volcani.agri.gov.il

I. מבוא

חומרי איוד כימיים משמשים כיום כאמצעי כמעט יחיד להדברת חרקים מזיקי מחסן ובטיפול לאחר הקטיף בתוצרת חקלאית. שיטת האיוד פותחה במשך השנים ונחשבת יעילה וחסכונית ביותר להדברת מזיקים המתקיימים מזון מאוחסן. כיום נמצאים בשימוש נרחב ביותר רק שני חומרי איוד - מתיל ברומיד ופוסטוקסין, כאשר לשני חומרים אלה יש חסרונות בולטים. במקרה של פוסטוקסין נחוצים 28-7 ימים כדי שהחומר יהיה אפקטיבי. חומר זה גם גורם לקורוזיה של מתכות, ובזמן האחרון נמצא שמספר חרקי מחסן פיתחו עמידות נגדו. שאריות הרעל של מתיל ברומיד עלולות להיות מזיקות. כמו כן הוא פוגע בשכבת האוזון. בגלל חסרונות אלה, הוחלט ע"י שלטונות הבריאות והסביבה של ארצות הברית לפסול את השימוש בחומר זה בעתיד הקרוב. בנוסף, המגמות העכשוויות של התחיקה הבינלאומית למזון כוללות הגבלות הולכות וגוברות של השימוש בכימיקלים רעילים להדברת מזיקים. לכן אחד היעדים היום בישראל ובעולם, הוא מציאת תחליפים לרעלים המשמשים להדברת חרקים מזיקים במזון.

במהלך חיפושיו אחר חומרים טבעיים, נדיפים, בלתי רעילים ליונקים, הפועלים נגד חרקים מזיקים, התרכזנו בשנים קודמות בבידוד מספר רב של שמנים אתרים שהופקו מצמחי רפואה ותבלין הגדלים בנוה-יער, ונבדקה פעילות שמנים אלה על חרקי מחסן. בהמשך המחקר הצלחנו לבודד שני שמנים אתרים בעלי פעילות גבוהה, תחת שם קוד ZP-51 ו- SEM-76. מטרת המחקר היתה לבדוק את התכונות והפעילות של שני החומרים הנ"ל כדי לעמוד על פוטנציאל שלהם לשמש חלופה לחומרי האיוד הנמצאים בשימוש כיום.

II. תוכנית המחקר

א. חרקים ושיטות

שבעה חרקים מזיקי מחסן עיקריים שימשו בניסויים אלה: חפושית הקמח (*Tribolium castaneum*), חדקונית האורז (*Sitophilus oryzae*), נובר התבואה (*Rhizopertha dominica*), אורזית משוננת החזה (*Oryzaephilus surinamensis*), עורית הגרגרים (*Trogoderma granarium*), עש הקמח ההודי (*Plodia interpunctella*), עש הדבלים (*Ephestia cautella*) וזרעית מכותמת (*Callosobruchus maculatus*).

השמנים הופקו מעלי הצמחים, במערכת מטיפוס Clevenger או חצי מסחרית על-ידי קיטור בלבד.

בדיקת פעילות החומרים נעשתה ע"י: 1. איוד בחלל; 2. בניסויי סימולציה בקולונות (ראה איור 1).

ב. המחקר התמקד

1. בביצוע ניסויי חלל וסימולציה בקולונות שמולאו ב- 70% גרעיני חיטה לבדיקת הפוטנציאל של השמנים האתרים ZP-51 ו- SEM-76 שנמצאו פעילים ביותר מכל השמנים שנבדקו. הניסויים בוצעו בחומר נקי וגם בתוספת CO₂ לחדירת החומרים.

2. ניסויים לבדיקת השפעת שמנים אלה על זחלים מטופלים שסרדו לאחר הטיפול, פוריות הנקבות והופעת דור חדש.

3. בידוד מספר שמנים בעלי פעילות גבוהה לקטילת ביצים. נבדקו ביצים של ארבעה חרקים עיקריים.

4. בדיקת מידת ספיגת ZP-51 ע"י גרגרי חיטה ושאריות החומר בגרגרים לאחר תקופות שונות של אחסון.

III. תוצאות

1. ניסויי חלל וסימולציה בקולונות שמולאו ב- 70% גרעיני חיטה לבדיקת הפוטנציאל של השמנים הפעילים ZP-51 ו- SEM-76.

א. ניסוי חלל

בדיקת הפעילות האינסקטיצידיית בחלל של החומרים בוצעה בתאי זכוכית מיוחדים שפותחו למטרה זו. תאים אלה, שנפח כל אחד 3.5 ליטר, נסגרים באופן הרמטי, אך יש אפשרות לקחת מהם דגימות-אוויר. החרקים הוכנסו לכלובים מיוחדים בחלל התא באמצעות וו-תלייה שהוצמד למכסה התא. החומר הנבדק הוספג בצורתו הנקיה, במינון הרצוי, בנייר סינון שנתלה במרחק קבוע מתחת לכלוב שבו נמצאו חרקי הניסוי. בתחתית כל תא הונח מערבל מגנטי המופעל ע"י סטירור ועליו הונח התא. שיטה זו מאפשרת פיזור אחיד של חומר האידוי בתא במשך כל תקופת הניסוי. משך החשיפה לחומר - 24 שעות. הניסויים נערכו בטמפרטורה קבועה של 26 ± 0.5 מ"צ (איור מס' 1). פעילות השמנים נבדקה על בוגרים, גלמים וזחלים של שבעה מזיקי מחסן עקריים: חפושית הקמת, חדקונית האורז, נובר התבואה, אורזית משוננת החזה, עורית הגרגרים ועש הקמח ההודי. תוצאות הבדיקות מראות שחיפושית הקמח מן העמידות ביותר מבין חרקי המחסן שנבדקו לשני השמנים ZP-51

ו- SEM-76.

SEM-76 בחלל נמצא יותר פעיל מ- ZP-51. רכוז של 1.0 מיקרוליטר/ליטר לאחר 24 שעות חשיפה גרם לתמותה של 100% של חרקי הנסיון חוץ מחפושית הקמח 87%. תוספת 15% CO₂ השפיעה חיובית על קטילת החרקים (טבלה 2 ו- 4).

ב. ניסויי סימולציה בקולונות זכוכית (גובה 1.2 מ' קוטר 10 ס"מ).

קולונות אלה ניתנות לסגירה הרמטית, ללקיחת דגימות אויר וגם להחדרת החומר הנבדק ע"י סחרור (recirculation) בעזרת משאבת אויר. כל הניסויים נעשו בחיטה מלוי 70% בתנאי טמפרטורה של 26 ± 0.5 מ"צ ולחות גרגרים של 11.5%. החיטה בתוך הקולונות עורבבה ידנית פעמיים ביום במשך הנסיון (איור מס' 1).

בניסויים אלה עם חיטה, ZP-51 נמצא יותר פעיל מהשמן SEM-76. ברכוז של 70 מיקרוליטר/ליטר וזמן חשיפה של 5 ימים נתקבלה קטילה מלאה של חרקי הניסוי. לעומת זאת SEM-76 הראה פעילות יותר נמוכה. תוספת CO₂ ברכוז של 15% הגדילה את הפעילות וניתן להשתמש ברכוזים יותר נמוכים וזמן חשיפה קצר יותר. זה נכון בדרגת בוגר, גולם וזחל (ראה עקומות 3,5).

בבדיקות שנעשו לאמוד מידת חדירות החומר בגרגרי חיטה בכוח הגרביטציה, נמצא שלאחר מספר ימים החומר חדר רק ב- 40 ס"מ ברכוז שמאפשר קטילת חרקי הנסיון. יש לציין, כי בנסיגות סחרור אפשר היה להחדיר את החומר בצורה הומוגנית לכל אורך הקולונה לאחר זמן קצר של סחרור. מספיק פעמיים, כל פעם 20 דקות לאחר שעה ושעתיים מתחילת האידוי. כמו כן ניתן להחדיר את השמנים האלה גם ע"י תוספת CO_2 , שיטה שאנו משתמשים בה להחדרת מתיל ברומיד ופוספין בתאי אידוי.

2. ניסויים לבדיקת השפעת שמנים אלה על זחלים מטופלים שסרדו לאחר הטיפול, פוריות הנקבות והופעת דור חדש.

זחלי עש הדבלים טופלו ב- ZP-51 ברכוזים שונים וזמן חשיפה של 24 שעות. לאחר גמר הטיפול נבדקה תמותת הזחלים, הופעת דור חדש (F0), פוריות הנקבות והביצים והופעת דור (F1) בהשוואה לבקורת. לפי התוצאות המסוכמות בטבלה 6 ניתן לראות ברכוז נמוך של 2 מיקרוליטר/ליטר אויר שרק 10% מהזחלים המטופלים נקטלו כבר ניתן לראות עליה באחוז הנקבות העקרות. ברכוז הגבוה ביותר שנבדק, 6 מיקרוליטר/ליטר שגרם לקטילה של 65% של הזחלים, רק 30% מיתרת הזחלים הצליחו להגיע לדרגת הבוגר. אבל בוגרים אלה לא הצליחו להקים דור חדש (טבלה מס' 6).

3. בידוד מספר שמנים אתרים בעלי פעילות גבוהה לקטילת ביצים

במפוי מספר רב של שמנים אתרים ומרכיביהם הצלחנו לבודד מספר שמנים הפעילים ברכוזים נמוכים נגד ביצי חפושית הקמח, עש הדבלים, עש הקמח ההודי והזרעית המכותמת. החומר הפעיל ביותר נמצא C-40 שקטל את הביצים ברכוז של 2 מיקרוליטר/ליטר אויר בהשוואה ל- ZP-51 שדרוש רכוז הרבה יותר גבוה להשגת 100% קטילה (טבלה מס' 7).

4. בדיקת מידת ספיגת ZP-51 ע"י גרעיני חיטה ושאריות החומר בגרגרים לאחר תקופות שונות של אחסון

בניסויים אלה נבדקה כמות שאריות השמן בחיטה לאחר אידוי בשמן ZP-51 בשני ריכוזים של 30 ו- 60 מ"ג/ק"ג חיטה, זמן חשיפה לחומר שבעה ימים. הניסויים בוצעו במיכלים של 5 ליטר ומילוי של 70% חיטה. נמצא שלאחר פתיחת המיכלים כמות החומר שנמצאה בחיטה ירד בהתמדה, במקרה של אידוי של 60 מ"ג/ק"ג הכמות ירדה מ- 0.04 מ"ג/ק"ג בימים הראשונים עד ל- 0.007 מ"ג/ק"ג לאחר 20 שבועות. ברכוז של 30 מ"ג/ק"ג נמצאה אחר 20 שבועות כמות של פחות מ- 0.005 מ"ג/ק"ג (= 5 ppb) (ראה איור 8).

מסקנות

1. בודדו שני שמנים אתרים ZP-51 ו- SEM-76 שנמצאו פעילים על דרגות שונות של מזיקי מחסן. בניסויי חלל, הראשון הראה פעילות גבוהה יותר מהשני ורכוז של 1 מיקרוליטר/ליטר אויר קטל את כל הבוגרים של חרקי הניסוי. בניסויי סימולציה בקולונות עם חיטה, ZP-51 נמצא יותר פעיל מ- SEM-76. כמות של 50 מיקרוליטר/ליטר אויר (= 50 גרם/מ³) וזמן חשיפה של 7 ימים קטל את כל חרקי הניסוי הבוגרים. הסיבה של שינוי זה בפעילות כנראה נעוצה בלחץ האדים הגבוה של המרכיב הפעיל של השמן ZP-51 בהשוואה לשמן SEM-76. היום מומלץ לאייד גרעינים במתיל ברומיד ברכוז של 30-50 גרם ל- מ³. תוספת של CO₂ הגדילה משמעותית את פעילות החומרים.
2. נמצא ששמנים אלה תודרים רק שכבה קטנה בתוך הגרעינים בכוח הגרביטציה, אבל ניתן להחדיר אותם ע"י סחרור או תוספת CO₂, מצב הדומה להחדרת מתיל ברומיד או פוספין.
3. שמנים אלה ברכוזים נמוכים משפיעים שלילית על התפתחות הזחלים. פוריות הנקבות והופעת דור חדש.
4. בודדו מספר שמנים אתרים שפעילותם גבוהה יותר משני השמנים הנ"ל על קטילת בצי חרקים שונים.
5. כמות השמן הנספג בגרגרים לאחר האיוד משתחרר ברובו מהגרעינים לאחר תקופת אחסון יחסית קצרה.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מטרת המחקר לבדוק את הפעילות של שני שמנים אתרים ZP-51 ו-SEM76 כדי לעמוד על הפוטנציאל שלהם לשמש חלופה לחומרי האידוי הנמצאים היום בשימוש.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
בניסויי החלל חומרים אלה הראו פעילות גבוהה, רכוז של 1 גרם/מ3 קטל את חרקי הניסוי.
בניסויים בקולונות עם גרעינים רכוז של 50 גרם/מ3 גרם לקטילת החרקים אחר 7 ימי חשיפה.
חומרים אלה ברכוזים נמוכים משפיעים שלילית על התפתחות הזחל, פוריות הנקבות והופעת דור חדש. כמות השמן הנספג ע"י הגרעינים משתחרר לאחר תקופת אחסון קצרה.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.
מהתוצאות שנתקבלו מהנסויים עד עתה, ניתן לראות שמדובר בחומרים פוטנציאליים היכולים לשמש כחלופה לחומרי האידוי הרעילים הקיימים, כולל מתיל ברומיד, להדברת מזיקי מחסן.
4. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
הכנת תכשירים מסחריים - בדיקת יעילותם במעבדה ובשדה ופתוח שיטות אפליקציה.
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.
יש חסיון על המחקר הזה, לכן לא ניתן להפיץ את הידע בצורות המקובלים.

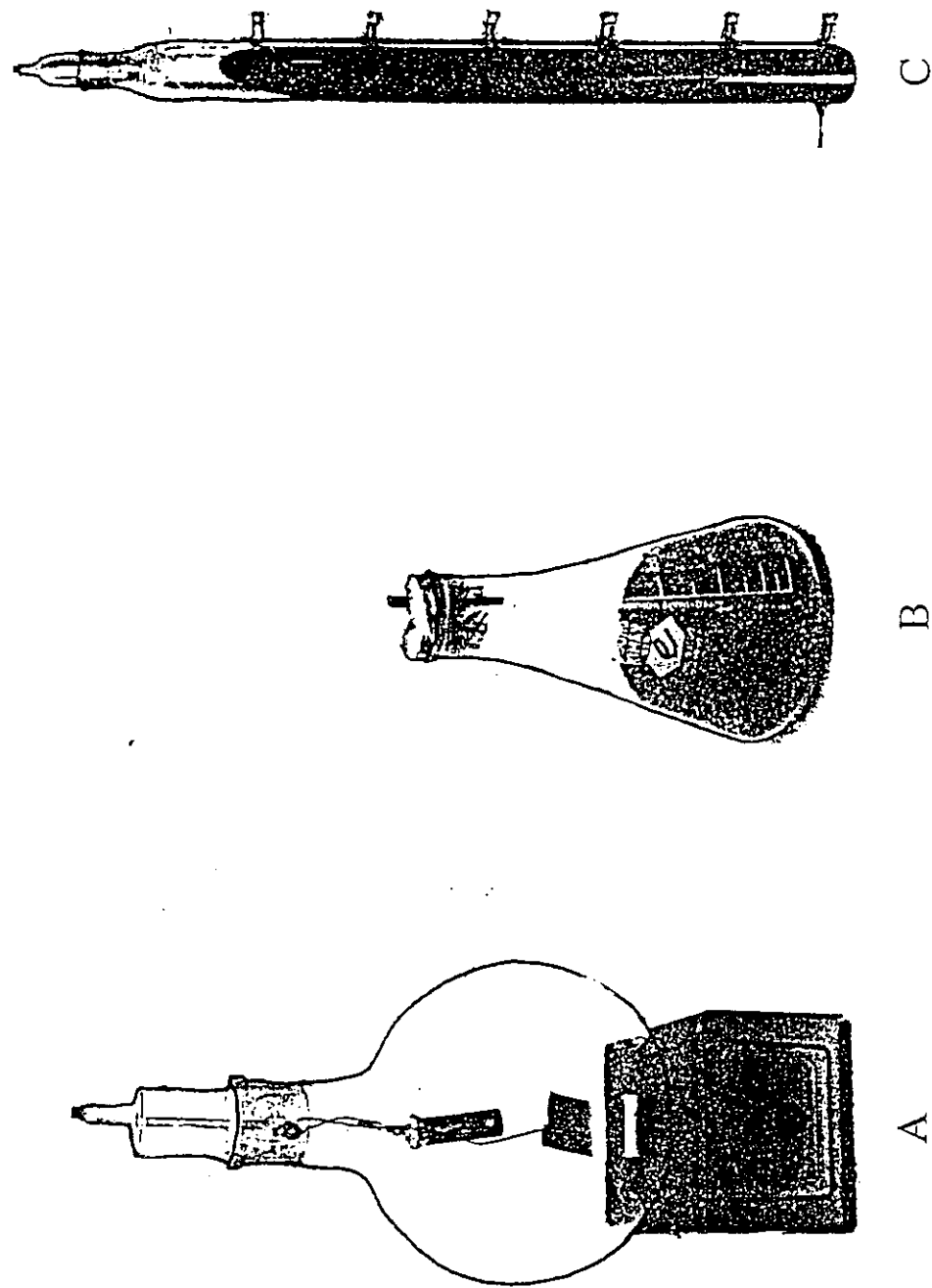


Figure 1. Chambers and columns for toxicity tests: A. space fumigation chamber; B. glass chambers filled with wheat; C. columns 10-30 cm in diameter \times 120 cm in height.

Table 2. Space fumigation with SEM 76 against different stages of various stored product insects

Stage	Concentration (µl/l)	Insect mortality (%)					
		<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>	<i>Plodia interpunctella</i>	<i>Trogoderma granarium</i>
Adults	0.5	100	87	100	100	-	-
	1	100	100	100	100	-	-
Larvae	2	-	60	-	-	90	55
	4	-	96	-	-	100	100

Exposure time 1 day

Table 3. Fumigant activity of SEM76, with and without CO₂, against five stored product insects on winter wheat, in columns 70% filling

Stage	Concentration (µl/l)	Insect mortality (%)			
		<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Rhizopertha dominica</i> <i>Plodia interpunctella</i>
Adults	70	100	66	100	70
	50+15%CO ₂	100	96	100	100
	70+15%CO ₂	100	100	100	100
Larvae	70	-	60	-	-
	70+15%CO ₂	-	80	-	-
Pupae	70+15%CO ₂	-	75	-	-
Exposure time 7 days					
					87
					100
					100

Table 4. Space fumigation with ZP51 with and without CO₂ against different stages of various stored product insects

Stage	Concentration (µl/l)	Insect mortality (%)				
		<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>	<i>Plodia interpunctella</i>
Adults	1	100	68	89	100	-
	15%CO ₂	5	0	26	18	-
	30%CO ₂	72	0	26	55	-
	1+15%CO ₂	100	100	100	100	-
Larvae	1+30%CO ₂	-	0	-	-	0
	2	-	58	-	63	-
	2+30%CO ₂	-	100	-	-	96
Exposure time 1 day						

Table 5. Fumigant activity of ZP51, with and without CO₂, against five stored product insects on winter wheat, in columns 70% filling

Stage	Concentration (µl/l)	Insect mortality (%)				
		<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>	<i>Plodia interpunctella</i>
Adults	70	100	94	80	81	-
	70 (5 days)	100	100	100	100	-
	50	95	87	70	69	-
	50 (7 days)	100	100	100	100	-
	30	76	18	50	43	-
	15%CO ₂	0	5	27	12	-
	30+15%CO ₂	100	83	85	93	-
Larvae	30	-	27	-	-	80
	15%CO ₂	-	0	-	-	67
	30+15%CO ₂	-	34	-	-	90
Pupae	30	-	20	-	-	78
	15%CO ₂	-	0	-	-	67
	30+15%CO ₂	-	13	-	-	100

Exposure time 3 days.

Table 6. The effect of fumigation of larvae of *Ephestia cautella* with ZP51 on progeny F₀ and F₁

Conc. μl/l	Larvae		F ₀ Adult		Sterile		No of eggs		Eggs		F ₁ Adult	
	Mortality		Emergence		Adults		laid per		Hatched		Emergence	
	%		%		%		1female		%		%	
2	10		80		30		100		75		75	
3	20		55		40		88		75		57	
4	40		40		20		70		80		40	
5	45		25		30		70		70		53	
6	65		30		70		50		20		0	

Exposure time 24 h.

The data is % from control

Table 7. Most active essential oils against eggs of four stored product insects, in space fumigation

COMPOUND	CONC. μl/l	EGGS MORTALITY %			
		<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Plodia interpunctella</i>	<i>Ephestia cautella</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>
O 5	1	4	46	66	
	2	64	65	98	100
	3	80	90	100	
	4	100	100		
C 40	1	90	96	97	-
	2	100	-	100	100
	4		100		
	5				
C 44	1	0	-	73	-
	2		98	98	100
	4	100	100	100	
	5				
C 72	1	0	10	85	
	2	22			
	4	45		100	
C 73	2	76			
	3		98	93	
	4	86	100	98	
C 77	2	13	100		100
	3				
	4	48		98	
C ZP51	4	0		18	
	5	10		54	45
	8	52		70	
	10	92	100	96	

Exposure time 1 day

Figure 8 The Concentration of ZP51 Measured in Treated Wheat at 70% Filling Ratio at Various Storage Periods

