

Die Wirkung von *cis*- Jasmon und Methyljasmonat auf Larven und  
adulte Weibchen von *Thrips tabaci* Lindeman

Diplomarbeit

eingereicht von Anna Riegler

betreut von Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Elisabeth Helene Koschier

Abteilung Pflanzenschutz  
Universität für Bodenkultur

Wien, im April 2018

# Danksagung

Ganz herzlich möchte ich mich bei Frau Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Elisabeth Helene Koschier für die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit bedanken.

Außerdem möchte ich Frau Mag. Karina Kwapil für die Hilfe im Labor Dank aussprechen.

Ohne meine Eltern, Franz und Rosina, sowie meiner Großmutter Rosina wäre es für mich nicht möglich gewesen, dieses Studium zu absolvieren. Sie standen mir stets mit Rat und Tat zur Seite. Dafür möchte ich mich bei ihnen herzlichst bedanken.

Meinen Geschwistern, Michael und Elisabeth, möchte ich dafür danken, dass sie immer Verständnis hatten, wenn ich einmal nicht so viel Zeit für sie hatte.

Mein Freund Paul hat mich in der Zeit, in der ich diese Arbeit geschrieben habe, ebenfalls sehr unterstützt und mich immer wieder motiviert weiter zu machen. Er war immer für mich da. Ich möchte mich auch bei ihm herzlichst dafür bedanken.

Vielen Dank!

## Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert und mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

# Zusammenfassung

*Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) ist ein weit verbreiteter Schädling an Gemüse- und Zierpflanzen. Nicht nur adulte Tiere, auch Larven verursachen einen erheblichen Schaden an Pflanzen. In dieser Arbeit wurden die sekundären Pflanzenstoffe *cis*- Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 0,1% und 1% auf eine kontakttoxische Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen getestet. Eine solche konnte nicht festgestellt werden. Anschließend wurden das 2. Larvenstadium und adulte Weibchen von *T. tabaci* auf gustatorische und olfaktorische Reaktionen auf die Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat untersucht. *Cis*- Jasmon erwies sich in 0,1%- und 1%iger Konzentration bei Wahlversuchen auf Gurkenblattscheibchen ebenso wie in Olfaktometer- Versuchen in 1%- und 10%iger Konzentration als Kairomon, d.h. sowohl geschmacklich als auch geruchlich anregend, bzw. anlockend für die Larven. Methyljasmonat dagegen hatte in 1%iger Konzentration eine repellente Wirkung im Olfaktometer. Im Gegensatz zu den Larven hatte *cis*- Jasmon in Wahlversuchen auf Gurkenblattscheibchen keine anlockende Wirkung auf adulte Weibchen, es war weder fraß- noch zur Oviposition anregend. Methyljasmonat in 1%iger Konzentration wirkte sowohl bei der Saugaktivität als auch bei der Eiablage abweisend auf adulte Weibchen. Es gibt also Unterschiede in den Reaktionen dieser beiden Entwicklungsstadien, welche in weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden sollten.

Stichworte: *Thrips tabaci*, 2. Larvenstadium, *cis*- Jasmon, Methyljasmonat, sekundäre Pflanzenstoffe

# Abstract

*Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) is a widespread pest in vegetable and horticultural crops. Not only adult individuals, also larvae cause considerable damage on plants. In this study we investigated whether *cis*-jasmone and methyl jasmonate, both are secondary plant compounds, evolve contact toxicity on the second larvae instar on cucumber leaf discs. In our studies we could not find any contact toxicity. We also tested the gustatory and olfactory reactions of both, adult females and larvae, on *cis*-jasmone and methyl jasmonate. The second instar larvae reacted to *cis*-jasmone, in the concentrations 0,1% and 1%, in choice bioassays on cucumber leaf discs as well as in the olfactometer, where concentrations at 1% and 10% were tested. The larvae were attracted to *cis*-jasmone. In contrast, methyl-jasmonate repelled larvae at a concentration of 1%. Adult females reacted differently to *cis*-jasmone. It acted neither as a feeding nor as an oviposition stimulant. But methyl-jasmonate deterred adult females at the concentration of 1%. In conclusion, there are differences in the responses of the two developmental stages, larvae and adult females. This should be investigated in further studies.

Key words: *Thrips tabaci*, second larvae instar, *cis*-jasmone, methyl-jasmonate, secondary plant compounds

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	8
2. Material und Methoden .....	11
2.1. <i>Thrips tabaci</i> Lindeman.....	11
2.1.1. Taxonomie und Morphologie .....	11
2.1.2. Lebenszyklus .....	12
2.1.3. Ernährung und Schadbild .....	14
2.1.4. Vorbeugung und Bekämpfung .....	15
2.2. Stammzucht.....	17
2.3. Testsubstanzen.....	17
2.4. Pflanzmaterial.....	18
2.5. Toxizitätstest.....	19
2.6. Wahlversuche .....	21
2.7. Olfaktometer- Versuche.....	23
2.8. Statistische Auswertung .....	25
3. Ergebnisse .....	26
3.1. Toxizitätstest.....	26
3.1.1. Unbehandelte Kontrollgruppe und Kontrollflüssigkeit .....	26
3.1.2. Kontrollflüssigkeit und Testsubstanzen .....	27
3.2. Wahlversuche .....	28
3.2.1. Wahlversuche mit L2.....	28
3.2.2. Wahlversuche mit adulten Tieren .....	31
3.3. Olfaktometer- Versuche.....	35
4. Diskussion.....	37
5. Schlussfolgerung und Ausblick.....	43
Literaturverzeichnis.....	45

Abbildungsverzeichnis.....	54
Tabellenverzeichnis.....	56
Anhang.....	57

# 1. Einleitung

*Thrips tabaci* Lindeman ist ein weit verbreiteter Pflanzenschädling (Moritz, 2006), der an fast allen Gemüse- und Zierpflanzenkulturen vorkommt; Probleme bereitet er im Freiland sowie in Glashäusern, so zum Beispiel an Allium-Arten, Kraut, Tabak, Zierpflanzen und Gurken. (Kahrer und Gross, 2002; Fritzsche und Keilbach, 1994; Crüger et al., 2002). In den letzten 20 Jahren hat er vor allem im Zwiebelanbau mehr Bedeutung bekommen (Diaz-Montano, 2011). Pflanzen werden hauptsächlich durch das Saugverhalten der Tiere in der Pflanzenoberhaut geschädigt, dies führt zu Ertragsverlusten und Qualitätsminderung (Crüger et al., 2002). *T. tabaci* ist aber auch Überträger von Viruserkrankungen (Moritz, 2006), wie zum Beispiel das IYSV (iris yellow spot virus) (Bag et al., 2014) und das Tomatenbronzefleckenvirus (Ullmann et al., 1997).

Der häufige Einsatz von Insektiziden zur Bekämpfung des Zwiebelthripsese hat dazu geführt, dass immer mehr Resistenzen aufgetreten sind (Diaz-Montano et al., 2011). Viele Nachkommen und eine kurze Generationsdauer fördern die Resistenzentwicklungen (Mound und Teulon, 1995). Aus diesem Grund und unter anderem auch, weil die Anzahl an verfügbaren Insektiziden gesunken ist (Bundesamt für Ernährungssicherheit, 2018; Diaz-Montano et al., 2011), könnten biologische Methoden eine Alternative in der Bekämpfung von *T. tabaci* bieten (Koschier et al., 2007).

*Cis*- Jasmon und Methyljasmonat gehören zur Gruppe der Jasmonate (Shah und Chaturvedi, 2009; Chehab und Braam, 2012), zu ihnen zählen Jasmonsäure und ihre Derivate (Shah und Chaturvedi, 2009). Jasmonate sind sekundäre Pflanzenstoffe (Balmer und Mauch-Mani, 2012) und chemisch gesehen zyklische Oxylipine (Shah und Chaturvedi, 2009). *Cis*-Jasmon und Methyljasmonat wurden unter anderem als volatile Stoffe von der Pflanze *Jasminum grandiflorum* Linnaeus (Chinesischer Teejasmin) gefunden. *Cis*-Jasmon wurde auch bei den Pflanzen *Nelumbium nucifera* Gaertn (Indische Lotosblume) und *Lonicera americana* nachgewiesen (Mookherjee et al., 1990). Beide Stoffe werden aber auch bei Gewebeschädigung der Pflanze gebildet und spielen bei der Reaktion auf Herbivoren eine wichtige Rolle (Birkett et al., 2000; Howe und Jander, 2008), denn volatile Pflanzenstoffe können eine repellente, d.h. geruchlich abweisende, Wirkung auf Herbivore haben und Räuber oder Parasiten anlocken (Birkett et al., 2000). Eine

Applikation von Jasmonaten kann in behandelten Pflanzen zu induzierter Resistenz gegen Herbivore führen. So zum Beispiel gegen Blattlaus- Arten (z.B.: Bruce et al., 2003; Brunissen et al., 2010), gegen die Spinnmilben- Art *Tetranychus urticae* Koch (Gemeine Spinnmilbe) (Rohwer und Erwin, 2010), oder auch gegen den Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) (Thaler et al., 2010). Des Weiteren erhöhte Methyljasmonat die Resistenz gegen Nematoden (Walters, 2011). *Cis*- Jasmon und Methyljasmonat können aber auch direkte Effekte auf Arthropoden haben. So haben beide Substanzen eine deterrente, d.h. geschmacklich abweisende, Wirkung auf *F. occidentalis* (Egger et al., 2015). Auch bei dem 2. Larvenstadium von *F. occidentalis* konnte bei beiden Stoffen eine deterrente Wirkung festgestellt werden (Egger und Koschier, 2014). Anlockend wirkt *cis*- Jasmon auf *Thrips obscuratus* Crawford (Neuseeländischer Blütenthrips) (El-Sayed et al., 2009), aber auch auf den Prädator *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Siebenpunktmarienkäfer) und den Parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Birkett et al., 2000).

In dieser Arbeit sollte die Wirkung von *cis*- Jasmon und Methyljasmonat auf das 2. Larvenstadium und auf adulte Tiere von *T. tabaci* getestet und verglichen werden. Auf Gurkenblattscheibchen (Sorte: Korinda) wurden Kontakttoxizität bei Larven, Saugschaden, d.h. die von Thripsen besaugte Blattfläche, sowie die Eiablage von adulten Weibchen überprüft. Mit einem Olfaktometer konnten die olfaktorischen Reaktionen der Larven auf die Substanzen untersucht werden. Soweit bekannt, ist diese Arbeit die erste, in der Thysanopteren-Larven in einem Olfaktometer getestet werden. Das Ziel dieser Arbeit ist es, das Wissen über die Wirkung von *cis*- Jasmon und Methyljasmonat auf verschiedene Entwicklungsstadien von *T. tabaci* zu erweitern.

## **Fragestellung:**

- 1) Gibt es eine toxische Wirkung von *cis*-Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 0,1% und 1% auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci*?
- 2) Haben *cis*-Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 0,1% und 1% eine Wirkung auf das 2. Larvenstadium und/oder auf adulte Weibchen von *T. tabaci* hinsichtlich der Saugtätigkeit und der Eiablage?
- 3) Kann das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* die Substanzen *cis*-Jasmon und Methyljasmonat olfaktorisch wahrnehmen und sind diese Substanzen neutral, anlockend oder abweisend?

## 2. Material und Methoden

### 2.1. *Thrips tabaci* Lindeman

#### 2.1.1. Taxonomie und Morphologie

**Klasse:** Insecta

**Ordnung:** Thysanoptera

**Unterordnung:** Terebrantia

**Familie:** Thripidae

**Unterfamilie:** Thripinae

**Gattung:** Thrips

**Art:** *Thrips tabaci* Lindeman

(Fritzsche und Keilbach, 1994; Mound und Kibby, 1998)

Von den ca. 5000 Thysanopteren- Arten ernähren sich 50% phytophag (Mound und Teulon, 1995), es gibt aber auch Arten, die sich von Pilzen ernähren oder räuberisch leben (Börner, 2009). Typisch für die Ordnung Thysanoptera ist der lange Bürstensaum, den die Tiere an ihren Flügeln aufweisen, weswegen sie auch Fransenflügler genannt werden. Sie werden aber auch Blasenfüße genannt, weil sie an ihren Tarsen kleine Krallen und schwellbare Haftblasen haben. Nahrung nehmen sie mit stechend-saugenden Mundwerkzeugen auf. Sie stechen damit in Pflanzengewebe und können den Inhalt der Zellen im Austausch mit Exkret heraus saugen (Fritzsche und Keilbach, 1994).

*T. tabaci* Lindeman selbst wird auch Zwiebelblasenfuß oder Tabakblasenfuß genannt. Er kann eine Länge von 0,8 bis 1mm erreichen, ist gelb bis bräunlich-gelb und seine Extremitäten und Flügel haben eine gelblich getrübe Farbe (Fritzsche und Keilbach, 1994). Im Herbst und Frühjahr kann die Farbe von *T. tabaci* auch dunkelbraun sein (Kahrer und Gross, 2002). Er hat stark vorgewölbte Komplexaugen (Fritzsche und Keilbach, 1994), die Farbe des Ocellenpigments ist meistens grau und die Antennen haben

sieben Glieder (Moritz, 2006). Größe und Farbe sind temperaturabhängig; bei niedrigen Temperaturen werden die Tiere größer und dunkler, bei höheren kleiner und heller (Mound und Teulon, 1995).

## 2.1.2. Lebenszyklus

Der Lebenszyklus von *T. tabaci* kann in sechs Stadien unterteilt werden (Abb. 1). Das Ei-Stadium dauert bei 25°C auf Gurke etwa 4 Tage, das 1. Larvenstadium ca. 2 Tage, das 2. Larvenstadium ca. 3 Tage, das Praepuppen-Stadium ca. einen Tag und das Puppen-Stadium ca. 2,5 Tage (Van Rijn et al., 1995).

Die Eier werden von den Weibchen mit Hilfe eines Ovipositors in das Blattgewebe hineingelegt (Moritz, 1997), sie sind nierenförmig und durchsichtig (Kahrer und Gross, 2002).

Larven haben eine geringere Größe und eine hellere Färbung als adulte Tiere (Crüger et al. 2002). Auf die Entwicklung vom 1. zum 2. Larvenstadium kann man aufgrund von Häutungsresten schließen. Eine klare Unterscheidung zwischen diesen Stadien ist jedoch nicht möglich, da man keine klaren morphologischen Unterschiede zwischen den Larvenstadien erkennen kann (Van Rijn et al., 1995). Um sich zu verpuppen, wandern die Tiere von der Wirtspflanze in den Boden (Kahrer und Gross, 2002).

Das Praepuppen- Stadium erkennt man aufgrund der kurzen Deckflügel und der aufgerichteten Antennen. Im Gegensatz dazu sind die Deckflügel bei den Puppen länger und die Antennen über den Kopf gebogen (Van Rijn, 1995). Des Weiteren nehmen sie keine Nahrung auf und verhalten sich inaktiv und ruhig (Moritz, 1997). Eine Bewegung erfolgt in diesen Stadien nur, wenn sie gestört werden. Sowohl Praepuppen- als auch Puppen- Stadium werden auch als Pseudo- Puppen bezeichnet (Van Rijn et al., 1995), denn sie sind hemimetabole Insekten (Seifert, 1995). Adulte Tiere sind aufgrund ihrer Flügel erkennbar (Van Rijn, 1995), sie können springen und fliegen (Kahrer und Gross, 2002). Der Entwicklungszyklus kann auch als Remetabolie bezeichnet werden, da der Phänotyp der Larven den adulten Tieren ähnelt (Moritz, 2006).

Je höher die Temperatur, desto schneller entwickelt sich *T. tabaci*. Bei einer Temperatur von 30°C ist die Mortalität der Eier aber relativ hoch (89,5%). Das Populationswachstum

ist bei 25°C am höchsten (Murai, 2000). Die Art *T. tabaci* besteht aus mehreren Subtypen; Brunner et al. (2004) stellten fest, dass es drei verschiedene evolutionäre Linien gibt. Zwei davon sind mit Lauch assoziiert und eine mit Tabak (Brunner et al., 2004). Die Vermehrung von *T. tabaci* kann thelytok, arrhenotok, oder deuterotok, erfolgen, es sind Formen einer Parthenogenese. Thelytokie bedeutet, dass unbefruchtete Weibchen Eier legen, aus denen auch wieder Weibchen hervorgehen. Arrhentokie ist gegeben, wenn aus unbefruchteten Eiern männliche Tiere und aus befruchteten Eiern weibliche Tiere schlüpfen und bei Deuterotokie können aus unbefruchteten Eiern männliche und weibliche Tiere entstehen (Nault et al., 2006).

Die Flugzeit der adulten Thripse ist in Mitteleuropa von Juni bis August. Pro Jahr treten vier bis sechs Generationen auf (Crüger et al., 2002). Die Anzahl der Generationen pro Jahr ist abhängig von der Witterung und es konnten auch schon Massenflüge beobachtet werden. Weibchen können im Winter in der Bodenstreu überleben und in milden Wintern auch Larven (Kahrer und Gross, 2002). Eine Überwinterung ist aber auch an Pflanzgut und befallenen Pflanzenteilen möglich (Crüger et al., 2002).

### 2.1.3. Ernährung und Schadbild

*T. tabaci* ist an Blüten und Blättern von vielen Pflanzen zu finden (Moritz, 2006). Er kommt an allen Allium-Arten (Crüger et al., 2002), Gurken, Tabak, Zierpflanzen, den Hülsen von Erbsen, Blumenkohl, Tomaten, Äpfeln, Pflaumen, Birnen (Fritzsche und Keilbach, 1994), sowie an Kopfsalat, Kartoffeln (Moritz, 2006), Kraut, Paprika, Wildpflanzen, aber auch an ackerbaulichen Kulturen und Pollenkörnern in Blüten vor (Kahrer und Gross, 2002). Die Schäden entstehen durch Saugaktivität an den Pflanzenzellen (Crüger et al., 2002). Sowohl Larven als auch adulte Tiere verursachen Saugschäden (Childers und Achor, 1995). Bei Zwiebeln ist silbriger Blattglanz ein typisches Befallssymptom (Kahrer und Gross, 2002), welches durch Lufteintritt in die ausgesaugten Pflanzenzellen verursacht wird (Crüger et al., 2002). Ein stärkerer Befall kann auch zu Wuchshemmungen führen (Böhmer und Wohanka, 2008). Ertragsverluste können zwischen 34,5 und 43% betragen (Fournier et al., 1995). Bei Kraut kann man braune Verkorkungen an den mittleren und äußeren Blattlagen des Krautkopfes und bei Paprika am sogenannten „Kelchspalt“ erkennen (Kahrer und Gross, 2002). Sie entstehen durch Wucherung von Wundgewebe (Crüger et al., 2002). Ein guter Hinweis auf das Vorkommen von Thripsen sind aber auch kleine grüne bis braune Kottröpfchen (Kahrer und Gross, 2002). Es kann auch vorkommen, dass *T. tabaci* an Larven von anderen Thripsarten oder auch an Milben saugt (Moritz, 2006).

Bedeutung hat *T. tabaci* auch als Vektor für Pflanzenviren (Moritz 2006). Er überträgt das nekrotische Ringfleckenvirus bei Pfirsich, das Sojabohnenmosaikvirus, das Tomatenbronzefleckenvirus (Ullmann et al., 1997) sowie das IYSV (iris yellow spot virus) bei der Zwiebel (Bag et al., 2014) und das TSV (tobacco streak virus) (Sdoodee und Teakle, 1993).

## 2.1.4. Vorbeugung und Bekämpfung

Zur Vorbeugung gegen einen *T. tabaci*- Befall kann man thripstolerante Sorten wählen (Kahrer und Gross, 2002; Crüger et al., 2002). Ein ausreichender Fruchtwechsel, sowie ein tiefes Einarbeiten von Pflanzenresten sind ebenfalls für die Vorbeugung gegen einen Befall wichtig (Böhmer und Wohanka, 2008). Kulturschutznetze können einen verzögerten Befall und eine geringere Besatzdichte bewirken (Crüger et al., 2002). Gelbe und blaue Klebefallen können für das Monitoring der Schädlinge verwendet werden (OEPP/EPPPO, 2004).

Zur Bekämpfung des Zwiebelthrips sind der Wirkstoff Spirotetramat aus der Wirkstoffklasse der Tetron- und Tetransäurederivate (IRAC, 2017) und das Pilzmycel *Metarhizium anisopliae* zugelassen (Bundesamt für Ernährungssicherheit, 2018). Bei Kraut sollte ein Insektizideinsatz gemacht werden, wenn ein Massenflug der Tiere stattfindet, da sie sich dann nicht in den Krautköpfen befinden (Kahrer und Gross, 2002). Normalerweise verstecken sie sich in den inneren Blattschichten von Pflanzen, dies erschwert eine Insektizidbehandlung (Diaz-Montano et al., 2011). Ein Insektizideinsatz erfolgt zumeist in flüssiger Form als Spritzung (Moritz, 2006).

Für eine biologische Bekämpfung in Gewächshäusern kann man Nützlinge verwenden. Geeignet sind Raubmilben wie *Amblyseius cucumeris* und *Amblyseius barkeri*, aber auch Blumenwanzen- (Kahrer und Gross, 2002), Marienkäfer-, Heuschrecken-, und Florfliegen-Arten (Sabelis und Van Rijn, 1997). Bei Porree können auch Rapsöl und Kaliseife gegen die Thripse verwendet werden (Crüger et al., 2002). Es gibt aber auch Pilze, die für *T. tabaci* pathogen sind, zum Beispiel *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae* und *Paecilomyces fumosoroseus* (Butt und Brownbridge, 1997). Insektizide Wirkstoffe, die im biologischen Anbau verwendet werden, sind unter anderem Azadirachtin (Khaliq et al., 2014), Spinosad und Phyrethrine (Börner, 2009).

Lebenszyklus  
*T. tabaci*

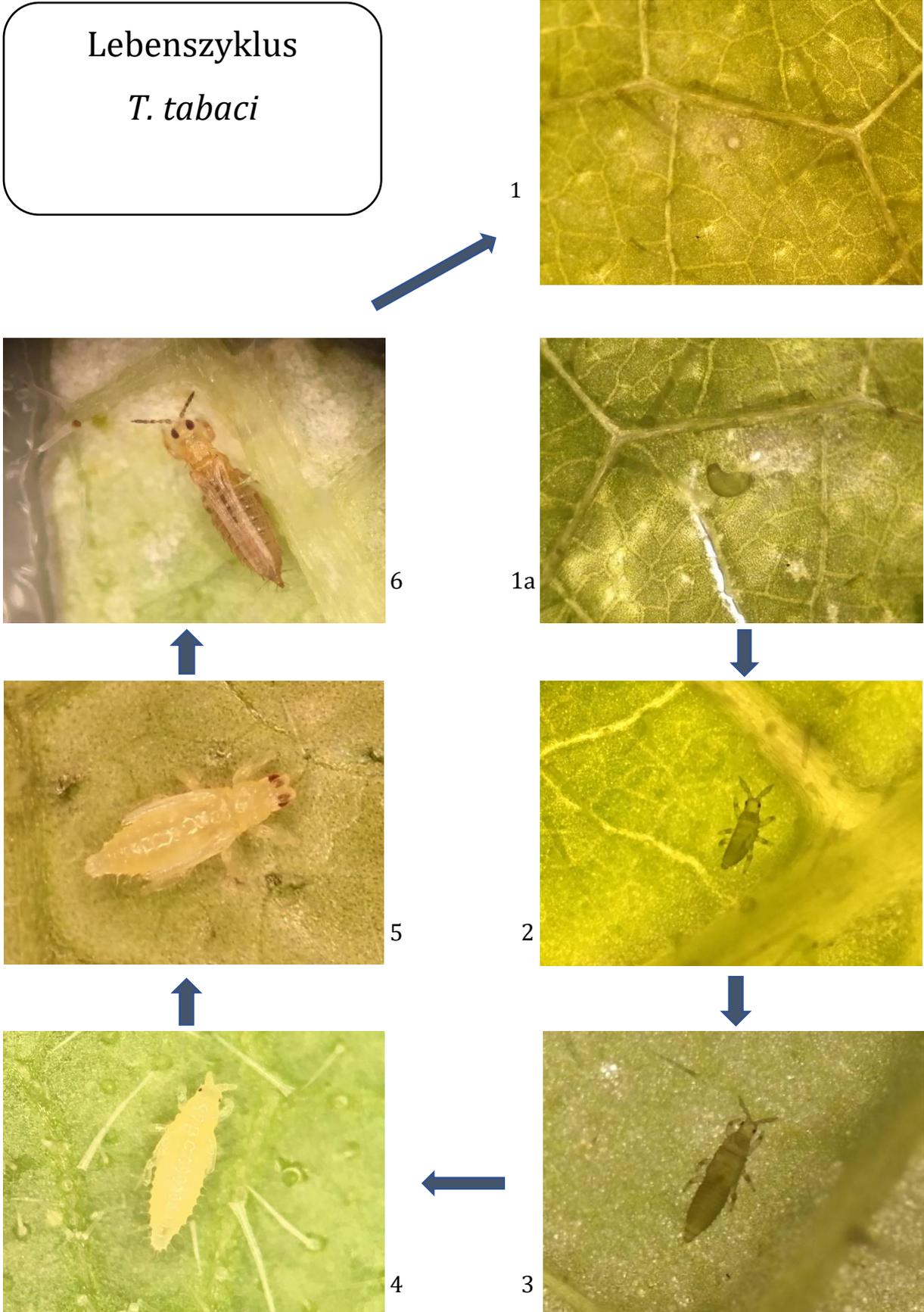


Abbildung 1: Lebenszyklus *T. tabaci*. 1: Ei im Blattgewebe; 1a: Ei frei präpariert. 2: 1. Larvenstadium; 3: 2. Larvenstadium; 5: Protopuppe; 4: Puppe; 6: adultes Tier (Fotos: Riegler A.).

## 2.2. Stammzucht

Die für die Versuche verwendeten Larven bzw. jene Weibchen, die für die Zucht auf Gurkenblättern benötigt wurden, wurden aus einem Stamm verwendet, welcher an der Universität für Bodenkultur in Wien am Departement für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenschutz, gehalten wurde. Der Stamm bestand ausschließlich aus sich parthenogenetisch vermehrenden Weibchen. Sie wurden in Gläsern (1 L) auf Lauch gehalten. Verschluss wurden die Gläser mit einem Deckel, aus welchem ein runder Kreis herausgeschnitten wurde. Der Deckel wurde mit einem Netz gefüllt, welches so kleine Poren hatte, dass ein Luftaustausch gewährleistet war, aber die Thripse nicht aus dem Glas entkommen konnten. Die Tiere wurden zweimal pro Woche mit frischem Lauch versorgt und vertrocknetes Pflanzenmaterial entfernt. Am Boden des Glases wurden kleine Küchenrollenstücke ausgelegt, um den Praepuppen- und Puppenstadien eine Versteckmöglichkeit zu bieten. Für die Versuche wurden aus der Stammzucht adulte Weibchen für die Eiablage auf Gurke und auch Pseudo- Puppen verwendet.

## 2.3. Testsubstanzen

Die Substanzen, die in dieser Arbeit getestet wurden, sind *cis*-Jasmon ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, Wien, Austria) und Methyljasmonat ( $\geq 95\%$ , Sigma-Aldrich, Wien, Austria). *Cis*-Jasmon (*Z*-Jasmon) ist eine farblose bis blass gelbe, ölige Flüssigkeit, ihr Siedepunkt liegt bei 257 - 258 °C und ihre Dampfdichte ist höher als 1 (Luft=1) (N.N. a, s.a.).

Methyljasmonat ist eine farblose, klare, ölige Flüssigkeit, ihr Siedepunkt liegt bei 302 - 303 °C und ihre Dampfdichte ist höher als 1 (Luft=1) (N.N. b, s.a.).

## 2.4. Pflanzmaterial

Sowohl die Larven im 2. Stadium (L2) als auch adulte *T. tabaci* Weibchen wurden auf Gurke (*Cucumis sativus* L.) getestet (Sorte: Korinda). Diese wurde in einem Klimaschrank (LC 5000, Firma Flohr Instruments, Holland) kultiviert (L:D=16:8, 24 ±1,5°C) und ihre Blätter für die Versuche verwendet. Die Gurkenpflanzen wurden mit einer Standardnährlösung bewässert.

## 2.5. Toxizitätstest

Um die beiden Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat auf eine toxische Wirkung auf *T. tabaci* hin zu untersuchen, wurden L2 mit diesen behandelt. Insgesamt gab es für diesen Versuch 6 Varianten: eine gänzlich unbehandelte Kontrollgruppe, eine mit Kontrollflüssigkeit behandelte Variante und für *cis*- Jasmon und Methyljasmonat je eine Variante mit 0,1%- und 1%iger Lösung (Tab. 1). Als Lösungsmittel wurde Ethanol (96%) und als Netzmittel destilliertes Wasser mit Triton X-100 (0,05%) verwendet.

*Tabelle 1: Zusammensetzung der unbehandelten Kontrolle, der Kontrollflüssigkeit und den Varianten cis- Jasmon und Methyljasmonat in jeweils 0,1%- und 1%iger Lösung, die für die Toxizitätstests und Wahlversuche mit T. tabaci auf Gurkenblattscheibchen verwendet wurden.*

Lösung	Ethanol (96%)	Substanz	Destilliertes Wasser mit Triton X-100 (0,05%)
Unbehandelte Kontrolle	-	-	-
Kontrollflüssigkeit	1000 µl	-	9000 µl
1%	1000 µl	100 µl	8900 µl
0,1%	100 µl	10 µl	9890 µl

Für diesen Versuch nach Peneder und Koschier (2011) wurde in eine Glaspetrishale (Ø 6 cm) 1- prozentiger Wasseragar (Carl Roth GmbH + Co. KG, Deutschland) gegossen und auf diesen nach dem Abkühlen ein rundes Gurkenblattscheibchen (Ø 2,2 cm), welches mit einem Korkbohrer ausgestochen wurde, gelegt (Abb. 2). Anschließend wurden darauf 5-6 adulte *T. tabaci* Weibchen gesetzt, damit diese in das Gurkenblattscheibchen Eier ablegen. Die Petrischale wurde mit Plastikfolie verschlossen und in diese wurden Luftlöcher gestochen, um einen Luftaustausch zu gewährleisten. Die Petrischalen wurden dann für 24 Stunden in einen Klimaschrank (LT 490, Planton GmbH, Deutschland) gestellt (L:D = 16:8; 24 ±1,5°C). Danach wurden die Weibchen aus der Petrischale entfernt und die Schalen -, wieder mit Plastikfolie verschlossen -, in den Klimaschrank zurückgestellt.

Nach weiteren 6 Tagen hatten sich die abgelegten Eier zum 2. Larvenstadium entwickelt. Auf den Gurkenblattscheibchen befanden sich dann zwischen 4 und 14 L2 (siehe Anhang), je nachdem wie viele Eier von den Weibchen abgelegt worden waren. Diese wurden dann mittels Exaktsprühgerät (Potter Spray Tower, Burkard Manufacturing Co, Großbritannien) mit einer exakt definierten Lösungsmenge (2,5 ml) besprüht und danach mit Plastikfolie verschlossen in den Klimaschrank gestellt. Nach 24 Stunden wurde die Folie entfernt und die Überlebensrate der Larven notiert. Pro Variante wurden mindestens 10 Wiederholungen durchgeführt und insgesamt mindestens 100 L2 getestet (siehe Anhang).

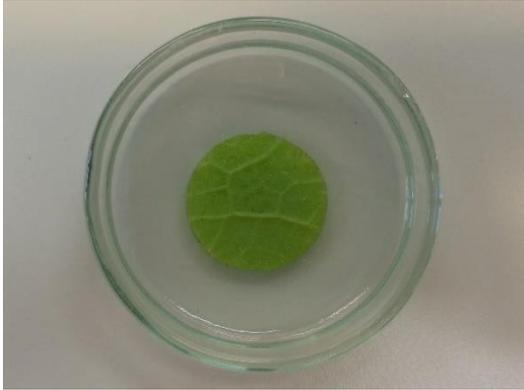
## 2.6. Wahlversuche

Um die deterrente Wirkung der Testsubstanzen zu überprüfen, wurde ein Wahlversuch nach Egger und Koschier (2014) gewählt. Die verwendeten L2 wurden aber nicht wie beim 1. Versuch in jener Petrischale gezüchtet in der auch die Behandlung stattfand, sondern in etwas größeren Plastikpetrischalen ( $\varnothing$  14 cm), mit einem Gurkenblatt auf 1%igen Wasseragar. Diese Petrischalen wurden aber nicht für die Behandlung genutzt.

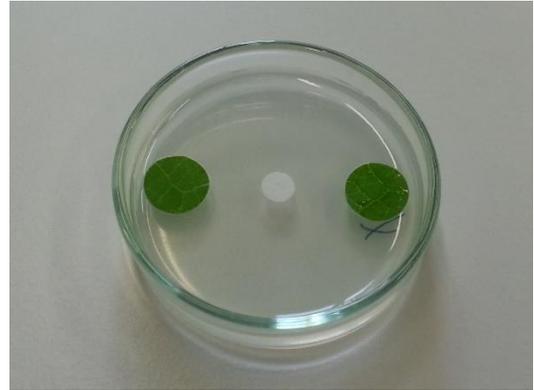
Der Wahlversuch wurde auch mit adulten Weibchen durchgeführt. Um Weibchen gleichen Alters zu erhalten, wurden Pseudopupae aus der Stammzucht in Plastikpetrischalen ( $\varnothing$  9 cm) (mit einem Gurkenblatt auf 1%iger Wasseragar) mit einem feinen Marderhaarpinsel umgesetzt, die Schale mit Plastikfolie verschlossen und danach für 48 – 58 Stunden in einem Klimaschrank aufbewahrt. Anschließend wurden jene Pseudopupae, die sich noch nicht zum adulten Stadium entwickelt hatten, entfernt. Die Schale wurde wieder mit Plastikfolie verschlossen und für weitere 48 Stunden im Klimaschrank aufbewahrt. Dies geschah zum einen, damit sich die Weibchen an die Gurke gewöhnen konnten und zum anderen, weil adulte Weibchen den Höhepunkt der Ovipositionsperiode ca. 3-5 Tage nach Vollendung des Puppenstadiums erreicht haben (Van Rijn et al., 1995).

Für den Versuch selbst wurden Gurkenblattscheibchen ( $\varnothing$  1,1 cm) mit einem Korkbohrer ausgestochen und mit einem Exaktsprühgerät (Potter Spray Tower) mit einer genau definierten Lösungsmenge (2,5 ml) besprüht. Wie auch beim Toxizitätstest wurde eine mit 1%igen Wasseragar ausgegossene Glaspetrischale ( $\varnothing$  6 cm) verwendet (Abb. 3). In der Mitte der Petrischale wurde ein runder Startpunkt aus Filterpapier ( $\varnothing$  ca. 0,5 cm) gelegt und in gleichen Abständen dazu auf der einen Seite ein mit Substanz behandeltes Gurkenblattscheibchen und auf der anderen Seite ein mit Kontrollflüssigkeit behandeltes Gurkenblattscheibchen gelegt. Bei diesem Versuch wurden die Substanzen ebenfalls in 0,1%- und 1%iger Lösung getestet. Die Zusammensetzung der Lösungen ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Pro Petrischale wurde eine Larve bzw. ein adultes Weibchen verwendet. Diese wurden mit einem Marderhaarpinsel auf den Startpunkt inmitten der Petrischale gesetzt und die Schale dann mit Plastikfolie verschlossen. Nach 24 Stunden wurde dann der Saugschaden, i.e. die von den Thripsen besaugte Fläche, mithilfe einer durchsichtigen Netzrasterplatte (Firma Boraident, Deutschland) mit einer Kästchengröße von  $0,25 \text{ mm}^2$

unter dem Mikroskop (Stemi 2000-CS, Firma Zeiss, Deutschland) ausgezählt und bei den adulten Weibchen auch die abgelegten Eier gezählt. Petrischalen, in denen die Larven nach 24 Stunden tot aufgefunden wurden, wurden nicht ausgewertet. Für jede Variante wurden sowohl bei den L2 als auch bei den adulten Weibchen mindestens 20 Wiederholungen durchgeführt (siehe Anhang).



*Abbildung 2: Versuchsaufbau für Toxizitätstest (Foto: Riegler A.).*



*Abbildung 3: Versuchsaufbau für Wahlversuche (Foto: Riegler A.).*

## 2.7. Olfaktometer- Versuche

Zunächst wurden wie beim Kapitel 2.5. beschriebenen Wahlversuch L2 auf Gurkenblättern gezüchtet. Für die Versuche wurden Larven am Ende des 2. Larvenstadiums aufgrund ihrer etwas erhöhten Mobilität in Glaspetrischalen ( $\varnothing$  6 cm) mit einem feinen Marderhaarpinsel umgesetzt. Die Außenseite der Glaspetrischalen wurde zuvor mit schwarzem Klebeband beklebt oder mit schwarzer wasserlöslicher Farbe bemalt, um die hellen Larven besser sichtbar zu machen. Pro Petrischale wurden maximal 20 Larven hineingesetzt und anschließend die Schale mit Parafilm verschlossen. Auf den Parafilm wurde ein Tropfen destilliertes Wasser aufgetragen und mit einer zweiten Schicht Parafilm bedeckt um diesen darin einzuschließen. Dies hatte zum Effekt, dass den Larven zwar Wasser, aber keine Nahrung zur Verfügung stand. Für einen Zeitraum von mindestens 1,5 Stunden, maximal aber 5,5 Stunden wurden die Larven ausgehungert, um ihre Reaktionszeit im Olfaktometer zu verkürzen.

Der Olfaktometer selbst war nach der Methode von Koschier et al. (2000) aufgebaut. Er bestand aus einer schwarzen Box (60 × 50 × 45 cm), die mit schwarzem Papier und schwarzem Stoff ausgekleidet war, um die Larven besser sichtbar zu machen und um Lichtreflexionen zu vermeiden (Abb. 4). In der Mitte der Box wurde ein Y – förmiges Röhrchen in einem Steilwinkel von 45°, gestützt von einer Rampe, platziert. Dieses war oberhalb der Rampe an jedem Ende mit einem Glasadapter (Firma Wheaton, USA) verbunden, an welche wiederum zwei Glasröhrchen mit einem Fassungsvermögen von 4 ml angeschlossen waren (Abb. 5). In diese Glasröhrchen wurde jeweils ein ca. 1 cm<sup>2</sup> großes Filterpapier gelegt. Auf das eine Filterpapier wurde immer 1 µl Paraffin (Firma Merck, Deutschland) als Kontrollsubstanz und auf das andere 1 µl der zu testenden Substanz in der jeweiligen Konzentration pipettiert. Die Adapter waren jeweils mit einem Silikonschlauch verbunden, die zu einem Glas mit Aktivkohle (die der Luftreinigung diente) führten. Am unteren Ende des Y- förmigen Röhrchens war ein Silikonschlauch befestigt, der zu einer Membranpumpe führte, welche die Luft in den oberen Teilen des Y mit einer Geschwindigkeit von 5 cm/Sekunde und im unteren Teil des Y mit 10 cm/Sekunde ansaugen sollte. Der Luftstrom bewegte sich somit schräg von oben nach unten. Beleuchtet wurde dieser Aufbau von einer Lampe die oben in der Box befestigt war (< 160 lx)(Koschier et al., 2000).

Vor Beginn der Versuche wurde mindestens 15 Minuten gewartet, bevor die erste Larve in das Y gesetzt wurde, damit sich die Substanzen ausreichend im Luftstrom verteilen konnten. *Cis*-Jasmon und Methyljasmonat wurden in den Konzentrationen 1% und 10% in Paraffin getestet. Pro Substanz und Konzentration wurden drei Wiederholungen mit je 20 Larven, die sich entweder für den Duftstoff oder die Kontrolle (reines Paraffin) entscheiden sollten, durchgeführt. Eine Larve befand sich maximal vier Minuten im Y, ihre Entscheidung wurde protokolliert. Wenn sie sich weder für den Duftstoff noch für die Kontrolle entschied wurde dies auch vermerkt. In regelmäßigen Abständen (nach ca. 5 getesteten Larven) wurden die beiden Adapter getauscht, um eine Präferenz für links oder rechts ausschließen zu können, und das Y mit Aceton gereinigt, um eventuell abgesonderte Alarmpheromone der Larven zu entfernen.

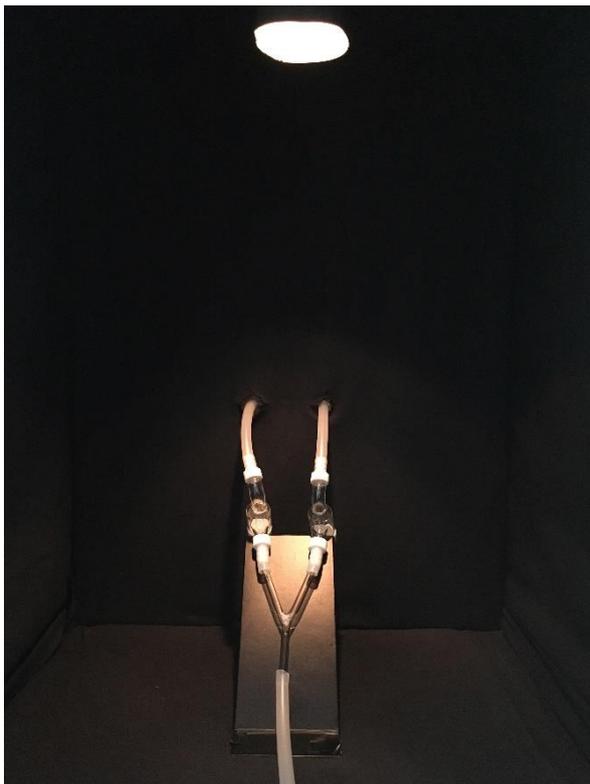


Abbildung 4: Olfaktometer-Aufbau (Foto: Riegler A.).



Abbildung 5: Wheaton Glasadapter mit Glasröhrchen und Filterpapier (Foto: Riegler A.).

## 2.8. Statistische Auswertung

Ausgewertet wurden die Rohdaten mit dem Statistikprogramm SPSS (18 bzw. 24) und dem Software Programm EXCEL 2016. Für die deskriptive Statistik wurde sowohl SPSS als auch EXCEL verwendet. Die Rohdaten der unabhängigen Stichproben wurden in SPSS mithilfe eines Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests auf Normalverteilung überprüft. Bei nicht normalverteilten Daten wurden nicht-parametrische Testverfahren (Mann-Whitney-Test, Kruskal-Wallis-Test) gewählt um die Varianten zu vergleichen. Bei gepaarten Werten wurden die Differenzen der Stichproben mit einem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung getestet. Bei einer Normalverteilung der Differenzen wurden parametrische Testverfahren gewählt (t- Test). Die Daten der Olfaktometer- Versuche wurden auf eine Binomialverteilung geprüft.

Bei der statistischen Auswertung wurden folgende Signifikanzgrenzen verwendet:

$P > 0.05$  .....nicht signifikant (n.s.)

$P \leq 0.05$  .....signifikant (\*)

$P \leq 0.01$  .....hoch signifikant (\*\*)

$P \leq 0.001$  ..... höchst signifikant (\*\*\*)

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Toxizitätstest

#### 3.1.1. Unbehandelte Kontrollgruppe und Kontrollflüssigkeit

Um eine toxische Wirkung der Kontrollflüssigkeit (Ethanol 96% + Triton X-100 0,05% in destilliertem Wasser) auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* ausschließen zu können, wurden diese auf Gurkenblattscheibchen mit Kontrollflüssigkeit besprüht und die Überlebensrate nach 24 Stunden ausgewertet. Anschließend wurden sie mit jenen Werten der unbehandelten Kontrollgruppe verglichen.

In der unbehandelten Kontrollgruppe betrug die Überlebensrate im Durchschnitt 100% (mit einem Standardfehler von 0%) und in der Variante mit Kontrollflüssigkeit betrug sie 99,45% (Standardfehler  $\pm 0,55\%$ ) (Abb. 6). Der Mann-Whitney-Test hatte zum Ergebnis, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen beiden Varianten hinsichtlich der Überlebensrate von L2 gibt ( $Z = -1,000$ ;  $p = 0,317$ ).

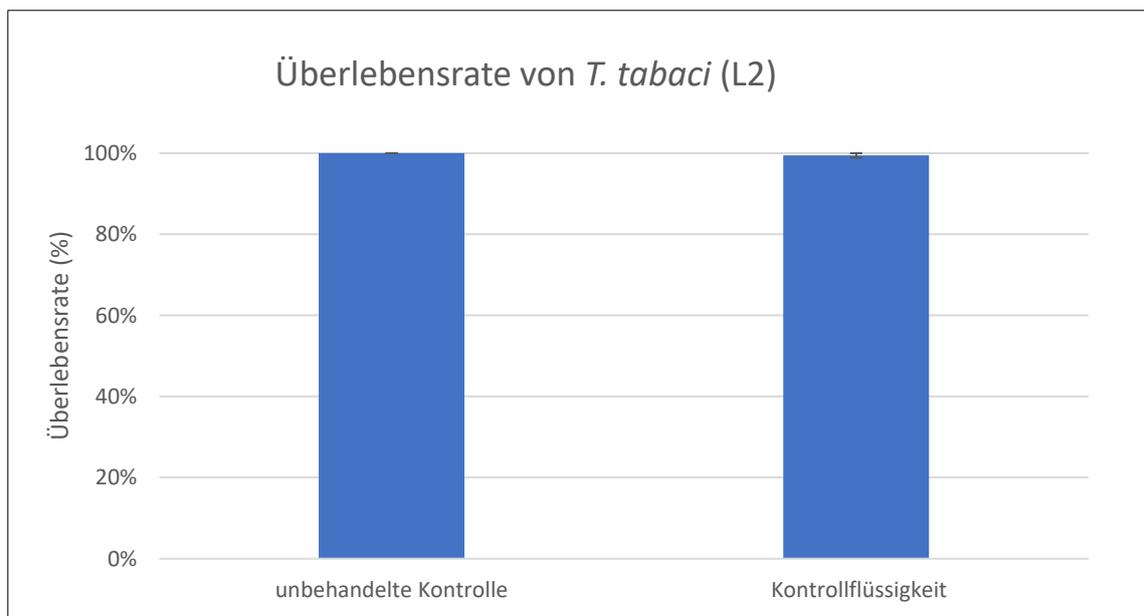


Abbildung 6: Überlebensraten (% Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) nach 24 h von *T. tabaci* L2, die auf Gurkenblattscheibchen mit Kontrollflüssigkeit behandelt wurden, und von L2 der unbehandelten Kontrollgruppe. n.s.- Mann-Whitney-Test

### 3.1.2. Kontrollflüssigkeit und Testsubstanzen

Toxizitätstests wurden auch mit den Testsubstanzen durchgeführt. L2 wurden auf Gurkenblattscheibchen mit diesen besprüht und die Überlebensrate nach 24 h ausgewertet. Die Ergebnisse wurden mit jenen der Kontrollflüssigkeit verglichen.

Die Überlebensrate betrug bei der Variante mit 0,1% *cis*-Jasmon im Durchschnitt 99,17% (Standardfehler  $\pm$  0,83%), bei der Variante mit 1% *cis*-Jasmon betrug sie 98,90% ( $\pm$  1,10%), bei der Variante mit 0,1% Methyljasmonat 99,24% ( $\pm$  0,76%) und bei der Variante mit 1% Methyljasmonat 97,79% ( $\pm$  1,51%) (Abb. 7). Ein Kruskal-Wallis-Test zeigte keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Überlebensrate von L2 zwischen diesen Varianten ( $\chi^2= 0,810$ ;  $df= 4$ ;  $p= 0,937$ ).

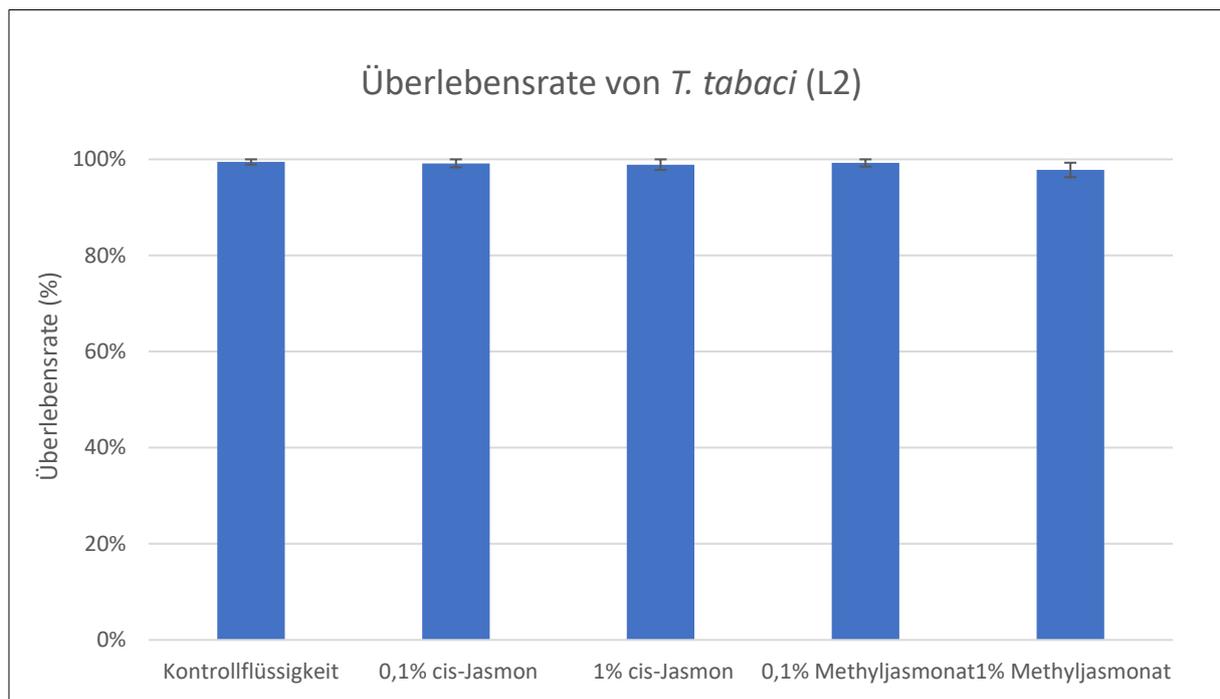


Abbildung 7: Überlebensraten (%; Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) nach 24 h von *T. tabaci* L2, die auf Gurkenblattscheibchen mit Kontrollflüssigkeit oder den Testsubstanzen behandelt worden waren.  
n.s. – Kruskal-Wallis-Test

## 3.2. Wahlversuche

### 3.2.1. Wahlversuche mit L2

#### 3.2.1.1. Saugschaden in Wahlversuchen mit *cis*-Jasmon

In Wahlversuchen wurde untersucht, ob die Testsubstanzen eine deterrente Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* haben. Dafür wurden in Petrischalen je ein Gurkenblattscheibchen abgelegt, welches mit Kontrollflüssigkeit besprüht worden war und eines, welches mit einer Testsubstanz besprüht worden war. Die Larven wurden auf einem Startpunkt in der Mitte der Petrischale abgesetzt und nach 24 Stunden wurde der Saugschaden, i.e. die von den Larven besaugte Fläche ( $\text{mm}^2$ ) auf den Blattscheibchen erhoben.

Bei 0,1%igem *cis*-Jasmon wurde in jeder Petrischale im Durchschnitt  $1,50 \text{ mm}^2 (\pm 0,59)$  Blattfläche des Kontrollscheibchens und  $6,28 \text{ mm}^2 (\pm 0,77)$  des mit Substanz behandelten Scheibchens besaugt (Abb. 8). Der Unterschied zwischen diesen beiden Varianten war signifikant (t-Test;  $t = -4,082$ ;  $df = 28$ ;  $p = <0,001$ ). Für die Wahlversuche mit 1%igem *cis*-Jasmon konnten folgende Werte berechnet werden: im Durchschnitt wurden auf den Kontrollscheibchen  $0,55 \text{ mm}^2 (\pm 0,29)$  Blattfläche besaugt und auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen  $9,13 \text{ mm}^2 (\pm 0,92)$ . Es wurde also signifikant mehr Blattfläche auf den behandelten Blattscheibchen besaugt als auf den unbehandelten Kontrollblattscheibchen (t-Test;  $t = -8,049$ ;  $df = 30$ ;  $p = <0,001$ ).

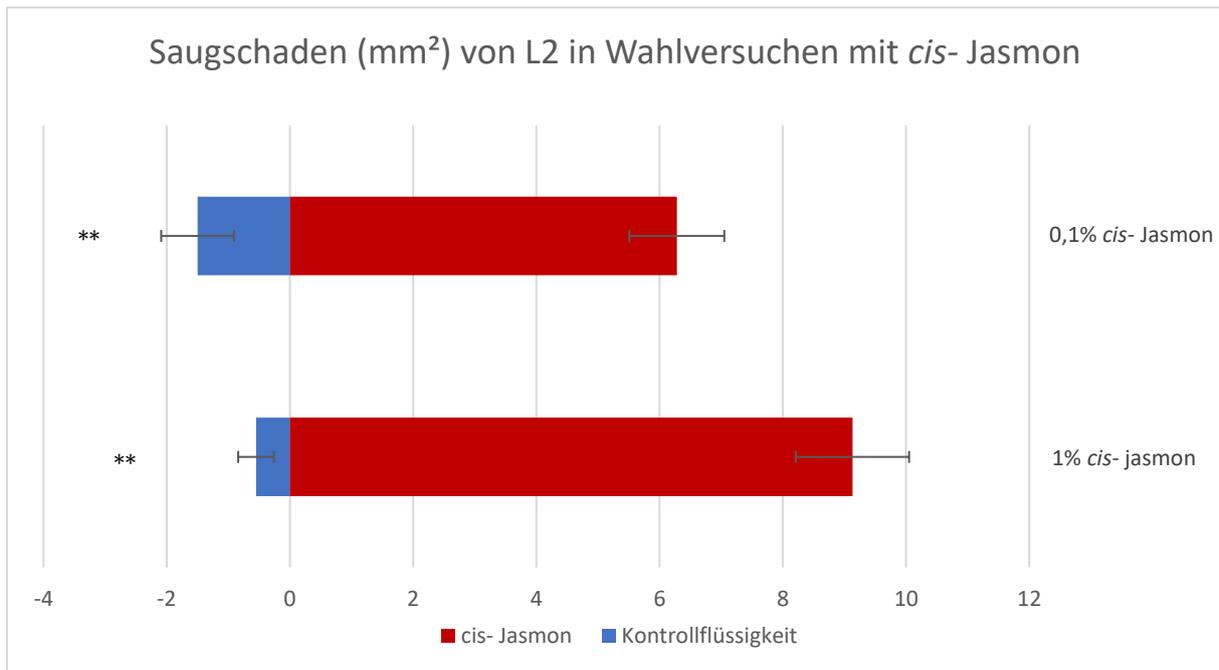


Abbildung 8: Saugschaden (mm<sup>2</sup>, Mittelwert ± Standardfehler) von *T. tabaci* L2 auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit *cis*- Jasmon in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit.  $p < 0,001$  sowohl für Wahlversuche mit 0,1%- als auch 1%igem *cis*- Jasmon, *t*- Test

### 3.2.1.2. Saugschaden in Wahlversuchen mit Methyljasmonat

Bei den Wahlversuchen mit 0,1% Methyljasmonat entschieden sich mehr Larven dafür, die mit Substanz behandelte Blattfläche zu besaugen, im Durchschnitt waren dies 3,00 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  0,78) (Abb. 9). Bei den Kontrollscheibchen wurden im Durchschnitt 2,44 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  0,61) besaugt. Jedoch gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden (t-Test;  $t = -0,438$ ;  $df = 21$ ;  $p = 0,666$ ). Bei 1%igem Methyljasmonat wurden im Durchschnitt 3,68 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  0,75) Blattfläche des mit Substanz behandelten Scheibchen besaugt und 2,92 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  0,76) der Kontrollscheibchen. Es wurde hier also auch mehr mit Methyljasmonat behandelte Blattfläche besaugt. Jedoch war auch hier das Testergebnis nicht signifikant (t-Test;  $t = -0,559$ ;  $df = 22$ ;  $p = 0,582$ ). Beim Vergleich der unterschiedlichen Konzentrationen von Methyljasmonat ist ersichtlich, dass bei den Wahlversuchen mit 1%igem Methyljasmonat sowohl auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen als auch auf den Kontrollscheibchen mehr Blattfläche besaugt wurde als bei den Versuchen mit 0,1%igem Methyljasmonat.

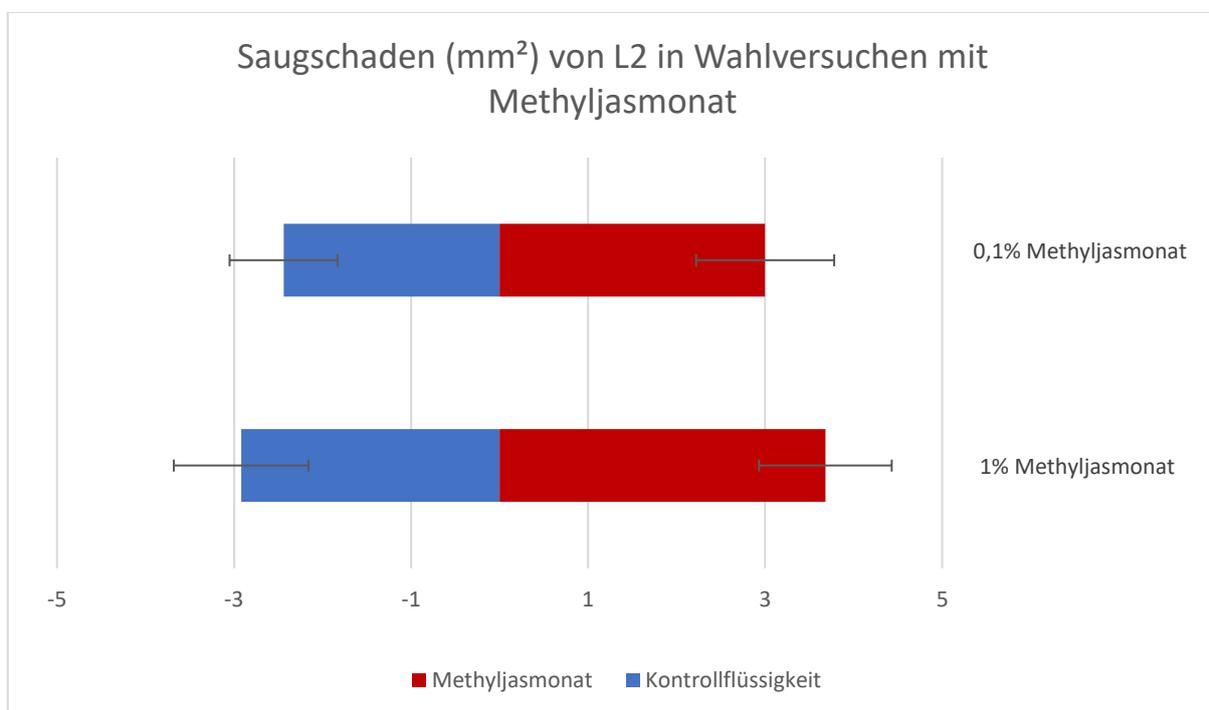


Abbildung 9: Saugschaden (mm<sup>2</sup>, Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) von *T. tabaci* L2 auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit Methyljasmonat in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%- als auch 1%iges Methyljasmonat, t-Test

## 3.2.2. Wahlversuche mit adulten Tieren

### 3.2.2.1. Saugschaden in Wahlversuchen mit *cis*- Jasmon

Anschließend an die Wahlversuche mit Larven wurden die Versuche auch mit adulten *T. tabaci*-Weibchen durchgeführt. Hier wurde ebenfalls der Saugschaden, i.e. die von den Thripsen besaugte Fläche (mm<sup>2</sup>) ausgewertet und zusätzlich noch die Anzahl an abgelegten Eiern. Bei den Wahlversuchen mit 0,1%igem *cis*- Jasmon wählten mehr Individuen die mit Kontrollflüssigkeit behandelten Blattscheibchen. Im Durchschnitt wurden hier 7,89 mm<sup>2</sup> ( $\pm 1,44$ ) besaugt und bei den mit Substanz behandelten Scheibchen 4,68 mm<sup>2</sup> ( $\pm 1,18$ ) (Abb. 10). Ein t- Test zeigte, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Kontrollflüssigkeit und *cis*- Jasmon bei diesem Wahlversuch gibt ( $t=1,357$ ;  $df=23$ ;  $p=0,188$ ). Bei 1%igem *cis*- Jasmon betrug der verursachte Saugschaden auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen im Durchschnitt 10,03 mm<sup>2</sup> ( $\pm 1,69$ ) und auf den Kontrollscheibchen 7,79 mm<sup>2</sup> ( $\pm 1,25$ ). Somit wurde mehr Blattfläche auf dem mit *cis*- Jasmon behandelten Scheibchens besaugt als auf dem Kontrollscheibchen. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied gefunden werden (t-Test;  $-0,850$ ;  $df=20$ ;  $p=0,405$ ).

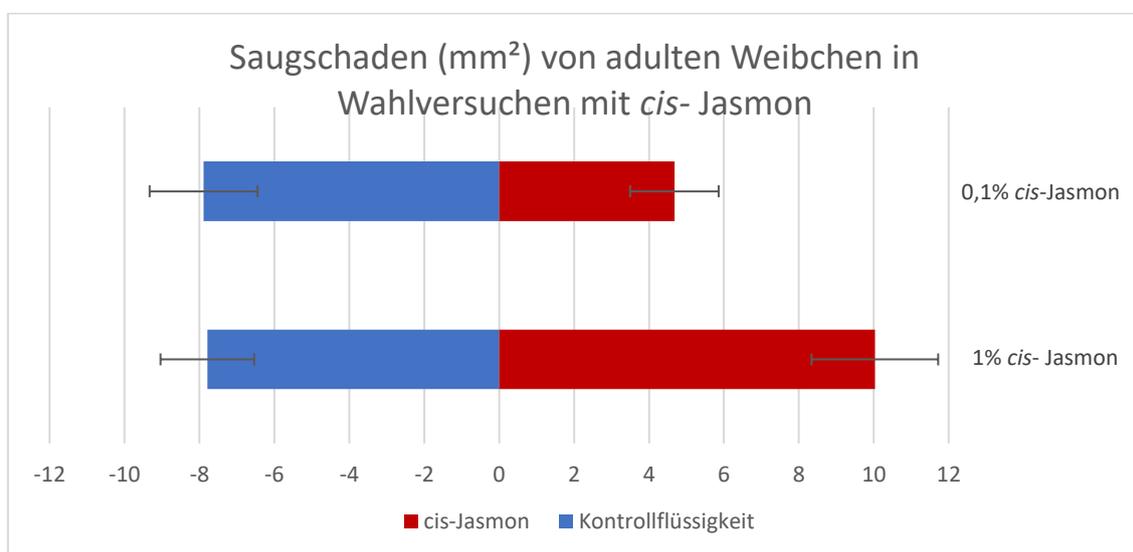


Abbildung 10: Saugschaden (mm<sup>2</sup>, Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) von adulten *T. tabaci* Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit *cis*- Jasmon in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%- als auch 1%iges *cis*- Jasmon, t- Test

### 3.2.2.2. Eiablage in Wahlversuchen mit *cis*- Jasmon

Bei der Eiablage in Wahlversuchen mit 0,1%igem *cis*- jasmon wurden im Durchschnitt 3,04 Eier ( $\pm 0,62$ ) auf den Kontrollscheibchen und auf den mit Substanz behandelten 1,46 ( $\pm 0,39$ ) Eier abgelegt (Abb. 11). Es wurden also mehr Eier auf den Kontrollscheibchen abgelegt. Der Unterschied ist aber nicht signifikant (t- Test;  $t= 1,929$ ;  $df= 23$ ;  $p= 0,066$ ). Bei den Wahlversuchen mit 1%igem *cis*- Jasmon wurden ebenfalls weniger Eier auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen abgelegt. Im Durchschnitt waren es 3,43 ( $\pm 0,55$ ) auf den Kontrollscheibchen und 2,90 ( $\pm 0,53$ ) auf den mit Substanz behandelten Scheibchen. Der Unterschied ist aber auch hier nicht signifikant (t- Test;  $t= 0,524$ ;  $df= 20$ ;  $p= 0,606$ ). Beim Vergleich von 0,1%- und 1%igem *cis*- Jasmon kann man erkennen, dass bei der 1 %igen Variante sowohl bei den Kontrollscheibchen als auch bei den mit *cis*- Jasmon behandelten Scheibchen mehr Eier abgelegt wurden als bei den Versuchen mit 0,1%igem *cis*- Jasmon.

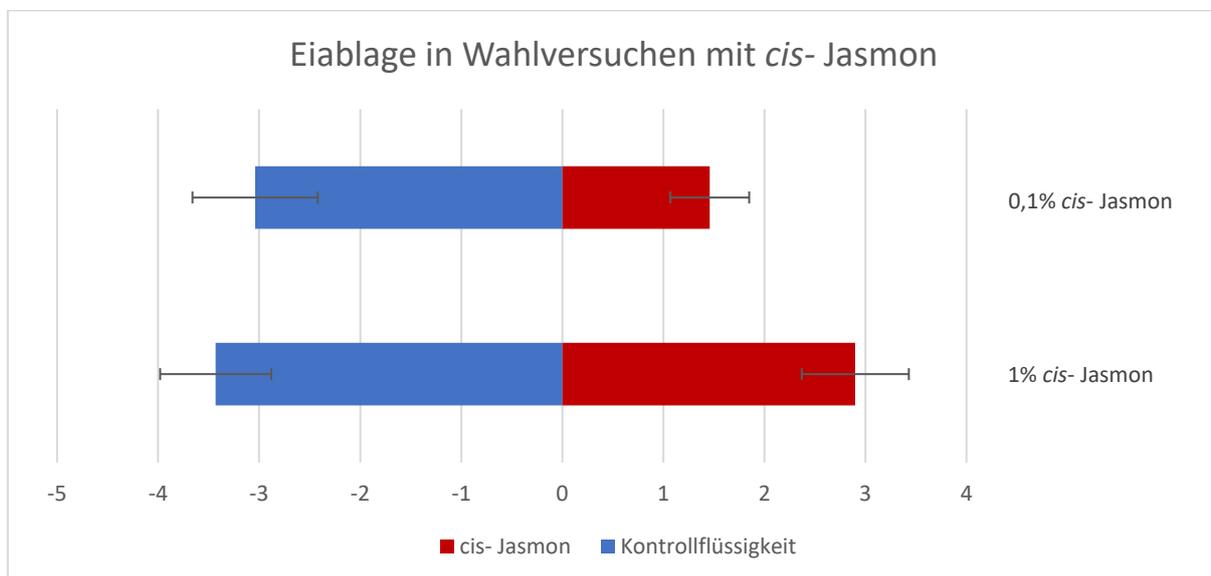


Abbildung 11: Anzahl an abgelegten Eiern (Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) von adulten *T. tabaci* Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit 0,1%- und 1%igem *cis*- Jasmon und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%iges als auch 1%iges *cis*- Jasmon, t- Test

### 3.2.2.3. Saugschaden in Wahlversuchen mit Methyljasmonat

Bei 0,1%igem Methyljasmonat besaugten die adulten Weibchen im Durchschnitt 6,12 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  1,39) Blattfläche auf den Kontrollscheibchen und 4,05 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  1,35) auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen (Abb. 12). Es konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden (t- Test;  $t= 0,903$ ;  $df= 20$ ;  $p= 0,377$ ). Auch bei den Wahlversuchen mit 1%igem Methyljasmonat wurde mehr Blattfläche auf den Kontrollscheibchen besaugt. Im Durchschnitt waren es bei den mit Substanz behandelten Scheibchen 2,32 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  0,67) und bei den Kontrollscheibchen 5,79 mm<sup>2</sup> ( $\pm$  1,08). Mit einem t-Test konnte hier ein signifikanter Unterschied gefunden werden ( $t= 2,180$ ;  $df= 21$ ;  $p= 0,041$ ). Bei den Versuchen mit 1%igem Methyljasmonat wurde sowohl bei den Kontrollscheibchen als auch bei den mit Substanz behandelten Blattscheibchen weniger Blattfläche besaugt als bei den Wahlversuchen mit 0,1%igem Methyljasmonat.

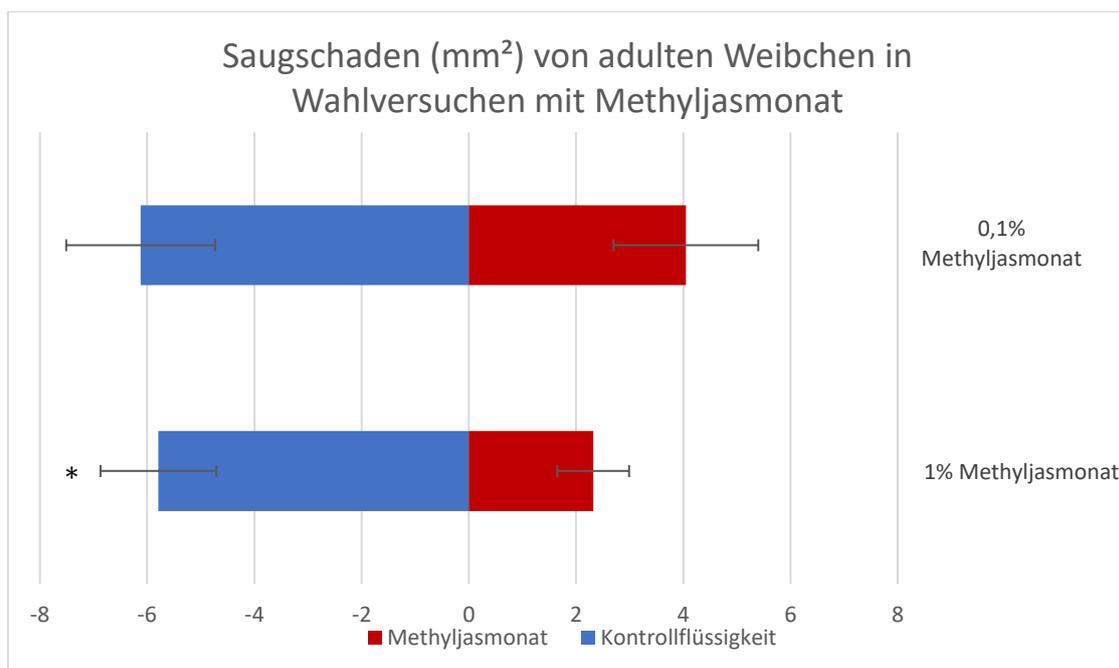


Abbildung 12: Saugschaden (mm<sup>2</sup>, Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) von *T. tabaci* L2 auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit Methyljasmonat in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit.

*n.s.* für 0,1%iges Methyljasmonat, t- Test

$p= 0,041$  für 1%iges Methyljasmonat

### 3.2.2.4. Eiablage in Wahlversuchen mit Methyljasmonat

Auf den mit 0,1%igem Methyljasmonat behandelten Blattscheibchen wurden im Durchschnitt 1,86 ( $\pm 0,60$ ) Eier abgelegt und auf den Kontrollscheibchen 3,33 ( $\pm 0,60$ ) (Abb. 13). Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied gefunden werden (t- Test;  $t=1,447$ ;  $df=20$ ;  $p=0,163$ ). Bei den Wahlversuchen mit 1%igem Methyljasmonat wurden auf den Kontrollscheibchen ebenfalls mehr Eier abgelegt, im Durchschnitt waren es 3,05 ( $\pm 0,48$ ). Auf den Blattscheibchen die mit Substanz behandelt wurden, waren es im Durchschnitt 0,95 ( $\pm 0,28$ ) Eier. Es konnte ein signifikanter Unterschied gefunden werden (t- Test;  $t=3,195$ ;  $df=21$ ;  $p=0,004$ ). Es wurden bei den Wahlversuchen mit 1%igem Methyljasmonat sowohl bei den Kontrollscheibchen als auch bei den mit Substanz behandelten Scheibchen weniger Eier abgelegt als bei den Versuchen mit 0,1%igem Methyljasmonat.

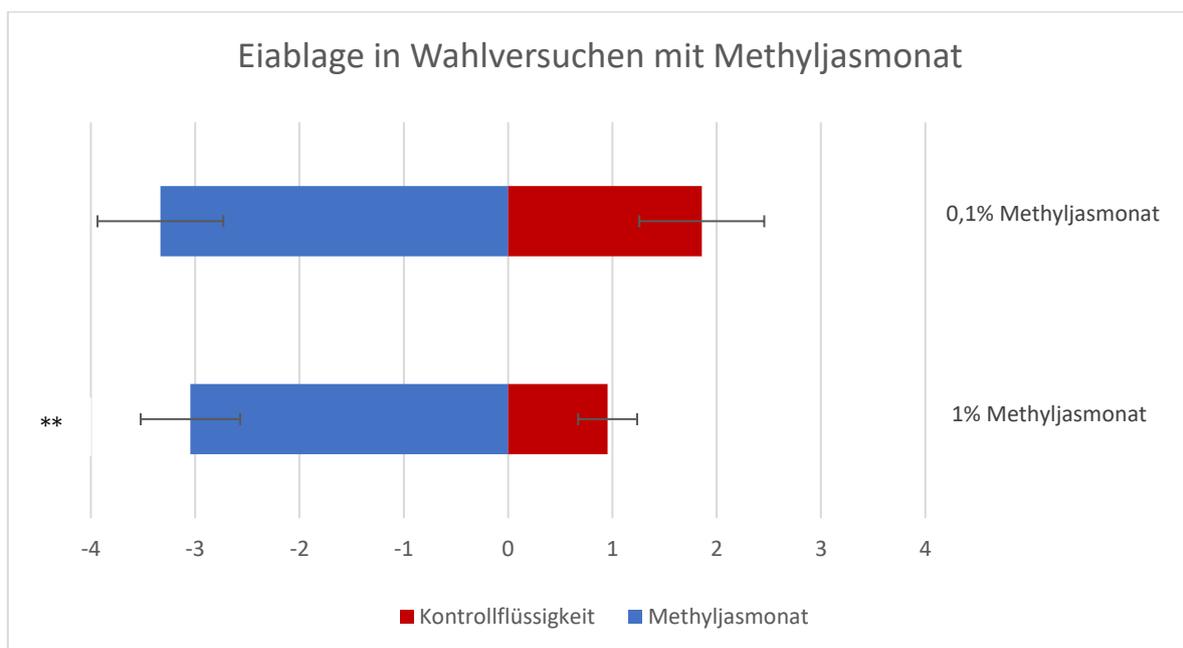


Abbildung 13: Anzahl an abgelegten Eiern (Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) von adulten *T. tabaci* Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit 0,1%- und 1%igem Methyljasmonat und Kontrollflüssigkeit.

n.s. für 0,1%iges Methyljasmonat, t- Test

$p=0,004$  für 1%iges Methyljasmonat, t- Test

### 3.3. Olfaktometer- Versuche

Im Olfaktometer wurden olfaktorische Reaktionen (neutral, anlockend oder abweisend) der Larven von *T. tabaci* auf die Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 1% und 10% getestet (Tab 2).

Für *cis*- Jasmon in 1%iger Konzentration wurden folgende Werte ermittelt: 54 Larven (90%) entschieden sich für den Duftstoff, 6 Larven (10%) entschieden sich für die Kontrolle und 32 Larven entschieden sich für keine der beiden Varianten. Ein Test auf Binomialverteilung zeigte, dass sich signifikant mehr Larven für den Duftstoff entschieden, wenn sie sich zwischen einem mit *cis*- Jasmon beladenen oder einem Luftstrom ohne Duftstoff entscheiden konnten ( $p = <0,001$ ).

Bei *cis*- Jasmon in 10%iger Konzentration entschieden sich weniger Larven für den Duftstoff als noch bei der 1%igen Variante. Von 60 Larven entschieden sich 44 (73,33%) für den Duftstoff und 16 (26,67%) für die Kontrolle. 23 Larven entschieden sich weder für den Duftstoff noch für die Kontrolle. Ein Test auf Binomialverteilung zeigte, dass sich auch bei der 10%igen Variante signifikant mehr Larven für den Duftstoff entschieden, wenn sie die Wahl zwischen einem mit *cis*- Jasmon beladenen und einem Luftstrom ohne Duftstoff hatten ( $p = <0,001$ ).

Die Ergebnisse für die Olfaktometer- Versuche für 1%iges Methyljasmonat ergaben sich wie folgt: Von 60 Larven wählten 19 (31,67%) den Duftstoff und 41 (68,33%) wählten die Kontrolle. 16 Larven trafen keine Entscheidung. Ein Test auf Binomialverteilung zeigte, dass sich signifikant mehr Larven für den Duftstoff entschieden, wenn sie sich entweder zwischen einem mit Methyljasmonat beladenen oder einem Luftstrom ohne Duftstoff entscheiden konnten ( $p = 0,006$ ).

Die Überprüfung von 10%igem Methyljasmonat im Olfaktometer hatte zum Ergebnis, dass sich 25 (41,67%) von 60 Larven für den Duftstoff entschieden und 35 (58,33%) die Kontrolle wählten. 15 Larven fällten keine Entscheidung. Es wählten also geringfügig mehr Larven den Duftstoff als noch bei der 1%igen Variante. Ein Test auf Binomialverteilung zeigte, dass sich die Larven nicht signifikant für den Duftstoff oder die Kontrolle entschieden, wenn sie die Wahl zwischen einem mit Methyljasmonat beladenen und einem Luftstrom ohne Duftstoff hatten. ( $p = 0,245$ ).

Tab. 2: Olfaktorische Reaktionen von *T. tabaci* L2 auf die Substanzen *cis*-Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 1% und 10% in einem Y-Olfaktometer.

Substanz	Anteil der Entscheidungen von L2 für		Signifikanz	Larven- entscheidungen insgesamt	Getestete Larven
	Probe	Kontrolle			
1% <i>cis</i> - Jasmon	90,00% (±3,91%)	10,00% (±3,91%)	p= <0,001	60	92
10% <i>cis</i> - Jasmon	73,33% (±5,76%)	26,67% (±5,76%)	p= <0,001	60	83
1% Methyl- jasmonat	31,67% (±6,06%)	68,33% (±6,06%)	p= 0,006	60	76
10% Methyl- jasmonat	41,67% (±6,42%)	58,33% (±6,42%)	p= 0,245	60	75

## 4. Diskussion

Pflanzen reagieren auf Fraßaktivität von Herbivoren zumeist mit der Produktion von toxischen sekundären Pflanzenstoffen wie zum Beispiel Alkaloide, Terpene oder auch phenolische Stoffe (Schütz et al., 2014). Die Saugaktivität von Thripsen an *Arabidopsis thaliana*-Pflanzen und Blattscheibchen zeigte sich in einer erhöhten Produktion von Jasmonaten (Abe et al., 2008). Die von Pflanzen gebildeten Toxine sollen sie vor Herbivorenfraß schützen (Santamaria et al., 2013). Für Insekten toxische Stoffe sind zum Beispiel 1,8- Cineol, Carvacrol, und Eugenol (Mossa, 2016). Kommerziell genutzte Bioinsektizide, die in den letzten 15 Jahren erfolgreich waren, basieren entweder auf Extrakten von Neem- Samen (Azadirachthin) oder auf ätherischen Pflanzenölen (Isman et al., 2011).

Um eine toxische Wirkung von *cis*- Jasmon und Methyljasmonat auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* zu überprüfen, wurden diese auf Gurkenblattscheibchen mit den Substanzen besprüht und nach 24 Stunden die Überlebensrate berechnet. In der vorliegenden Arbeit zeigten *Cis*- Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 0,1% und 1% keine direkte toxische Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci*. In einer vorhergehenden Diplomarbeit an der Abteilung Pflanzenschutz an der Universität für Bodenkultur Wien konnte ebenso keine direkte toxische Wirkung dieser beiden Reinsubstanzen auf Larven von *F. occidentalis* festgestellt werden (Egger, 2011).

Ätherische Öle der Pflanzen *Artemisia herba-alba* und *Artemisia monosperma* hatten eine toxische Wirkung auf *T. tabaci*. Durch eine chemische Analyse beider Öle konnten einige Reinsubstanzen aus der Pflanzenstoffgruppe der Terpene in den Ölen festgestellt werden. Soliman (2007) sah diese als mögliche Ursache für die toxische Wirkung. In einer Studie von Koschier et al. (2002) konnte gezeigt werden, dass Terpinen-4-ol, eine der Reinsubstanzen, die im ätherischen Majoranöl vorkommt, appliziert auf Lauchblattscheibchen, eine toxische Wirkung auf adulte Weibchen von *T. tabaci* hat; ätherische Öle von Majoran, Lavendel, Minze, Rosenöl sowie die Reinsubstanzen Linalool und Eugenol, ebenfalls auf Lauchblattscheibchen appliziert, zeigten dagegen keine derartigen Wirkungen (Koschier et al., 2002).

Anschließend an die Versuche der Kontakttoxizität wurden Wahlversuche mit Larven und adulten Weibchen durchgeführt. In diesen Wahlversuchen wurde eine Präferenz der verschiedenen Stadien von *T. tabaci* für die mit den Testsubstanzen behandelten oder unbehandelten Gurkenblattscheibchen geprüft. Von einer deterrenten Wirkung ist die Rede, wenn eine Substanz geschmacklich abweisend ist und/oder eine Oviposition verhindert. Von einer repellenten Wirkung spricht man, wenn eine Substanz geruchlich abweisend ist und eine anlockende Wirkung hat eine Substanz dann, wenn sich ein Insekt zum Ursprung seiner Quelle hinbewegt. Eine Substanz kann bei Insekten aber auch eine fraßstimulierende bzw. zur Oviposition anregende Wirkung haben (Dethier et al., 1960).

*T. tabaci*-Larven (L2) reagierten in der vorliegenden Arbeit auf *cis*- Jasmon, der Stoff hatte eine fraßstimulierende Wirkung. In Wahlversuchen wurde auf den Blattscheibchen, die mit diesem Pflanzenstoff in 0,1%iger oder 1%iger Konzentration besprüht worden waren signifikant mehr Blattfläche von den Larven besaugt als auf jenen die mit Kontrollflüssigkeit behandelt wurden.

Dagegen verursachten die Larven hinsichtlich des Saugschadens auf den Gurkenblattscheibchen, welche mit Methyljasmonat behandelt wurden, keinen signifikanten Unterschied zu den Kontrollblattscheibchen.

In der vorliegenden Arbeit wurden mit dem 2. Larvenstadium von *T. tabaci* auch Olfaktometer-Versuche durchgeführt. Das Ziel war es herauszufinden, ob die Larven olfaktorische Reaktionen auf die Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat zeigen. Bei den Olfaktometer- Versuchen, die in dieser Arbeit mit Larven durchgeführt wurden, konnte sowohl bei 1%igen als auch bei 10%igem *cis*- Jasmon ein signifikanter Unterschied zur Kontrolle gefunden werden. Die Larven entschieden sich deutlich für die zu testende Substanz. Es bekräftigt auch jene Ergebnisse, die bei den Wahlversuchen mit L2 berechnet wurden. Die Larven reagierten bei Methyljasmonat in der 1%igen Variante signifikant auf den Duftstoff, denn die Mehrheit entschied sich für die Kontrolle. Die Variante mit 10%igen Methyljasmonat brachte keinen signifikanten Unterschied zwischen Duftstoff und Kontrolle. Demnach wirkt 1%iges Methyljasmonat repellent, jedoch nicht deterrent auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci*.

Koschier et al. (2000) testeten die Reaktionen von *F. occidentalis* auf verschiedene Substanzen, unter anderem Eugenol und Benzaldehyd. Die Tiere wurden nur bei einer bestimmten Konzentration von den Substanzen angelockt (Koschier et al., 2000).

Möglicherweise sind die Reaktionen die *T. tabaci* in der vorliegenden Arbeit auf Methyljasmonat zeigte, ebenfalls konzentrationsabhängig.

Koschier et al. (2007) führten Olfaktometer- Versuche mit adulten *T. tabaci* Weibchen und der Substanz Eugenol (in 1%- und 10%iger Konzentration) durch. Bei beiden Konzentrationen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Entscheidungen für Eugenol oder die Kontrolle (Koschier et al., 2007). Diese Untersuchungen zeigen, dass eine Erhöhung der Konzentration nicht unbedingt zu einer Reaktion bei Insekten führt.

In einer Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien wurden Olfaktometer-Versuche auch mit adulten Weibchen von *T. tabaci* durchgeführt. Die Versuche wurden mit 0,1%-, 1%- und 10%igen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat durchgeführt. Die Reaktionen der Weibchen waren bei *cis*- Jasmon tendenziell zur Substanz hin, es konnten aber keine signifikanten Unterschiede zwischen der Substanz und der Kontrolle gefunden werden. Bei Methyljasmonat entschieden sich bei der 0,1%igen Variante mehr Weibchen für den Duftstoff, bei den Varianten mit 1% und 10% waren es mehr Entscheidungen für die Kontrolle. *T. tabaci*-Weibchen reagierten nicht auf den Duftstoff Methylsalicylat (Ozinger, 2012).

In einer vorhergehenden Studie von Egger und Koschier (2014) wurde getestet, ob die beiden Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat, appliziert auf Bohnenblattscheibchen, eine Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *F. occidentalis* haben. Sie machten unter anderem einen Wahlversuch, bei dem je eine Larve in einer Petrischale die Wahl zwischen einem Kontrollblattscheibchen und einem mit Substanz behandelten Blattscheibchen hatte und fanden heraus, dass die deterrente Wirkung von *cis*-Jasmon und Methyljasmonat stärker wurde, wenn die Konzentrationen erhöht wurden (Egger & Koschier, 2014). Die Larven von *F. occidentalis* und *T. tabaci* unterscheiden sich somit in ihren Reaktionen auf *cis*-Jasmon und Methyljasmonat.

In Freilandversuchen konnte gezeigt werden, dass *T. obscuratus* von *cis*- Jasmon angelockt wird, *T. tabaci* hingegen kaum. Hier konnte nur eine geringe Anzahl an Tieren in den Fallen gefunden werden. Für Methyljasmonat konnte weder bei *T. obscuratus* noch bei *T. tabaci* eine signifikant anlockende Wirkung festgestellt werden (Teulon et al., 2007). El-Sayed et al. (2009) hatten bei ihren Versuchen auch das Ergebnis, dass *T. obscuratus* von *cis*- Jasmon angelockt wird. Es stellte sich heraus, dass es sogar eine größere Anziehung hat als das bereits bekannte Kairomon *p*- Anisaldehyd und konnte nur von Ethylnicotinat

in seiner anlockenden Wirkung übertroffen werden. In Freilandfallen wurde aber nicht nur *T. obscuratus* gefunden, sondern in kleinerer Anzahl auch *T. tabaci*. Aufgrund ihrer Ergebnisse zogen die Autoren der Studie es in Betracht, dass *cis*- Jasmon für das Populations- Monitoring von *T. obscuratus* verwendet werden könnte (El- Sayed et al., 2009).

Andere sekundäre Pflanzenstoffe, die eine olfaktorische Reaktion in Olfaktometer-Versuchen bei *T. tabaci* hervorgerufen hatten, waren die Substanz Linalool und das ätherische Öl von Rosmarin, welche eine repellente Wirkung zeigten (Koschier et al., 2007; Koschier & Sedy, 2003).

In vorhergehenden Studien wurden olfaktorische Reaktionen auf *cis*- Jasmon auch bei anderen Insekten getestet. *Cis*- Jasmon hat eine anlockende Wirkung auf den Siebenpunktmarientkäfer *C. septempunctata*, dies wurde in Olfaktometer- Versuchen festgestellt, und auf den Parasitoid *A. ervi*, was in Windtunnelstudien nachgewiesen wurde (Birkett et al., 2000). Eine repellente Wirkung hat *cis*- Jasmon bei der Salatblattlaus *Nasonovia ribisnigri* Mosley, was ebenfalls durch Olfaktometer- Experimente festgestellt wurde, und durch Feldversuche wurde diese Wirkung auch bei der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* entdeckt (Birkett et al., 2000). Auf die Käferart *Popillia japonica* hat es ebenfalls eine repellente Wirkung, dies wurde durch Feldfallen nachgewiesen (Loughrin et al., 1998).

In der vorliegenden Arbeit führten die Wahlversuche mit adulten *T. tabaci* Weibchen zu folgenden Ergebnissen: Sowohl bei der 0,1%igen Konzentration als auch bei der 1%igen konnte kein Unterschied in der Saugaktivität der adulten Tiere gefunden werden. Somit besteht hier ein Unterschied zum Verhalten der Larven. Neben der Saugaktivität der adulten Weibchen wurde auch die Anzahl der abgelegten Eier in den Blattscheibchen überprüft. Auf den mit *cis*-Jasmon behandelten Blattscheibchen bei 0,1%- und 1%iger Konzentration wurde wie bei der Saugaktivität kein signifikanter Unterschied zu den Kontrollblattscheibchen gefunden. Wenn man die Versuche mit den verschiedenen Konzentrationen vergleicht, fällt jedoch auf, dass bei den Versuchen mit der höheren Konzentration sowohl bei den Kontrollblattscheibchen als auch auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen in Summe etwas mehr Eier abgelegt bzw. auf den mit Substanz behandelten Blattscheibchen insgesamt auch etwas mehr Saugschaden

verursacht wurde, als bei den Versuchen mit der niedrigeren Konzentration. Dieser Effekt sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Egger et al. (2015) stellten fest, dass *cis*- Jasmon eine deterrente Wirkung auf adulte Weibchen von *F. occidentalis* hat. Sie konnten auch zeigen, dass kein Gewöhnungseffekt bei mehrmaligen Kontakt mit *cis*- Jasmon bei adulten Tieren entsteht (Egger et al., 2015). Egger et al. (2014) konnten zeigen, dass adulte Weibchen von *F. occidentalis* weniger Eier auf *cis*- Jasmon behandelten Bohnenblattscheibchen ablegten. Je höher die Konzentration, desto geringer war die Anzahl an abgelegten Eiern (Egger et al., 2014). Somit reagiert *F. occidentalis* anders auf *cis*- Jasmon als *T. tabaci*. Andere sekundäre Pflanzenstoffe, die eine deterrente Wirkung auf *T. tabaci* hatten, waren die ätherischen Öle von Majoran, Lavendel, Minze sowie Rosmarinöl, welche auf Lauchblattscheibchen appliziert worden waren; Die sekundären Pflanzenstoffe Linalool und Eugenol verminderten die Anzahl an *T. tabaci* Weibchen, die sich auf Gurken- oder Lauchblattscheibchen niederließen (Koschier et al., 2007).

Bei den Wahlversuchen mit adulten Weibchen und Methyljasmonat konnte in der vorliegenden Arbeit eine deterrente Wirkung bei der 1%igen Konzentration festgestellt werden. Bei der Kontrolle wurde deutlich mehr Blattfläche als bei den mit Substanz behandelten Blattscheibchen besaugt. Ähnlich zeigte sich das Bild der auf den Blattscheibchen abgelegten Eier. Auf den Gurkenblattscheibchen, welche mit 1%igem Methyljasmonat behandelt worden waren, wurden signifikant weniger Eier abgelegt. Bei der 0,1%igen Konzentration konnte weder bei Saugaktivität noch bei der Eiablage ein signifikanter Unterschied im Verhalten der Tiere gefunden werden.

Auch *F. occidentalis* reagierte abweisend auf Methyljasmonat (Egger et al., 2014). Es konnte auch hier gezeigt werden, dass kein Gewöhnungseffekt bei mehrmaliger Behandlung bei dieser Insektenart auftritt (Egger et al., 2015). Die Eiablagerrate wurde durch Methyljasmonat ebenso verringert (Egger et al., 2014; Egger et al., 2015). In einer Studie von Koschier et al. (2007) stellte sich heraus, dass *T. tabaci* auf Lauchblattscheibchen, welche mit Linalool oder Eugenol behandelt worden waren, weniger Eier abgelegt wurden (Koschier et al., 2007). Die Eiablagerrate von *T. tabaci* wurde auch durch die Öle von Majoran, Lavendel und Minze (Koschier & Sedy, 2003), sowie durch die sekundären Pflanzenstoffe Thymol und Carvacrol auf Lauchblattscheibchen reduziert (Sedy & Koschier, 2003). Ein anderer sekundärer

Pflanzenstoff, Methylsalicylat, erhöhte die Eiablagerrate von *T. tabaci* auf Lauchblattscheibchen in Versuchen, die im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Abteilung für Pflanzenschutz, durchgeführt wurden (Ozinger, 2012).

Die Ergebnisse der Wahlversuche in der vorliegenden Arbeit zeigten, dass es deutliche Unterschiede bei den Reaktionen der Larven und der adulten Weibchen auf die Substanzen *cis*-Jasmon und Methyljasmonat gibt. Bei *F. occidentalis* sind sich die beiden Stadien in ihrem Verhalten gegenüber diesen Substanzen ähnlicher als bei *T. tabaci* (Egger et al., 2014; Egger et al., 2015).

## 5. Schlussfolgerung und Ausblick

Das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* reagierte auf die Substanzen *cis*- Jasmon und Methyljasmonat anders als adulte Weibchen. Diese Art unterscheidet sich somit von *F. occidentalis*, bei welcher beide Stadien ähnlich auf die beiden Substanzen reagierten. Diese Unterschiede sollten in weiteren Studien untersucht bzw. auch mit anderen Substanzen überprüft werden.

Aufgrund der Ergebnisse von Teulon et al. (2007), El-Sayed et al. (2009), der Diplomarbeit von Ozinger (2012) sowie der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit scheint *cis*- Jasmon nicht geeignet für das Populations- Monitoring von *T. tabaci*. Durch die Versuche der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass *cis*- Jasmon eine deutlich anlockende Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* hat. Jedoch werden Larven aufgrund ihrer Flugunfähigkeit (z.B. Van Rijn et al., 1995) bei einem Populations- Monitoring nicht erfasst (z.B. Moritz, 2006; Crüger et al., 2002).

Durch die deterrente Wirkung von Methyljasmonat auf *F. occidentalis* gab es Überlegungen, jenes in Bekämpfungsstrategien dieses Schädlings einzubauen (Egger et al., 2014; Egger et al., 2015). Ob dies auch für Bekämpfungsstrategien gegen *T. tabaci* möglich wäre ist fraglich, da sich durch die Versuche dieser Arbeit herausstellte, dass adulte Tiere durchaus Reaktionen zeigen, Larven hingegen kaum auf den Wirkstoff reagieren.

Soweit bekannt sind die Olfaktometer- Versuche, die in dieser Arbeit durchgeführt wurden die ersten mit Thysanopteren- Larven. Im Unterschied zu den Versuchen, die bereits mit adulten Tieren in vorhergehenden Arbeiten gemacht wurden, wurde die Zeit, die den Larven für die Entscheidungsfindung zur Verfügung stand von drei auf vier Minuten erhöht. Dies ist zurückzuführen auf die geringere Mobilität der Larven. Auffällig war bei den Versuchen, dass bei manchen Serien eine hohe Anzahl an Larven war, welche keine Entscheidung trafen. Eine mögliche Ursache könnte die Lichtquelle sein, die direkt oberhalb des Ypsilon- Röhrchens befestigt war, in welchem die Entscheidungen getroffen wurden, denn Thripse ziehen sich gerne in Spalten zurück (Thigmotaxis) (Moritz, 2006) und sie waren im Röhrchen einer gänzlich anderen Umgebung ausgesetzt. Möglicherweise haben diese Faktoren Irritationen bei den Larven verursacht. Für

künftige Versuche mit Thysanopteren- Larven wäre es eventuell sinnvoll, einen anderen Lichteinfall zu wählen. Derartige Versuche bieten die Möglichkeit, eine repellente Wirkung von einer deterrenten Wirkung unterscheiden zu können, also ob eine Reaktion auf geschmacklichen oder geruchlichen Reizen basiert. In Zukunft wäre es möglich, weitere Versuche mit anderen Thysanopteren- Larven und auch anderen Substanzen durchzuführen.

# Literaturverzeichnis

Abe, H.; Ohnishi, J.; Narusaka, M.; Seo, S.; Narusaka, Y.; Tsuda, S.; Kobayashi, M. (2008): Function of Jasmonate in Response and Tolerance of Arabidopsis to Thrip Feeding. *Plant & Cell Physiology* 49 (1), 68-80.

Bag, S.; Rondon, S. I.; Druffel, K. L.; Riley, D. G.; Pappu, H. R. (2014): Seasonal Dynamics of Thrips (*Thrips tabaci*) (Thysanoptera: Thripidae) Transmitters of Iris Yellow Spot Virus: A Serious Viral Pathogen of Onion Bulb and Seed Crops. *Journal of Economic Entomology* 107 (1), 75-82.

Balmer, D. und Mauch-Mani, B. (2012): Plant Hormones and Metabolites as Universal Vocabulary in Plant Defense Signaling. In: Witzany, G. und Baluska, F. (Hrsg.): *Biocommunication of Plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 37-50.

Birkett M. A.; Campbell, C. A. M.; Chamberlain, K.; Guerrieri, E.; Hick, A. J.; Martin, J. L.; Matthes, M.; Napier, J. A.; Pettersson, J.; Pickett, J. A.; Poppy, G. M.; Pow, E. M.; Pye, B. J. Smart, L. E.; Wadhams, G. H.; Woodcock, C. M. (2000): New roles for *cis*-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 97 (16), 9329-9334.

Böhmer, B. und Wohanka, W. (2008): *Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an Zierpflanzen, Obst und Gemüse*. 2., stark überarbeitete Auflage, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 234.

Börner, H. (2009): *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 8. neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 206, 561, 575.

Bruce, T. J. A.; Pickett, J. A.; Smart, L. E. (2003): *cis*-Jasmone switches on plant defence against insects. *Pesticide Outlook* 52, 96-98.

Brunissen, L.; Vincent, C.; Le Roux, V.; Giordanengo, P. (2010): Effects of systemic potato response to wounding and jasmonate on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Sternorrhyncha: Aphididae). *Journal of Applied Entomology* 134 (7), 562-571.

Brunner P. C., Chatzivassiliou E. K., Katis N. I. and Frey J. E. (2004): Host-associated genetic differentiation in *Thrips tabaci* (Insecta; Thysanoptera), as determined from mtDNA sequence data. *Heredity* 93 (4): 364-370.

Bundesamt für Ernährungssicherheit (2018): Pflanzenschutzmittelregister – Stamminformationen. URL:  
[http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2\\$PMG\\_WEB\\_STAMMINFO.ActionQuery](http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2$PMG_WEB_STAMMINFO.ActionQuery)  
[20.1.2018].

Butt, T. M. und Brownbridge, M. (1997): Fungal Pathogens of Thrips. In: Lewis, T. (Hrsg.): *Thrips as Crop Pests*. Cab International, Oxon, Großbritannien, S. 399-433.

Chehab, E. W. und Braam, J. (2012): Jasmonates in Plant Defense Responses. In: Witzany, G. und Baluska, F. (Hrsg.): *Biocommunication of Plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 67-88.

Childers C. C. und Achor D. S. (1995): Thrips Feeding and Oviposition Injuries to Economic Plants, Subsequent Damage and Host Responses to Infestation. In: Parker, B. L. (Hrsg.): *Thrips Biology and Management*, Plenum Press, New York, 31-51.

Crüger, G.; Backhaus, G. F.; Hommes, M.; Smolka, S. und Vetten H.-J. (2002): Pflanzenschutz im Gemüsebau. 4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 25-26, 54-55, 137-140, 276.

Dethier, V. G.; Barton Browne, L.; Smith, C. N. (1960): The Designation of Chemicals in Terms of the Responses They Elicit from Insects. *Journal of Economic Entomology* 53 (1), 134-136.

Diaz-Montano, J.; Fuchs, M.; Nault, B. A.; Fail, J.; Shelton, A. M. (2011): Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae): A Global Pest of Increasing Concern in Onion. *Journal of Economic Entomology* 104 (1), 1-13.

Egger, B. (2011): Die Wirkung von Salicylsäure und Jasmonsäurederivaten auf Larven von *Frankliniella occidentalis* Pergande. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

Egger, B. und Koschier, E. H. (2014): Behavioural responses of *Frankliniella occidentalis* Pergande larvae to methyl jasmonate and *cis*-jasmone. *Journal of Pest Science* 87, 53-59.

Egger, B.; Spangl, B.; Koschier, E. H. (2014): Habituation in *Frankliniella occidentalis* to deterrent plant compounds and their blends. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 151, 231-238.

Egger, B.; Spangl, B.; Koschier, E. H. (2015): Continuous exposure to the deterrents *cis*-jasmone and methyl jasmonate does not alter the behavioural responses of *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 158, 78-86.

El-Sayed, A. M.; Mitchell, V. J.; McLaren, G. F.; Manning, L. M.; Bunn, B.; Suckling, D. M. (2009): Attraction of New Zealand Flower Thrips, *Thrips obscuratus*, to *cis*-Jasmone, a Volatile Identified from Japanese Honeysuckle Flowers. *Journal of Chemical Ecology* 35, 656-663.

Fournier, F.; Boivin, G.; Stewart, R. K. (1995): Effect of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on yellow onion yields and economic thresholds for its management. *Journal of Economic Entomology* 88,1401-1407.

Fritzsche, R. und Keilbach, R. (1994): Die Pflanzen-, Vorrats- und Materialschädlinge Mitteleuropas. Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 69-74.

Howe, G. A. und Jander, G. (2008): Plant Immunity to Insect Herbivores. *Annual Review of Plant Biology* 59, 41-66.

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) (2017): IRAC Mode of Action Classification Scheme. URL: [www.irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf](http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf) [24.1.2018].

Isman, M. B.; Miresmailli, S.; Machial, C. (2011): Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochemistry Reviews* 10, 197-204.

Kahrer, A. und Gross, M. (2002): Gemüseschädlinge. Erkennung, Lebensweise, Bekämpfung. 1., Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Österreich, S. 120-122.

Khaliq, A.; Khan, A. A.; Afzal, M.; Tahir, H. M.; Raza, A. M.; Khan, A. M. (2014): Field evaluation of selected botanicals and commercial synthetic insecticides against *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) populations and predators in onion field plots. *Crop Protection* 62, 10-15.

Koschier, E. H.; De Kogel, W. J.; Visser, J. H. (2000): Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology* 26 (12), 2643-2655.

Koschier, E. H.; Riefler, J.; Sedy, K. (2007): Bioactive plant compounds for control of *Thrips tabaci*. *IOBC/WPRS Bulletin* 30 (8), 1-8.

Koschier, E. H.; Sedy, K. A.; Novak, J. (2002): Influence of plant volatiles on feeding damage caused by the onion thrips *Thrips tabaci*. *Crop Protection* 21, 419-425.

Koschier, E. H. und Sedy, K. A. (2003): Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* lindeman. *Crop Protection* 22, 929-934.

Loughrin, J. H.; Potter, D. A.; Hamilton-Kemp, T. R. (1998): Attraction of Japanese Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) to Host Plant Volatiles in Field Trapping Experiments. *Environmental Entomology* 27, 395-400.

Mookherjee, B. D.; Trenkle, R. W.; Wilson, R. A. (1990): The chemistry of flowers, fruits and spices: live vs. dead a new dimension in fragrance research. *Pure and Applied Chemistry* 62 (7), 1357-1364.

Moritz, G. (1997): Structure, Growth and Development. In: Lewis, T. (Hrsg.): *Thrips as Crop Pests*. Cab International, Oxon, Großbritannien, S. 15-63.

Moritz, G. (2006): Thripse. Fransenflügler, Thysanoptera. 1. Auflage, Westarp-Wissenschaften Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben, S. 160-161, 310.

Mound, L. A. und Kibby, G. (1998): Thysanoptera- an Identification Guide. 2., Auflage, Cab International, London, Großbritannien, S. 10-55.

Mossa, A.-T. H. (2016): Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology* 9 (5), 354-378.

Mound, L. A. und Teulon D. A. J. (1995): Thysanoptera as Phytophagous Opportunists. In: Parker, B. L. (Hrsg.): *Thrips Biology and Management*, Plenum Press, New York, USA, S. 3-19.

Murai, T. (2000): Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey solution. *Applied Entomology and Zoology* 35 (4), 499-504.

Nault, B. A.; Shelton, A. M.; Gangloff-Kaufmann, J. L.; Clark, M. E.; Werren, J. L.; Cabrera-la Rosa, J. C.; Kennedy, G. G. (2006): Reproductive Modes in Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Populations from New York Onion Fields. *Environmental Entomology* 35 (5), 1264-1271.

N.N. a (s.a.): (Z)-jasmone. URL:

<http://www.thegoodscentcompany.com/data/rw1016891.html> [30.06.2017].

N.N. b (s.a.): methyl jasmonate. URL:

<http://www.thegoodscentcompany.com/data/rw1468261.html> [30.06.2017].

OEPP/EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (2004): Normes OEPP- EPPO Standards- Good plant protection practice- PP 2/31(1). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 34, 41-42.

Ozinger, O. (2012): Effects of Methyl Salicylate, Methyl Jasmonate and *cis*- Jasmone on *Thrips tabaci* Lindeman. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

Peneder, S. und Koschier, E. H. (2011): Toxic and behavioural effects of carvacrol and thymol on *Frankliniella occidentalis* larvae, Journal of Plant Diseases and Protection 118 (1), 26-30.

Rohwer, C. L. und Erwin, J. E. (2010): Spider mites (*Tetranychus urticae*) perform poorly on and disperse from plants exposed to methyl jasmonate. Entomologia Experimentalis et Applicata 137, 143-152.

Sabelis, M. W. und Van Rijn, P. C. J. (1997): Predation by Insects and Mites. In: Lewis, T. (Hrsg.): Thrips as Crop Pests. Cab International, Oxon, Großbritannien, S. 259-354.

Santamaria, M. E.; Martínez, M.; Cambra, I.; Grbic, V.; Diaz, I. (2013): Understanding plant defence responses against herbivore attacks: an essential first step towards the development of sustainable resistance against pests. Transgenic Research 22, 697-708.

Schütz, I.; Moritz G. B.; Roos, W. (2014): Alkaloid metabolism in thrips-Papaveraceae interaction: Recognition and mutual response. Journal of Plant Physiology 171, 119-126.

Sdoodee, R. und Teakle, D. S. (1987): Transmission of tobacco streak virus by *Thrips tabaci*: a new method of plant virus transmission. Plant Pathology 36, 377- 380.

Sedy, K. A. und Koschier, E. H. (2003): Bioactivity of carvacrol and thymol against *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*. *Journal of Applied Entomology* 127, 313-316.

Seifert, G. (1995): *Entomologisches Praktikum*. 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Deutschland, S. 278-279.

Shah, J. und Chaturvedi, R. (2009): Lipid signals in plant-pathogen interactions. In: Parker, J. (Hrsg.): *Annual Plant Reviews* Vl. 34- *Molecular Aspects of Plant Disease Resistance*. Blackwell Publishing Ltd., Großbritannien, S. 292-333.

Soliman, M. M. M. (2007): Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia L.* (Compositae) essential oil against some insect pests. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 40 (2), 128-138.

Teulon, D. A. J.; Davidson M. M.; Hedderley, D. I.; James, D. E.; Fletcher, C. D.; Larsen, L.; Green, V. C.; Perry, N. B. (2007): 4-Pyridyl carbonyl and related compounds as thrips lures: effectiveness for onion thrips and New Zealand flower thrips in field experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 6198-6205.

Thaler, J. S. (1999): Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivores. *Nature* 399, 686-688.

Ullman, D. E.; Sherwood, J. L.; German, T. L. (1997): *Thrips as Vectors of Plant Pathogens*. In: Lewis, T. (Hrsg.): *Thrips as Crop Pests*. Cab International, Oxon, Großbritannien, S. 539-565.

Van Rijn, P. C. J.; Mollema, C.; Steenhuis-Broers, G. M. (1959): Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. *Bulletin of Entomological Research* 85, 285-297.

Walters, D. (2011): *Plant Defense- Warding off attack by pathogens, herbivores, and parasitic plants*. Blackwell Publishing Ltd., Großbritannien, 92.

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lebenszyklus <i>T. tabaci</i> . 1: Ei im Blattgewebe; 1a: Ei frei präpariert. 2: 1. Larvenstadium; 3: 2. Larvenstadium; 5: Protopuppe; 4: Puppe; 6: adultes Tier (Fotos: Riegler A.).....	16
Abbildung 2: Versuchsaufbau für Toxizitätstest (Foto: Riegler A.).....	22
Abbildung 3: Versuchsaufbau für Wahlversuche (Foto: Riegler A.).....	22
Abbildung 4: Olfaktometer-Aufbau (Foto: Riegler A.).....	24
Abbildung 5: Wheaton Glasadapter mit Glasröhrchen und Filterpapier (Foto: Riegler A.).....	24
Abbildung 6: Überlebensraten (% , Mittelwert $\pm$ Standardfehler) nach 24 h von <i>T. tabaci</i> L2, die auf Gurkenblattscheibchen mit Kontrollflüssigkeit behandelt wurden, und von L2 der unbehandelten Kontrollgruppe. n.s.- Mann-Whitney-Test.....	26
Abbildung 7: Überlebensraten (% , Mittelwert $\pm$ Standardfehler) nach 24 h von <i>T. tabaci</i> L2, die auf Gurkenblattscheibchen mit Kontrollflüssigkeit oder den Testsubstanzen behandelt worden waren. n.s. – Kruskal-Wallis-Test.....	27
Abbildung 8: Saugschaden von <i>T. tabaci</i> L2 ( $\text{mm}^2$ , Mittelwert $\pm$ Standardfehler) auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit cis- Jasmon in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. $p = <0,001$ sowohl für Wahlversuche mit 0,1%- als auch 1%igem cis- Jasmon, t- Test.....	29
Abbildung 9: Saugschaden ( $\text{mm}^2$ , Mittelwert $\pm$ Standardfehler) von <i>T. tabaci</i> L2 auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit Methyljasmonat in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%- als auch 1%iges Methyljasmonat, t- Test.....	30

Abbildung 10: Saugschaden (mm <sup>2</sup> , Mittelwert ± Standardfehler) von adulten T. tabaci Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit cis- Jasmon in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%- als auch 1%iges cis- Jasmon, t- Test.....	31
Abbildung 11: Anzahl an abgelegten Eiern (Mittelwert ± Standardfehler) von adulten T. tabaci Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit 0,1%- und 1%igem cis- Jasmon und Kontrollflüssigkeit. n.s. sowohl für 0,1%iges als auch 1%iges cis- Jasmon, t- Test.....	32
Abbildung 12: Saugschaden (mm <sup>2</sup> , Mittelwert ± Standardfehler) von T. tabaci L2 auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit Methyljasmonat in 0,1%- und 1%iger Lösung und Kontrollflüssigkeit. n.s. für 0,1%iges Methyljasmonat, t- Test p= 0,041 für 1%iges Methyljasmonat.....	33
Abbildung 13: Anzahl an abgelegten Eiern (Mittelwert ± Standardfehler) von adulten T. tabaci Weibchen auf Gurkenblattscheibchen in Wahlversuchen mit 0,1%- und 1%igem Methyljasmonat und Kontrollflüssigkeit. n.s. für 0,1%iges Methyljasmonat, t- Test p=0,004 für 1%iges Methyljasmonat, t- Test.....	34

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung der unbehandelten Kontrollgruppe, der Kontrollflüssigkeit und den Varianten cis- Jasmon und Methyljasmonat in jeweils 0,1%- und 1%iger Lösung, die für die Toxizitätstests und Wahlversuche mit *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen verwendet wurden.....19

Tabelle 2: Olfaktorische Reaktionen von *T. tabaci* L2 auf die Substanzen cis- Jasmon und Methyljasmonat in den Konzentrationen 1% und 10% in einem Y-Olfaktometer.....36

# Anhang

## Rohdaten der Toxizitätstests

Unbehandelte Kontrollgruppe (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	9	9
2	7	7
3	9	9
4	7	7
5	7	7
6	9	9
7	8	8
8	14	14
9	14	14
10	8	8
11	6	6
12	7	7
13	8	8

Kontrollflüssigkeit (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	8	8
2	11	11
3	4	4
4	10	10
5	7	7
6	10	10
7	10	10
8	12	12
9	14	13
10	6	6
11	9	9
12	6	6
13	10	10

0,1% <i>cis</i> - Jasmon (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	10	10
2	7	7
3	9	9
4	8	7
5	10	10
6	8	8
7	7	7
8	8	8
9	6	6
10	7	7
11	9	9
12	10	10
13	5	5
14	8	8
15	8	8

1% <i>cis</i> -Jasmon (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	8	8
2	7	7
3	7	7
4	11	11
5	8	8
6	12	12
7	6	6
8	7	7
9	6	6
10	7	6
11	8	8
12	9	9
13	7	7

0,1% Methyljasmonat (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	7	7
2	11	10
3	12	12
4	10	10
5	14	14
6	9	9
7	8	8
8	10	10
9	6	6
10	7	7
11	7	7
12	7	7

1% Methyljasmonat (Nr.)	Anzahl der behandelten L2	Anzahl L2 nach 24 h
1	9	9
2	5	5
3	7	7
4	6	6
5	6	6
6	7	7
7	10	10
8	12	12
9	11	11
10	12	12
11	7	6
12	8	8
13	6	5
14	7	7

## Rohdaten der Wahlversuche

Schale- Nr.	Kontrollflüssigkeit (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )	0,1 % <i>cis</i> - Jasmon (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )
1	0	7,875
2	0	12,75
3	0	7,875
4	0	9,125
5	0	8,875
6	0	8,625
7	1	12,125
8	0	12,875
9	5,5	3,75
10	13	1,25
11	4,75	0
12	0	3
13	0	0
14	2	2,625
15	0	1,625
16	0	8,625
17	0	11,375
18	0	5,75
19	0	6,375
20	0	5
21	0	8,625
22	0	12,375
23	1,375	9,75
24	8,25	1,25
25	0	8,25
26	0	4,875
27	0	4,875
28	0,75	0
29	7	2,625

Schale- Nr.	Kontrollflüssigkeit (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )	1% <i>cis</i> - Jasmon (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )
1	0,5	8
2	2,5	9,25
3	0	22,625
4	0	14,25
5	0	11,25
6	0	20,875
7	0	7,5
8	0	16,625
9	3,125	5,375
10	0	13,5
11	0	8,375
12	0	4
13	0	10,125
14	0	3,75
15	1,25	5,125
16	0	10
17	0	11,625
18	0	16
19	0	13,875
20	0,125	3,75
21	0	6
22	0	5,125
23	0	6,875
24	0	10,125
25	0	7,25
26	8,25	0,25
27	0	6,375
28	0	7,375
29	1,375	8,625
30	0	3
31	0	6,125

Schale- Nr.	Kontrollflüssigkeit (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )	0,1% Methyljasmonat (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )
1	0,375	4,875
2	0	9,625
3	1,875	0,125
4	1	0
5	0	6,875
6	6,875	0
7	4,125	0
8	0,375	0,375
9	2	0
10	4,375	0,25
11	0,25	2,625
12	0	2,625
13	0	7,875
14	0	7,875
15	8,125	0
16	5	0
17	8,5	0
18	0,75	8,125
19	5,375	0
20	0	9
21	3,875	0
22	0,875	5,75

Schale- Nr.	Kontrollflüssigkeit (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )	1% Methyljasmonat (Saugschaden in mm <sup>2</sup> )
1	0	6,875
2	0	4,125
3	1,875	3,125
4	0	6,75
5	0,5	0,25
6	3,75	0
7	0	6,125
8	6,875	2,125
9	6,125	3
10	5,75	0
11	9,375	0,25
12	4,5	1,625
13	0,375	1
14	5,5	0
15	2	0
16	0	10,625
17	13,625	0
18	4,5	1,375
19	2,5	4,625
20	0	10,625
21	0	5,5
22	0	8,875
23	0	7,875

## Rohdaten der Olfaktometer- Versuche

Thripsart und -stadium: *T. tabaci* L2

Probe: *cis*- Jasmon

Konzentration: 1%

Menge: 1  $\mu$ l

Kontrolle: Paraffinöl

Wiederholung:

1

2

3

Nr.	1		2		3	
	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle
1	X		X		X	
2	X		X		X	
3	X		X		X	
4	X		X		X	
5	X		X			X
6	X		X		X	
7	X		X		X	
8	X		X		X	
9		X	X		X	
10	X		X		X	
11	X		X		X	
12	X		X		X	
13	X		X		X	
14		X	X		X	
15	X		X		X	
16		X	X		X	
17	X		X		X	
18	X		X		X	
19	X		X		X	
20		X	X			X
Summe:	16	4	20	0	18	2

**Gesamt:**

Probe	Kontrolle
54	6

Anzahl keine Entscheidungen: Wiederholung 1: 12; Wiederholung 2: 10; Wiederholung 3: 10

Thripsart und -stadium: *T. tabaci* L2

Probe: *cis*- Jasmon

Konzentration: 10%

Menge: 1 µl

Kontrolle: Paraffinöl

Wiederholung:

1

2

3

Nr.	1		2		3	
	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle
1	X		X		X	
2	X		X		X	
3		X	X		X	
4		X		X	X	
5	X		X		X	
6	X		X			X
7	X			X	X	
8	X		X			X
9	X			X		X
10	X		X		X	
11	X			X		X
12	X			X		X
13		X	X		X	
14	X		X		X	
15	X		X		X	
16	X			X	X	
17		X	X		X	
18		X	X		X	
19	X		X		X	
20	X		X		X	
Summe:	15	5	14	6	15	5

**Gesamt:**

Probe	Kontrolle
44	16

Anzahl keine Entscheidungen: Wiederholung 1: 7; Wiederholung 2: 14; Wiederholung 3: 2

Thripsart und -stadium: *T. tabaci* L2

Probe: Methyljasmonat

Konzentration: 1%

Menge: 1 µl

Kontrolle: Paraffinöl

Wiederholung:

1

2

3

Nr.	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle
1	X		X		X	
2		X	X			X
3		X		X		X
4		X		X		X
5		X	X		X	
6		X	X			X
7		X		X		X
8		X		X		X
9	X		X			X
10	X			X		X
11		X		X		X
12	X			X		X
13		X		X		X
14		X		X		X
15		X		X		X
16		X		X	X	
17	X			X	X	
18		X		X		X
19	X		X		X	
20		X	X		X	
Summe:	6	14	7	13	6	14

**Gesamt:**

Probe	Kontrolle
19	41

Anzahl keine Entscheidungen: Wiederholung 1: 6; Wiederholung 2: 3; Wiederholung 3: 7

Thripsart und -stadium: *T. tabaci* L2

Probe: Methyljasmonat

Konzentration: 10%

Menge: 1 µl

Kontrolle: Paraffinöl

Wiederholung:

1

2

3

Nr.	1		2		3	
	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle	Probe	Kontrolle
1	X			X	X	
2	X		X			X
3		X	X			X
4		X		X		X
5		X		X	X	
6	X		X			X
7		X		X	X	
8		X		X	X	
9		X	X		X	
10	X			X	X	
11		X	X		X	
12		X	X			X
13	X			X	X	
14		X		X	X	
15		X		X		X
16		X	X		X	
17		X		X		X
18		X	X			X
19	X		X			X
20		X		X		X
Summe:	6	14	9	11	10	10

**Gesamt:**

Probe	Kontrolle
25	35

Anzahl keine Entscheidungen: Wiederholung 1: 5; Wiederholung 2: 5; Wiederholung 3: 5