Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung für Pflanzenschutz

Vergleich der Wirkung der Pflanzenschutzmittel gegen *Thrips tabaci* im biologischen Freilandgemüsebau

Masterarbeit

vorgelegt von

Stefanie Manzenreiter 1041454

Betreuerin: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Elisabeth H. Koschier

Wien, im Dezember 2015

Kurzfassung

In Laborversuchen wurde die Wirkung von 4 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln (Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu sowie Spruzit) zur Bekämpfung des Zwiebelthrips *Thrips tabaci* Lindeman auf Gurkenblättern (*Cucumis sativus* L.) der Sorte Korinda F1 untersucht. In Blattscheibchentests wurde die direkte Kontakttoxizität der Versuchsmittel im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle (Wasser) auf das 2. Larvenstadium geprüft. Die Entwicklung der Thripslarven bis zum Präpuppenstadium sowie die Überlebensrate und die Saug- und Eiablageaktivität adulter *T. tabaci*-Weibchen wurde auf mit den Versuchsmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen untersucht.

In allen Versuchen zeigte SpinTor (Wirkstoff Spinosad) die beste Wirkung gegen *T. tabaci*: Nach 24 Stunden wurde eine 100 %-ige Mortalität der Larven nach direktem Besprühen als auch nach Kontakt mit behandelten Gurkenblättern festgestellt. Ebenso ergab sich eine 100 %-ige Mortalität erwachsener Thripsweibchen auf mit SpinTor behandelten Blattscheibchen. Spruzit (Wirkstoff Pyrethrine und Rapsöl) bewirkte 24 bzw. 48 Stunden nach direkter Behandlung eine 30 bzw. 44 %-ige Mortalität der Thripslarven, jedoch lag nach 5 Tagen die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Gurkenblattscheibchen bei 48 % und sie überlebten im Mittel 3,92 Tage. Nach 7 Tagen hatten sich nach der Spruzit-Behandlung 40 % zur Präpupa weiterentwickelt. Mit Spruzit wurde die Entwicklungsdauer bis zur Verpuppung zur Präpuppe auf 5,8 Tage im Vergleich zur Kontrollvariante (5 Tage) verzögert. Zwar lag die Überlebensrate der Thripsweibchen auf mit Spruzit behandelter Gurke bei über 95 %, aber ihre Saug- und Eiablageaktivität war gegenüber der Kontrolle um etwa die Hälfte verringert. Eine ähnlich hohe Überlebensrate erwachsener Thripse, aber auch eine ähnliche Reduktion von Saugschaden und Anzahl abgelegter Eier wurde auf mit Neudosan Neu (Wirkstoff Kaliseife) oder Neem Azal T/S (Wirkstoff Azadirachtin) besprühten Blattscheibchen festgestellt. Neudosan Neu und Neem Azal T/S zeigten mit durchschnittlich ca. 4 % nach 24 Stunden und ca. 17 bzw. 11 % nach 48 Stunden eine geringe direkte Kontakttoxizität gegenüber *T. tabaci*-Larven. Im Gegensatz zu Neudosan Neu (40 %) war die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf mit Neem Azal T/S behandelten Blättern nach 5 Tagen auf ca. 14 % reduziert und nur ca. 10 % häuteten sich zur Präpuppe. Auf mit Neudosan Neu behandelten Blättern überlebten die Larven 2,96 Tage, ähnlich lange wie bei der Neem Azal T/S-Behandlung mit 3,17 Tagen. Die Entwicklungsdauer der Larven zur Präpuppe wurde mit Neem Azal T/S am meisten verzögert (7 Tage).

Zusammenfassend konnte mittels Blattscheibchenversuchen gezeigt werden, dass SpinTor die beste und Spruzit eine ausreichende Wirkung gegen *T. tabaci* auf Gurke haben.

Abstract

Under laboratory conditions the effectiveness of four different insecticieds (Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu and Spruzit) to control onion thrips *Thrips tabaci Lindeman* on cucumber leaves (*Cucumis sativus* L.) of the cultivar Korinda F1 was investigated. The direct toxicity of several insecticides to the second larval stage was tested on leaf discs. The development of thrips larvae to prepupa and the feeding, survival and oviposition rate of *T. tabaci* females were examined on insecticide-treated cucumber leaf discs.

Generally can be said that SpinTor (active ingredient spinosad) revealed the best effect on *T. tabaci* in all experiments, because 24 hours after the spinosad treatments all larvae and adult females were dead. Although the treatment of larvae with Spruzit (pyrethrins and rapeseed oil) caused a mortality rate of 30 and 44 %, 24 and 48 hours after spraying, the probability of larval survival on Spruzit treated leaf discs was 48 % after five days. The larvae survived on average 3.92 days. Seven days after the Spruzit treatment 40 % prepupa were determined. In comparison to the control variant (5 days) the development to the prepupa on Spruzit treated leaves lasted on average 5.8 days. Apart from a survival rate of 95 % of adult thrips females, the feeding and oviposition activity could be reduced by about 50 % in comparison to the control variant (water). A similar survival rate of adult thrips and a similar reduction of feeding and oviposition rate were detected on sprayed leaf discs with Neudosan Neu (potash soap) or Neem Azal T/S (azadirachtin). Neudosan Neu and Neem Azal T/S caused an average toxicity of 4 % 24 hours after treatment. After 48 hours Neudosan Neu generated a mortality rate of 17 % and Neem Azal T/S 11 %. Compared to Neudosan Neu (40 %) the probability of survival of the larvae on Neem Azal T/S treated leaves was reduced to 14 % five days after the treatment and 10 % prepupa were determined after this period. The larvae survived on average 2.96 days on Neudosan Neu sprayed leaves and 3.17 days on Neem Azal T/S treated leaves. The development of the larvae to the prepupa was mostly delayed with Neem Azal T/S (7 days).

In summary the experiments showed, that SpinTor has the best and Spruzit an adequate effect against *T. tabaci* on cucumber.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Ao.Univ.Prof. Dipl-Ing. Dr.nat.techn. Elisabeth H. Koschier für die konstruktive Betreuung und die freundliche Unterstützung.

Weiters möchte ich Frau Anna-Theresa Planner für ihre Hilfsbereitschaft im Labor sehr herzlich danken.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie und meinem Mann Helmut für die Unterstützung während des Studiums.

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung ... 1
2 Forschungsfragen ... 3
3 Material und Methoden ... 4
3.1 Testorganismus: *Thrips tabaci* Lindeman ... 4
3.1.1 Morphologie ... 4
3.1.2 Entwicklungszyklus ... 5
3.1.3 Schaden ... 6
3.2 Stammzucht im Labor ... 6
3.3 Massenzucht im Labor ... 7
3.3.1 Zucht gleichaltriger Erstlarven ... 7
3.3.2 Zucht gleichaltriger, adulter Weibchen ... 7
3.4 Versuchspflanze ... 8
3.5 Versuchsmittel ... 9
3.5.1 Kontrolle (H_2O) ... 9
3.5.2 Neem Azal T/S ... 9
3.5.3 SpinTor ... 9
3.5.4 Neudosan Neu ... 10
3.5.5 Spruzit Schädlingsfrei ... 10
3.5.6 Konzentration der angewandten Pflanzenschutzmittel ... 11
3.5.7 Applikation der Versuchsmittel ... 11
3.6 Biotests ... 12
3.6.1 Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität ... 13
3.6.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern ... 14
3.6.3 Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität adulter Weibchen auf behandelten Blättern ... 16
3.7 Versuchsauswertung ... 18
4 Ergebnisse ... 19
4.1 Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität ... 19
4.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern ... 21
4.2.1 Wirkung der Versuchsmittel auf das Überleben der Larven ... 21

4.2.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Verpuppung der Larven zur Präpuppe ... 23
4.3 Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität adulter Weibchen auf behandelten Blättern ... 25
4.3.1 Überlebensrate ... 25
4.3.2 Saugaktivität ... 25
4.3.3 Eiablagerate ... 26
5 Diskussion ... 28
6 Schlussfolgerungen und Ausblick ... 34
7 Zusammenfassung ... 36
Literaturverzeichnis ... 38
Anhang ... 42

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Gewählte statistische Verfahren zur Auswertung der Versuche 18
Tabelle 2: Verwendete Signifikanz-Niveaus für die Interpretation der statistischen Auswertungen..... 18
Tabelle 3: Statistische Unterschiedlichkeit in der Mortalitätsrate von Larven im 2. Stadium von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen 24 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche 20
Tabelle 4: Statistische Unterschiedlichkeit in der Mortalitätsrate von Larven im 2. Stadium von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen 48 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche 20
Tabelle 5: Statistische Unterschiedlichkeit der Überlebensrate von *T. tabaci*, 5 Tage nach dem Aufsetzen der L1 auf mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche..... 22
Tabelle 6: Statistische Unterschiedlichkeit der Dauer bis zur Häutung zum Präpuppenstadium von *T. tabaci* auf mit den Pflanzenschutzmitteln bzw. der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche 24
Tabelle 7: Statistische Unterschiedlichkeit des Saugschadens (mm²), verursacht von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci*, auf mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 Stunden nach der Behandlung. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche..... 26
Tabelle 8: Statistische Unterschiedlichkeit in der Eiablage von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 Stunden nach der Behandlung. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche..... 27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anbaufläche (ha) von Feldgemüse in Österreich (Statistik Austria, 2012) 1
Abbildung 2: Zwiebelthrips, adult (*T. tabaci*) (links) Quelle: CRÜGER et al. (2002) ... 4
Abbildung 3: Stammzucht in Gurkengläsern, Labor AG Agrarentomologie, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Mai 2015 6
Abbildung 4: Gurkenpflanzen, Klimaraum Labor AG Agrarentomologie, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Mai 2015 8
Abbildung 5: Potter Precision Laboratory Spray Tower, Chemielabor, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Februar 2015..... 11
Abbildung 6: Das Bild zeigt das Ausstechen der Gurkenblattscheibchen..... 13
Abbildung 7: Glaspetrischalen (d = 5 cm)..... 13
Abbildung 8: Testeinheit 14
Abbildung 9: Ausstechen der Gurkenblattscheibchen 15
Abbildung 10: Testeinheiten 16
Abbildung 11: Ausstechen der Gurkenblattscheibchen 16
Abbildung 12: Ermittlung der Eianzahl unter einem Stereomikroskop 17
Abbildung 13: Mittlere Mortalitätsrate in Prozent (± SE) von Larven im 2. Stadium auf Gurkenblattscheibchen 24 und 48 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle). 100 L2 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle. 20
Abbildung 14: Überlebensfunktionen nach Kaplan-Meier: Gemeinsame Darstellung der Überlebenszeitkurven von *T. tabaci* auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle..... 21
Abbildung 15: Mittlere Überlebenszeit der Larven in Tagen (± SE) auf den mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, ermittelt 5 Tage nach dem Aufsetzen der L1. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle. 22
Abbildung 16: Lebende Präpuppen in Prozent auf mit Pflanzenschutzmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle) behandelten Gurkenblattscheibchen im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle..... 23
Abbildung 17: Mittlere Anzahl der Tage bis zur Verpuppung zur Präpuppe (± SE) auf den mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle..... 23
Abbildung 18: Lebende, gleichaltrige, adulte Weibchen von *T. tabaci* in Prozent, auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 h nach der Behandlung. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle 25
Abbildung 19: Mittlerer Saugschaden (± Standardfehler) in mm² von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle 25
Abbildung 20: Mittlere abgelegte Anzahl an Eiern (± Standardfehler) von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle 27

1 Einleitung

Der Zwiebelthrips *T. tabaci* kommt nahezu an allen Gemüse- und Zierpflanzenkulturen im Freiland und unter Glas vor. Im Glashaus befällt er vor allem Gurke und Paprika. Im Freiland schädigt er vorwiegend Zwiebeln, Porree und Kraut (KAHRER und GROSS, 2002). Er verursacht silbrige, mit Luft gefüllte Saugschäden an Gurkenblättern. Die befallenen Blätter verfärben sich gelb und braun. Aus befallenen Blüten bilden sich deformierte Früchte (LEWIS et al., 1997). *T. tabaci* gilt auch als Virusvektor an Bund- und Speisezwiebeln. Er überträgt den Iris Yellow Spot Virus, welcher länglich-ovale, weiße bis strohfarbene nekrotische Läsionen am Zwiebellaub verursacht. Die Virussymptome sehen ähnlich aus wie Schäden durch Thripsbefall, Hagelschlag, Herbizid-Unverträglichkeiten oder Cladosporium-Blattfleckenkrankheit und daher wird das Schadbild häufig verwechselt. Der Virus befällt neben Zwiebeln auch Knoblauch, Porree, Schnittlauch und Schalotten (LEINHOS et al., 2007).

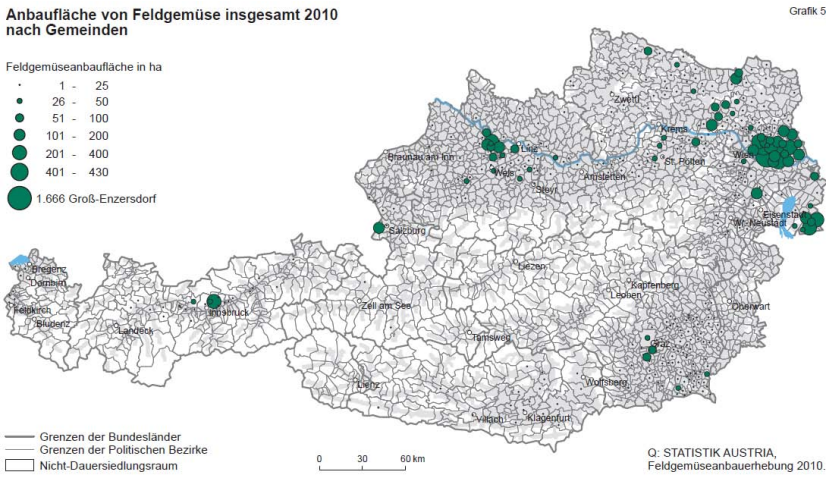

Abbildung 1: Anbaufläche (ha) von Feldgemüse in Österreich (Statistik Austria, 2012)

Die Bekämpfung des Zwiebelthrips spielt auch in Österreich im biologischen Freilandgemüsebau eine bedeutende Rolle. Die Hauptanbaugebiete von Freilandgemüse befinden sich in Niederösterreich (Großenzersdorf), in Oberösterreich (Eferdinger Becken und Machland), im Burgenland (Seewinkel), in der Südoststeiermark, im Grazer Becken, im Inn- und Rheintal und im Klagenfurter Becken (Statistik Austria, 2012). Da der Schädling auch auf Gurken im Freiland vorkommen kann, wurde in der vorliegenden Arbeit die Gurke im Testsystem angewendet. Für die Bekämpfung von *T. tabaci* gibt es eine Vielzahl an chemischen Pflanzenschutzmitteln, jedoch ist für den ökologischen Gemüsebau eine geringe Anzahl an Pflanzenschutzmitteln zugelassen. Es gibt auch keinen

Vergleich der Wirkung dieser Mittel. Daher wurde in dieser Arbeit die Wirkung ökologischer Pflanzenschutzmittel (NeemAzal T/S, SpinTor, Neudosan Neu sowie Spruzit), die im Betriebsmittelkatalog für die biologische Landwirtschaft in Österreich registriert sind, verglichen. In drei Versuchen wurden die Mittel auf Gurke *Cucumis sativus* L. Sorte Korinda F1 zur Bekämpfung von *T. tabaci* getestet. In Mortalitätstests wurde die direkte Kontakttoxizität der Versuchsmittel auf das 2. Larvenstadium geprüft. Im zweiten Versuch wurde die Wirkung der Versuchsmittel nach Applikation auf Gurkenblätter auf die Entwicklung der Larven bis zum Präpuppenstadium getestet. In einem weiteren Versuch konnte die Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität von adulten Weibchen beobachtet werden. Mit den Ergebnissen dieser Arbeit soll die Effizienz der Pflanzenschutzmittel gezeigt werden und somit kann ein Beitrag für die Beratung der Freilandgemüsebauern geleistet werden.

2 Forschungsfragen

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit war die Wirkung verschiedener Pflanzenschutzmittel, die im Betriebsmittelkatalog für die biologische Landwirtschaft in Österreich registriert sind, zu vergleichen. Dadurch ergaben sich folgende Forschungsfragen:

- Haben die verwendeten Pflanzenschutzmittel, die 2015 im Betriebsmittelkatalog für die biologische Landwirtschaft in Österreich gelistet sind, eine direkte toxische Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* ?

- Zeigt eine Behandlung von Gurkenpflanzen mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln einen Einfluss auf die Entwicklung der Larven von *T. tabaci* ?

- Hat eine Behandlung der Gurkenblätter mit den verschiedenen Versuchsmitteln einen Einfluss auf die Eiablagerate und Saugaktivität gleichaltriger, adulter Weibchen von *T. tabaci* ?

3 Material und Methoden

3.1 Testorganismus: Thrips tabaci Lindeman

Systematik (FRITZSCHE und KEILBACH, 1994)

Klasse: *Insecta*

Ordnung: *Thysanoptera*

Unterordnung: *Terebrantia*

Familie: *Thripidae*

Gattung: *Thrips*

Spezies: *Thrips tabaci* Lindeman

Abbildung 2: Zwiebelthrips, adult (*T. tabaci*) (links) Quelle: CRÜGER et al. (2002)

3.1.1 Morphologie

Der Zwiebelthrips ist zwischen 0,8 und 1 mm lang und kann gelb bis bräunlich-gelb gefärbt sein. Am Kopf befinden sich Fühler mit 7 Gliedern. Die Extremitäten und Flügel sind gelblich getrübt (FRITZSCHE und KEILBACH, 1994). Die Farbe und Größe ist temperaturabhängig. Bei niedrigen Temperaturen sind die Individuen groß und dunkel, bei höheren Temperaturen hell und kleiner (MOUND und TEULON, 1995). An Vorder- und Hinterflügeln befinden sich 150 bis 200 Flügelfransen, um die Tragfläche zu vergrößern (FRITZSCHE und KEILBACH, 1994). Daher stammt auch die Bezeichnung Fransenflügler (BÖRNER, 2009). Thripse haben stechend-saugende Mundwerkzeuge, mit denen sie die Pflanzen schädigen (MORITZ, 1997).

3.1.2 Entwicklungszyklus

Thripse entwickeln sich in sechs Stadien:

- Ei
- 1. Larvenstadium
- 2. Larvenstadium
- Präpuppe
- Puppe
- Imago (flugfähig)

Zur Eiablage sägen die Weibchen mit dem Ovipositor einen Schnitt in das Pflanzengewebe und legen die ellipsoid-förmigen Eier ab (MORITZ, 2006). Laut VAN RIJN et al. (1995) dauert auf Gurke eine Ei- zu Ei- Periode 20,4 Tage bei 25°C. Die Dauer der Entwicklungsstadien ist temperaturabhängig. Unter 25°C verzögert sich die Entwicklung und über 25°C verringert sich die Entwicklungsdauer. Das adulte Weibchen legt nach der Prä-Ovipositonszeit, welche 48 h dauert, bei 25°C im Durchschnitt 4 bis 5 Eier pro Tag auf Gurkenblättern ab. Nach ungefähr 4 Tagen schlüpfen die Larven und beginnen mit der Saugaktivität. Nach circa zwei weiteren Tagen ist das 2. Larvenstadium sichtbar (VAN RIJN et al., 1995). In diesen beiden Stadien sind noch keine Flügel- und Genitalanlagen vorhanden und sie sind kleiner und heller als die Erwachsenen (MORITZ, 1997). Nach weiteren drei Tagen folgt das Präpuppenstadium, welches circa einen Tag dauert (VAN RIJN et al., 1995). Danach folgt das Puppenstadium. Beides sind Ruhestadien, in denen keine Nahrung aufgenommen wird. An den Präpuppen sind erste Flügelanlagen sichtbar. Diese sind im Puppenstadium deutlich länger (MORITZ, 1997). Nach weiteren zweieinhalb Tagen erfolgt die letzte Häutung (VAN RIJN et al., 1995). Die Adulten haben Fransen an den Flügeln und sind flugfähig (MORITZ, 1997).

Bei *T. tabaci* findet die Vermehrung häufig parthenogenetisch statt (MOUND, 1997). Parthenogenetische Thelytokie ist eine ungeschlechtliche Vermehrung, bei der sich aus unbefruchteten Eiern Weibchen entwickeln. Bei *T. tabaci* ist auch eine arrhenotoke Parthenogenese möglich, bei der sich aus unbefruchteten Eiern Männchen entwickeln und Weibchen aus befruchteten Eiern hervorgehen (MORITZ, 2006). Optimale Vermehrungsbedingungen sind bei trockener und warmer Sommerwitterung. Die Hauptflugzeit ist daher Mitte Juli bis Mitte August. *T. tabaci* überwintert als Larve oder Imago am oder im Boden. (CRÜGER et al., 2002).

3.1.3 Schaden

Der *T. tabaci* dringt mit seinen stechend-saugenden Mundwerkzeugen in die Wirtspflanzenzellen ein und saugt an der Pflanze. Er ernährt sich hauptsächlich von Pflanzensaft aus epidermalen bzw. assimilierenden Zellen der Blätter. Somit gelangt auch Speichel ins Pflanzengewebe (MORITZ, 2006). Er verursacht silbrige, mit Luft gefüllte Saugschäden an Gurkenblättern (LEWIS et al., 1997). Dieser Saugschaden wird als Silberglanz bezeichnet. Man findet auch schwarze Kotpunkte auf den Blättern (CRÜGER et al., 2002). Die befallenen Blätter verfärben sich gelb und braun. Aus befallenen Blüten bilden sich gekrümmte Früchte. Er schädigt neben Gemüsekulturen wie Gurken, Zwiebel, Lauch, Kraut, Tomaten auch Obst- und Zierpflanzen und gilt als Virusvektor (LEWIS et al., 1997).

3.2 Stammzucht im Labor

Die Stammzucht von *T. Tabaci* wurde in 0,5 l Gurkengläsern auf einem Zellstoffpapier und Lauchstücken (*Allium porrum*) gehalten. Aus dem Deckel der Gläser war ein Loch ausgeschnitten und mit einem engmaschigen Netz beklebt. Damit war ein Luftaustausch möglich. Adulte und mobile Stadien konnten somit nicht entkommen. Zweimal pro Woche wurden mehrere frische Lauchstücke ins Gurkenglas gegeben und vertrocknete Stücke entfernt. Der Lauch diente als Nahrungsquelle und zur Eiablage. Die Stammzuchtgläser wurden in einem Klimaschrank (LT 490, Planton GmbH, Deutschland) bei 25 ± 1 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 ± 5 % und einer Photoperiode von 16:8 (L:D) aufbewahrt.

Abbildung 3: Stammzucht in Gurkengläsern, Labor AG Agrarentomologie, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Mai 2015

3.3 Massenzucht im Labor

3.3.1 Zucht gleichaltriger Erstlarven

Die Zucht gleichaltriger Erstlarven, für den Versuch zur Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern, wurde auf Gurkenblättern durchgeführt. Dazu wurden Plastikpetrischalen (d = 14 cm) mit jeweils 90 ml 1 %-igem Wasseragar (Carl Roth, Deutschland), der zuvor in der Mikrowelle aufgekocht wurde, ausgegossen. Junge Gurkenblätter wurden mit der Oberseite nach unten in eine Plastikpetrischale mit destilliertem Wasser (2,4 ml) gelegt. Danach kamen die Blätter auf den Agar und wurden mit einer Glaspastille angedrückt, um die Eiablage unter dem Blatt zu verhindern. Nun wurden Lauchstücke mit einer Pinzette aus der Stammzucht entnommen und ca. 150 adulte Weibchen pro Petrischale auf die Gurkenblätter abgeschüttelt. Die Schalen wurden mit einem Deckel mit Netz und Parafilm verschlossen und in den Klimaschrank, bei ± 25 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 ± 5 % und einer Photoperiode von 16:8 (L:D) gestellt. Die Eiablage dauerte 6 h. Danach wurden die Weibchen entfernt und die Petrischalen wieder in den Klimaschrank gestellt. Vier Tage und vier Stunden nach dem Aufsetzen der Weibchen waren die meisten gleichaltrigen Larven im 1. Stadium geschlüpft und konnten für den Versuch (siehe 3.6.2) verwendet werden.

3.3.2 Zucht gleichaltriger, adulter Weibchen

Dazu wurden frische Lauchstücke für 48 h zur Eiablage in die Gurkengläser der Stammzucht gelegt. Die adulten Weibchen legen 48 h nach der letzten Häutung zum erwachsenen Insekt die ersten Eier. Circa 96 h nach der letzten Häutung geht die Eiablage stark zurück (VAN RIJN et al., 1995).

Daher wurden Lauchstücke für die Eiablage auf drei Gurkengläser und über vier Tage verteilt in die Stammzuchtgläser gegeben. 48 h nach der Eiablage wurden die Lauchstücke herausgenommen, die Thripse entfernt, mit Wasser abgespült, in neue Gurkengläser (0,5 l) mit einem Stück Küchenrolle gelegt und mit einem Deckel, der mit einem feinen Netz bespannt war, verschlossen. Zur weiteren Entwicklung wurden die Gläser mit den Eiern in den Klimaschrank bei ± 25 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 ± 5 % und einer Photoperiode von 16:8 (L:D) gestellt und zweimal pro Woche frischer Lauch dazugegeben. Circa 11 Tage nach dem Aufsetzen zur Eiablage sammelten sich die Puppen an der Unterseite des Zellstoffstreifens. Um das Alter bestimmen zu können, wurden die Puppen

mit einem Pinsel in eine Plastikpetrischale (d = 8,8 cm), auf einen 1 %-igen Agarfilm und einem Gurkenblatt darauf gesetzt. Sobald adulte Weibchen sichtbar waren, wurden sie wieder auf ein Gurkenblatt in eine eigene Plastikpetrischale mit Agar gesetzt. Die ersten Adulten waren circa 13 Tage nach dem Aufsetzen der Weibchen zur Eiablage sichtbar. Für den Versuch wurden nur adulte Weibchen, die zwischen 48 h und 96 h nach der letzten Häutung alt waren, verwendet (siehe 3.6.3).

3.4 Versuchspflanze

Familie: *Cucurbitaceae*

Gattung: *Cucumis*

Species: *Cucumis sativus* L.

Sorte: Korinda F1 (Nunhems)

Abbildung 4: Gurkenpflanzen, Klimaraum Labor AG Agrarentomologie, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Mai 2015

Die Testpflanzen wurden in einer Klimakammer bei 25 ± 1 °C in einem Torfkultursubstrat (Einheitserde, Profisubstrat ED63T), bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 33 ± 5 %, einer Photoperiode von 16:8 (L:D), in einem Topf mit einer Glasplatte darauf ausgesät. Das Torfkultursubstrat wurde zuvor bei – 20 °C über 48 h kältesterilisiert. Nach einer Woche wurden die Gurkenpflanzen in einzelne Töpfe mit kältesterilisiertem Torfkultursubstrat gepflanzt.

3.5 Versuchsmittel

3.5.1 Kontrolle (H_2O)

Als Kontrolle wurde bei allen Versuchen Leitungswasser verwendet. Beim ersten Versuch war eine zusätzliche Variante ohne jegliche Behandlung.

3.5.2 Neem Azal T/S

Wirkstoff: Azadirachtin
Wirkungstyp: Akarizid, Insektizid (Ö-Pfl.Reg.Nr.: 2699)
Hersteller: Trifolio-M GmbH, D-35633 Lahnau

Der Wirkstoff Azadirachtin wird aus den Samen des tropischen Neembaums (*Azadirachta indica*) gewonnen. Er dringt in die Blätter ein, wird von den Pflanzen teilsystemisch transportiert und von den Schädlingen durch Saug- und Fraßtätigkeit aufgenommen. Es kommt zu einer Störung der Metamorphose. Die Entwicklung von Larven, Puppen oder Imagines wird beeinträchtigt oder verhindert. Die Insekten, die Azadirachtin aufgenommen haben, sterben ab oder es entstehen geschädigte Individuen. Der Wirkstoff hat eine geringe akute Toxizität. Nützlinge, außer Schwebefliegen, werden nicht geschädigt (BÖRNER et al., 2009).

3.5.3 SpinTor

Wirkstoff: Spinosad
Wirkungstyp: Insektizid (Ö-Pfl.Reg.Nr.: 3296)
Hersteller: Kwizda Agro GmbH, 1010 Wien
Einstufung/ Gefahrenklasse: N= umweltgefährlich; bienengefährlich
Wartefrist: 14 Tage

Spinosad besteht aus Stoffwechselprodukten von dem Bodenbakterium *Saccharopolyspora spinosa*. Das Bakterium wird auf einer Nährlösung in Fermentern kultiviert und dabei werden Stoffwechselprodukte, sogenannte Spinosyne gewonnen. Diese (Spinosyn A und Spinosyn B) werden dann zu Spinosad gemischt. Die Insekten nehmen den Wirkstoff beim Fraß und Kontakt mit dem Spritzbelag auf. Nach wenigen Minuten kommt es zu einer Unterbrechung der Reizübertragung im Nervensystem, die zum Tod führt (BÖRNER et al., 2009).

3.5.4 Neudosan Neu

Wirkstoff: Kaliseife
Wirkungstyp: Insektizid, Akarizid (Ö-Pfl.Reg.Nr.: 2622)
Hersteller: W. Neudorff GmbH KG, D-31857 Emmerthal

Kaliseifen sind Mischungen aus Kaliumsalzen von ungesättigten Fettsäuren. Langkettige, ungesättigte Fettsäuren wie Öl-, Linol- und Linolensäure aus Rapsöl werden zur Herstellung verwendet. Kaliseifen beeinflussen die Zellpermeabilität weichhäutiger Insekten. Dadurch treten wie bei Rapsöl unkontrolliert Zellinhaltsstoffe aus. Die Tracheen und Beweglichkeit werden durch Verkleben auch beeinträchtigt. Es wurde in der Praxis keine Resistenz gegenüber Kaliseife beobachtet. Der Wirkstoff gilt als ungiftig (BÖRNER et al., 2009).

3.5.5 Spruzit Schädlingsfrei

Wirkstoff: Pyrethrine und Rapsöl
Wirkungstyp: Insektizid, Akarizid (Ö-Pfl.Reg.Nr.: 3141)
Hersteller: W. Neudorff GmbH KG, D-31857 Emmerthal
Einstufung/ Gefahrenklasse: N= umweltgefährlich, nicht bienengefährlich

Pyrethrine werden aus getrockneten Blüten von *Chrysanthemum*-Arten gewonnen. Es handelt sich dabei um ein breit wirksames Kontaktgift, das über Sinnesorgane, Stigmen und Gelenkspolster in die Insekten eindringt. Danach treten Vergiftungserscheinungen auf. Für Warmblütler besteht jedoch eine geringe akute Giftigkeit. Rapsöl wird mit organischen Lösungsmitteln oder durch Kaltpressung aus den Samen der Rapspflanzen hergestellt. Die Hauptwirkstoffe sind langkettige, ungesättigte Fettsäuren wie Öl-, Linol- und Linolensäure. Rapsöl beeinträchtigt die Zellpermeabilität weichhäutiger Insekten. Somit treten unkontrolliert Zellinhaltsstoffe aus. Die Atmung und Beweglichkeit werden durch Verkleben mit Öl beeinflusst. Rapsöl ist weitgehend ungiftig und es wurde in der Praxis keine Resistenz beobachtet (BÖRNER et al., 2009).

3.5.6 Konzentration der angewandten Pflanzenschutzmittel

Die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel wurden, wie sie für die Anwendung im biologischen Freilandgemüsebau in Österreich registriert sind, hergestellt. Es wurde kein Netzmittel verwendet und die Versuchsmittel wurden mit Leitungswasser verdünnt.

Azadirachtin (Neem Azal T/S) 0,5 % (100 ml)
0,5 ml Neem Azal T/S + 99,5 ml Leitungswasser
Spinosad (SpinTor) 0,03 % (100 ml)
0,03 ml SpinTor + 99,97 ml Leitungswasser
Kaliseife (Neudosan Neu) 2 % (100 ml)
2 ml Neudosan Neu + 98 ml Leitungswasser
Pyrethrine und Rapsöl (Spruzit) 1 % (100 ml)
1 ml Spruzit + 99 ml Leitungswasser

3.5.7 Applikation der Versuchsmittel

Für die Applikation der Versuchsmittel auf die Gurkenblattscheibchen wurde ein „Potter Precision Laboratory Spray Tower“ (BURKARD Manufacturing Co, Großbritannien) verwendet (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Potter Precision Laboratory Spray Tower, Chemielabor, Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien, Februar 2015

Die Blattscheibchen wurden bei einem Druck von 3-5 lb/in² mit 2,5 ml der Versuchsmittel sowie der Kontrollsubstanz besprüht. Das entspricht einer ausgebrachten Flüssigkeitsmenge von 1 µl/cm². Nach dem Besprühen mit einer Variante wurde der Potter

Spray Tower jeweils zweimal mit 2,5 ml Aceton und 2,5 ml destilliertem Wasser gereinigt. Beim Versuch zur direkten Kontakttoxizität wurden die L2 auf Gurkenblattscheibchen mit der Blattunterseite nach oben besprüht. Die Gurkenblattscheibchen befanden sich auf einem Wasserfilm, in einer Glaspetrischale (d = 9 cm). Zum Testen der Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven wurden Blattscheibchen, vor dem Aufsetzen der L1, mit der Unterseite nach oben, besprüht. Das Blattmaterial befand sich wiederum in einer Glaspetrischale (d = 9 cm) auf einem Wasserfilm. Zum Testen der Überlebensrate, der Eiablage und Saugaktivität adulter Weibchen wurden Gurkenblattscheibchen in Glaspetrischalen (d = 9 cm), auf einem Wasserfilm, mit der Oberseite nach oben und vor dem Aufsetzen der adulten Weibchen, besprüht.

3.6 Biotests

Alle beschriebenen Versuche wurden auf Gurkenblättern durchgeführt. Bei den Versuchen zur direkten Kontakttoxizität und zur Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven wurden mit einem Korkbohrer Blattscheibchen (d = 2,2 cm) mit der Blattunterseite nach oben ausgestochen. Zum Testen der Überlebensrate, Eiablage und Saugaktivität wurden Blattscheibchen (d = 1,1 cm) mit der Blattoberseite nach oben verwendet. Das Blattmaterial wurde für die Biotests in Glaspetrischalen (d = 5 cm) auf einem 1 %-igen Agar platziert, um ein Austrocknen der Blätter zu verhindern. Danach wurden die Blattscheibchen mit einer Glaspastille angedrückt, mit einer Frischhaltefolie (cling film, Carl Roth, Deutschland) verschlossen und mit Insektenpräparationsnadeln (d = 0,4 mm) perforiert. Anschließend wurden die Biotesteinheiten in einem Klimaschrank bei ± 25 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 ± 5 % und einer Photoperiode von 16:8 (L:D) aufbewahrt.

3.6.1 Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität

Um eine direkte Kontakttoxizität der Pflanzenschutzmittel auf *T. tabaci* zu prüfen, wurde ein Mortalitätstest durchgeführt. Der Versuchsaufbau wurde adaptiert von PENEDER und KOSCHIER (2011).

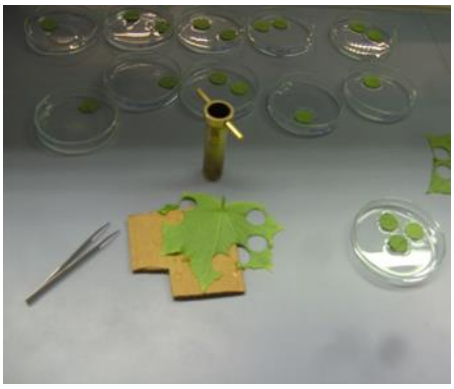

Abbildung 6: Das Bild zeigt das Ausstechen der Gurkenblattscheibchen

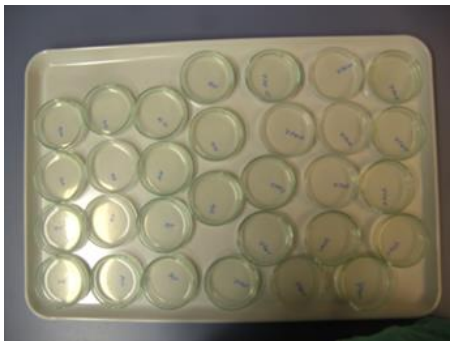

Abbildung 7: Glaspetrischalen (d = 5 cm)

Dazu wurde in Glaspetrischalen (d = 5 cm), jeweils 10 ml, 1 %-ige Agarlösung, die zuvor in einer Mikrowelle aufgekocht wurde, gegossen. Für die Blattscheibchen wurden junge, zarte Gurkenblätter, die ca. eine Woche alt waren, verwendet, da diese besser auf dem Agar haften als ältere Blätter. Mit einem Korkbohrer (d = 2,2 cm) wurden auf der Blattunterseite Scheiben ausgestochen und mit einer Pinzette in eine Glaspetrischale (d = 9 cm) mit einem Wasserfilm gelegt. Danach wurden mit einer Pipette 100 µl destilliertes Wasser auf die Petrischale mit Agar pipettiert und das Blattscheibchen daraufgelegt und mit einer Glaspastille leicht angedrückt. Das Wasser und die Glaspastille sollten ein gutes Haften des Blattmaterials ermöglichen, damit die Thripse nicht unter das Blatt gelangen konnten. Danach wurden 5 adulte Weibchen mit unbekanntem Alter aus der Stammzucht entfernt und mit einem Aquarellpinsel aus Marderhaar auf die Blattscheibchen gesetzt. Um ein Wegfliegen der Thripse zu verhindern, wurden sie vor dem Umsetzen auf Eis

immobilisiert. Dazu wurde eine Glaspetrischale (d = 9 cm) mit einer feuchten Küchenrolle ausgelegt und aufs Eis gestellt. Mit einer Pinzette wurde ein Lauchstück aus der Stammzucht entnommen und die adulten Weibchen auf die feuchte Küchenrolle geklopft. Nun konnten sie mit dem Haarpinsel auf die Blattscheibchen transportiert werden. Danach wurden die Petrischalen mit Frischhaltefolie verschlossen, mit Insektenpräparationsnadeln perforiert und für 24 h zur Eiablage in einen Klimaschrank gestellt. Dann wurden die Weibchen entfernt und die Testeinheiten wieder mit Frischhaltefolie bespannt, erneut perforiert und in dem Klimaschrank aufbewahrt. Sechs Tage nach dem Aufsetzen der Weibchen waren erste Larven im 2. Stadium sichtbar. Besprüht wurde einen Tag später, um sicher zu gehen, dass alle Larven das 2. Stadium erreicht hatten. Dazu wurden die Blattscheibchen (mit den Larven) mit einer Pinzette in eine mit Wasser benetzte Glaspetrischale (d = 9 cm) überführt und mittels Potter Spray Tower wurden 2,5 ml der Versuchsmittel appliziert. Anschließend wurden wieder 100 µl destilliertes Wasser auf den Agar der Testeinheiten pipettiert und die besprühten Blattscheibchen darauf gelegt. Unter einem Stereomikroskop (Carl Zeiss Microimaging GmbH, Deutschland) wurden die lebenden Larven gezählt und tote entfernt. Nun wurden die Testeinheiten wieder mit perforierter Folie verschlossen und in den Klimaschrank gestellt. Vierundzwanzig und 48 h nach dem Besprühen wurden die überlebenden Larven in einem Stereomikroskop gezählt.

3.6.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern

Um die Wirkung der Pflanzenschutzmittel auf die Entwicklung der Larven bis zum Präpuppenstadium zu testen, wurden gleichaltrige Larven im 1. Stadium mit einem Haarpinsel auf mit Versuchsmitteln besprühte Gurkenblattscheibchen (d = 2,2 cm) gesetzt. Die Scheibchen befanden sich in Glaspetrischalen (d = 5 cm) auf einer 1 %-igen Agarschicht. Bei diesem Versuch wurde die Entwicklungsdauer bis zum Präpuppenstadium beobachtet.

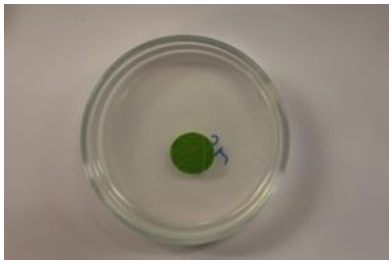

Abbildung 8: Testeinheit

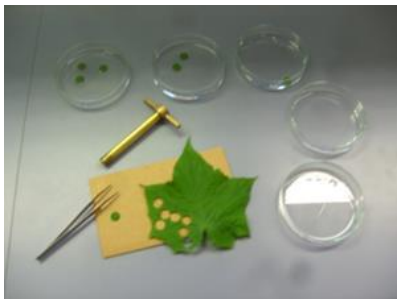

Abbildung 9: Ausstechen der Gurkenblattscheibchen

Dazu wurden mit einem Korkbohrer (d = 2,2 cm) Gurkenblattscheibchen ausgestochen (siehe Abbildung 9), wobei die Blattunterseite nach oben lag. Die Testscheibchen wurden in Glaspetrischalen (d = 9 cm) auf einen Wasserfilm gelegt und anschließend mit dem Potter Spray Tower besprüht (2,5 ml pro Versuchsmittel und Glaspetrischale). Die besprühten Blattscheibchen wurden in Glaspetrischalen (d = 5 cm) mit einem 1 %-igen Agarfilm (10 ml/Petrischale) gelegt. Zur besseren Haftung wurden 100 µl Wasser auf den Agar pipettiert und die Blattscheibchen mit der Glaspastille angedrückt. Nun wurde eine Larve pro Testeinheit unter dem Stereomikroskop mit einem Pinsel auf die besprühten Blätter aufgesetzt, mit einer perforierten Plastikfolie verschlossen und in den Klimaschrank gestellt. Vierundzwanzig Stunden nach dem Aufsetzen der Larven auf die besprühten Blätter wurde beobachtet, ob die Larven tot oder lebend waren. Nun wurden jeden Tag zur gleichen Uhrzeit die lebenden und toten Individuen bis zum Präpuppenstadium aufgezeichnet und somit beobachtet, ob die Mittel die Entwicklungsdauer bis zu diesem Stadium beeinflussen.

3.6.3 Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität adulter Weibchen auf behandelten Blättern

Bei diesem Versuch wurden gleichaltrige, adulte Weibchen auf besprühte Gurkenblattscheibchen (d = 1,1 cm) mit der Blattoberseite nach oben aufgesetzt. Vierundzwanzig Stunden nach dem Aufsetzen wurden die Überlebenden gezählt, der Saugschaden beurteilt und die gelegten Eier gezählt.

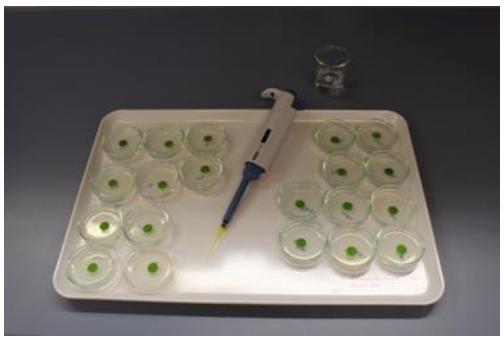

Abbildung 10: Testeinheiten

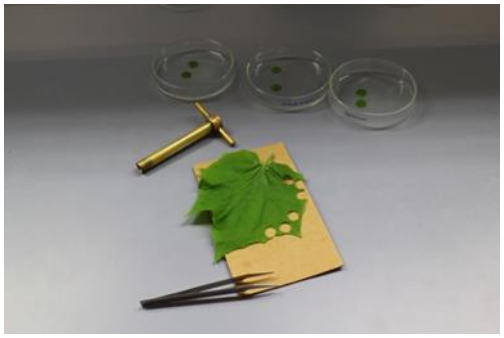

Abbildung 11: Ausstechen der Gurkenblattscheibchen

Für den Versuch wurden nur adulte Weibchen, die zwischen 48 h und 96 h nach der letzten Häutung alt waren, verwendet. Dazu wurden Gurkenblattscheibchen mit einem Korkbohrer (d = 1,1 cm) ausgestochen, in Glaspetrischalen (d = 9 cm) mit einem Wasserfilm gelegt (siehe Abbildung 11) und mit der Oberseite nach oben von dem Potter Spray Tower (2,5 ml pro Versuchsmittel und Glaspetrischale) besprüht. Anschließend wurden die Blattscheibchen mit einer Pinzette in Glaspetrischalen (d = 5 cm), auf Agar (10 ml pro Schale) gelegt. Damit sich die Weibchen nicht der Behandlung entziehen konnten, wurden 10 µl Wasser auf den Agar pipettiert und die besprühten Blattscheibchen mit einer Glaspastille angedrückt. Danach wurde ein adultes Weibchen pro Testeinheit mit dem Pinsel auf die Blattscheibchen gesetzt, mit einer perforierten Plastikfolie verschlossen. Vierundzwanzig Stunden nach dem Aufsetzen der Weibchen auf die besprühten Blätter

wurden die lebenden Adulten gezählt und der Saugschaden wurde mit einer Netzrasterplatte (Nr. 3, Fa. Boraident, Deutschland) gezählt. Dazu wurden die Blattscheibchen mit einer Pinzette zwischen einen Objektträger und die Netzrasterplatte gelegt und unter dem Stereomikroskop wurde der Saugschaden beurteilt. Anschließend wurden die Eier gezählt. Dazu wurden die Blattscheibchen in den Petrischalen, wie man in Abbildung 12 sieht, unter das Mikroskop gelegt, das Licht von unten kommend eingeschaltet und die Eianzahl gezählt.

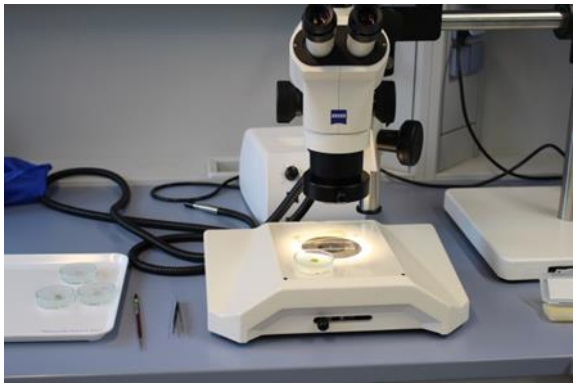

Abbildung 12: Ermittlung der Eianzahl unter einem Stereomikroskop

3.7 Versuchsauswertung

Die statistische Auswertung der Biotests erfolgte mit PASW Statistics 21 (SPSS) für WINDOWS und mit Microsoft Excel 2007.

Tabelle 1: Gewählte statistische Verfahren zur Auswertung der Versuche

Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität[1] [2]	Kruskal-Wallis-Test Mann-Whitney-U-Test
Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern Überlebensfunktionen	 Log-Rank-Mantel-Cox-Test Kaplan-Meier-Methode
Überlebenszeit der Larven[1] [2]	Kruskal-Wallis-Test Mann-Whitney-U-Test
Tage bis zur Verpuppung zur Präpuppe[1] [2]	Kruskal-Wallis-Test Mann-Whitney-U-Test
Eiablagerate und Saugaktivität adulter Weibchen[1] [2]	Kruskal-Wallis-Test Mann-Whitney-U-Test

[1] Der Test auf Normalverteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest.
[2] Die Varianzhomogenität wurde mit dem Levene-Test geprüft.

In Tabelle 2 sind die verwendeten Signifikanzniveaus für die Interpretation der Testergebnisse ersichtlich.

Tabelle 2: Verwendete Signifikanz-Niveaus für die Interpretation der statistischen Auswertungen

Signifikanz-Niveau	Bezeichnung
• $p > 0{,}05$	• n.s. = nicht signifikant
• $p \leq 0{,}05$	• * = signifikant
• $p \leq 0{,}01$	• ** = hoch signifikant
• $p \leq 0{,}001$	• *** = höchst signifikant

4 Ergebnisse

4.1 Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität

Um zu prüfen, ob die verschiedenen Pflanzenschutzmittel und die Kontrolle eine direkte toxische Wirkung auf das 2. Larvenstadium von *T. tabaci* haben, wurde ein Mortalitätstest auf Gurkenblattscheibchen durchgeführt.

Die Auswertung ergab einen höchst signifikanten Unterschied der Versuchsvarianten sowohl 24 h nach dem Besprühen (Kruskal-Wallis-Test; $\chi^2 = 39{,}95$; df = 4; $p \leq 0{,}001$) als auch 48 h nach der Behandlung (Kruskal-Wallis-Test; $\chi^2 = 35{,}27$; df = 4; $p \leq 0{,}001$).

In Abbildung 13 ist ersichtlich, dass die höchste mittlere Mortalitätsrate (± Standardfehler) bei SpinTor 24 h und 48 h nach der Behandlung mit 100 % eindeutig über den anderen Varianten liegt. Mit der Behandlung von SpinTor verglichen mit allen anderen Varianten (Wasser, Neem Azal T/S, Neudosan Neu und Spruzit) wurde eine signifikant höhere Mortalitätsrate erreicht (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4). Die zweithöchste mittlere Mortalitätsrate mit 30 % 24 h nach der Behandlung und 44 % 48 h nach der Behandlung, wurde bei Spruzit festgestellt. Eine signifikante Reduzierung der Larven konnte bei der Behandlung mit Spruzit gegenüber der Kontrollvariante erreicht werden. Neem Azal T/S und Neudosan Neu wiesen eine ähnliche mittlere Mortalitätsrate auf. Bei Neem Azal T/S lag sie bei 4 % 24 h nach der Behandlung und bei 11 % 48 h nach der Behandlung. Vierundzwanzig Stunden nach der Behandlung ergab die mittlere Mortalitätsrate bei Neudosan Neu 4 % und 48 h nach der Behandlung 17 %. Neem Azal T/S und Neudosan Neu bewirkten keine signifikant erhöhte Mortalität der Larven gegenüber der Kontrollvariante. In der Kontrollvariante überlebten die meisten Larven (mittlere Mortalitätsrate = 1,67 % 24 h nach der Behandlung und 3,48 % 48 h nach der Behandlung).

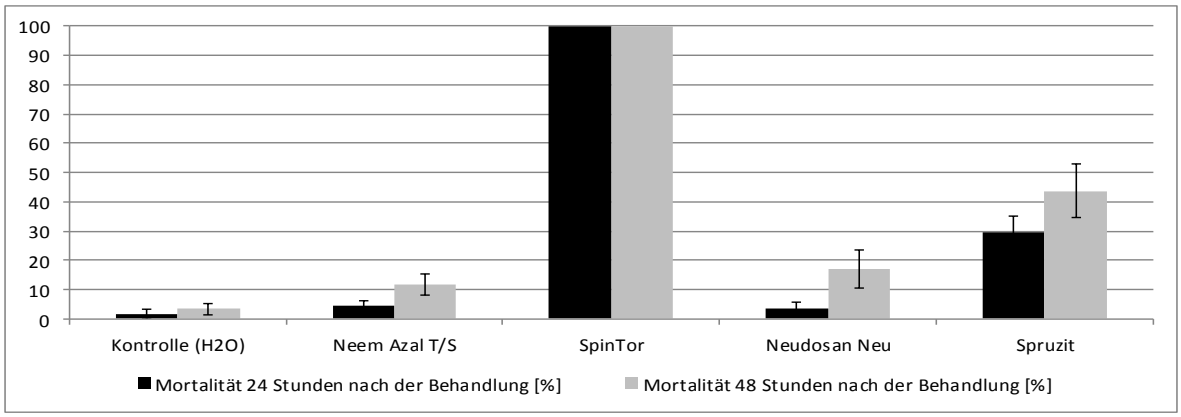

Abbildung 13: Mittlere Mortalitätsrate in Prozent (± SE) von Larven im 2. Stadium auf Gurkenblattscheibchen 24 und 48 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle). 100 L2 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle.

Tabelle 3: Statistische Unterschiedlichkeit in der Mortalitätsrate von Larven im 2. Stadium von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen 24 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)				
Neem Azal T/S	0,315 n.s.			
SpinTor	0,000 ***	0,000 ***		
Neudosan Neu	0,481 n.s.	0,739 n.s.	0,000 ***	
Sprzuit	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,001 ***

Tabelle 4: Statistische Unterschiedlichkeit in der Mortalitätsrate von Larven im 2. Stadium von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen 48 Stunden nach der Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)				
Neem Azal T/S	0,105 n.s.			
SpinTor	0,000 ***	0,000 ***		
Neudosan Neu	0,105 n.s.	0,796 n.s.	0,000 ***	
Sprzuit	0,000 ***	0,006 **	0,000 ***	0,024 *

4.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern

4.2.1 Wirkung der Versuchsmittel auf das Überleben der Larven

Um die Verläufe der Überlebensfunktionen der verschiedenen Behandlungsvarianten auf signifikante Unterschiede zu testen, wurde der Log-Rank-Test ausgeführt. Die Auswertung ergab einen höchst signifikanten Unterschied der Überlebensfunktionen (Log Rank-Mantel-Cox-Test; $\chi^2 = 98{,}55$; df = 4; $p \leq 0{,}001$).

In Abbildung 14 ist ersichtlich, dass die geringste kumulierte Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf mit SpinTor behandelten Gurkenblattscheibchen erreicht wurde. Bei der SpinTor-Behandlung konnten bereits nach einem Tag keine überlebenden Larven festgestellt werden. Mit Neem Azal T/S konnte auch eine deutliche Reduzierung (14 % Überlebenswahrscheinlichkeit) der Larven erreicht werden. Spruzit verringerte die Anzahl der Larven um die Hälfte. Es wurde eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 48 % am 5. Tag nach dem Aufsetzen der Larven auf mit Spruzit behandelten Blättern festgestellt. Bei der Behandlung mit Neudosan Neu lag die Überlebensrate am 5. Tag bei 40 %. Die höchste Überlebenswahrscheinlichkeit (100 %) konnte bei der Behandlung mit Wasser nachgewiesen werden.

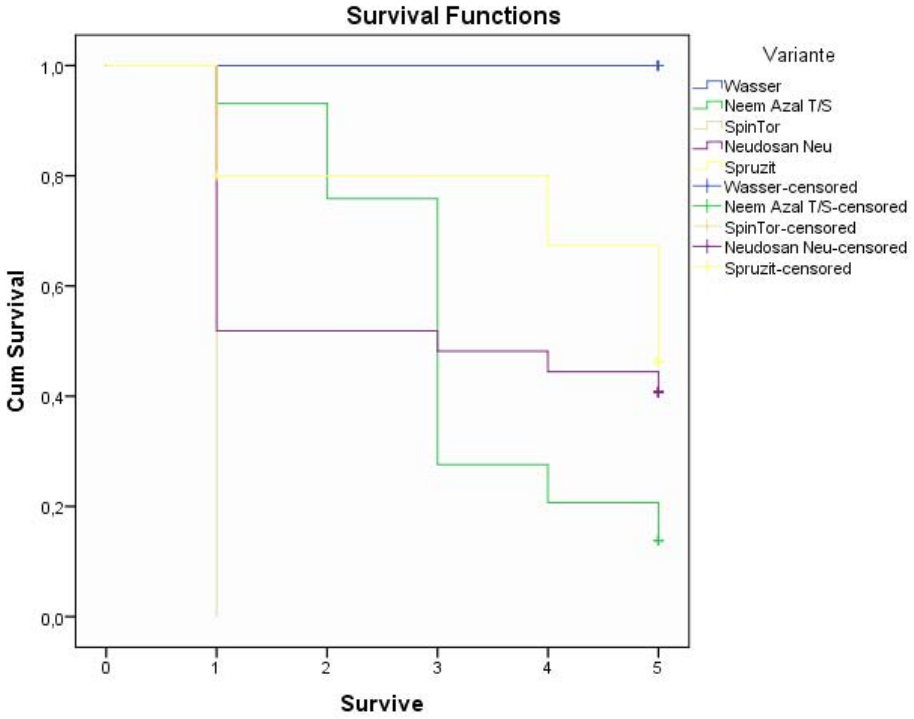

Abbildung 14: Überlebensfunktionen nach Kaplan-Meier: Gemeinsame Darstellung der Überlebenszeitkurven von *T. tabaci* auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle

Der Kruskal-Wallis-Test bestätigte einen höchst signifikanten Unterschied der Versuchsvarianten bezüglich der Überlebenszeit der Larven. (Kruskal-Wallis-Test; χ^2 = 73,52; df = 4; p≤0,001).

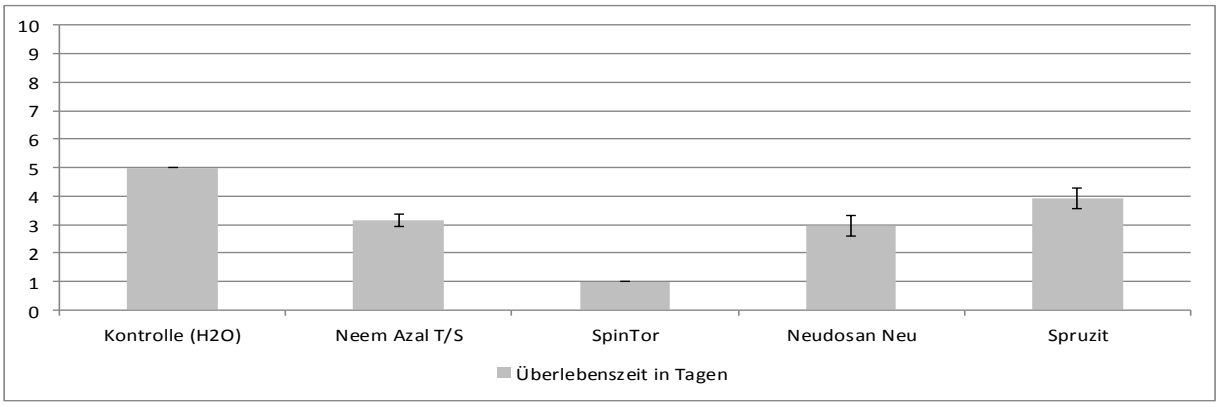

Abbildung 15: Mittlere Überlebenszeit der Larven in Tagen (± SE) auf den mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, ermittelt 5 Tage nach dem Aufsetzen der L1. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle.

In Abbildung 15 sieht man die Mittelwerte ± SE der Tage, die die Larven auf den behandelten Blättern überlebt haben. Mit SpinTor konnte die Überlebenszeit deutlich reduziert werden. Die Larven waren bereits nach 24 Stunden tot. Bei Neem Azal T/S und Neudosan Neu überlebten die Larven 3,17 bzw. 2,96 Tage. Die beiden Mittel unterschieden sich daher nicht signifikant voneinander (siehe Tabelle 5). Am längsten überlebten die Larven mit 3,92 Tagen nach der Spruzit-Behandlung und 5 Tagen in der Kontrollvariante.

Die Tabelle 5 zeigt, dass die Überlebenszeit der Larven auf den Blättern, mit allen Pflanzenschutzmitteln (Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu und Spruzit), im Vergleich zur Kontrollvariante, höchst signifikant reduziert werden konnte.

Tabelle 5: Statistische Unterschiedlichkeit der Überlebensrate von *T. tabaci*, 5 Tage nach dem Aufsetzen der L1 auf mit den Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)				
Neem Azal T/S	0,000 ***			
SpinTor	0,000 ***	0,000 ***		
Neudosan Neu	0,000 ***	0,604 n.s.	0,000 ***	
Spruzit	0,001 ***	0,023 *	0,000 ***	0,096 n.s.

4.2.2 Wirkung der Versuchsmittel auf die Verpuppung der Larven zur Präpuppe

In Abbildung 16 sieht man, dass nach der Behandlung der Blattscheibchen mit SpinTor keine lebenden Präpuppen (0,00 %) nach einem Beobachtungszeitraum von 7 Tagen vorhanden waren. Mit Neem Azal T/S konnten sie deutlich auf 10 % reduziert werden. Nach der Behandlung mit Neudosan Neu und Spruzit waren noch 40 % Präpuppen vorhanden. In der Kontrollvariante kam es zu einer Verpuppungsrate von 100%.

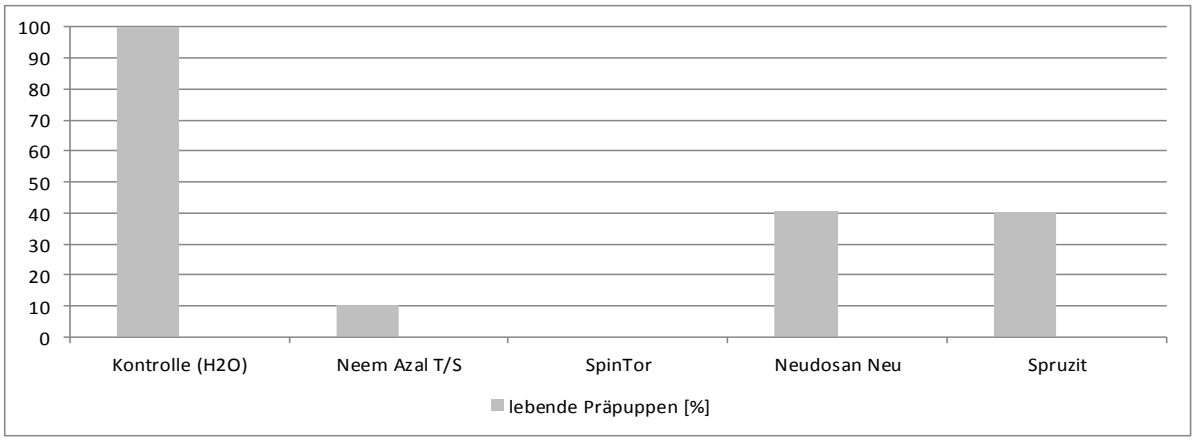

Abbildung 16: Lebende Präpuppen in Prozent auf mit Pflanzenschutzmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle) behandelten Gurkenblattscheibchen im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle.

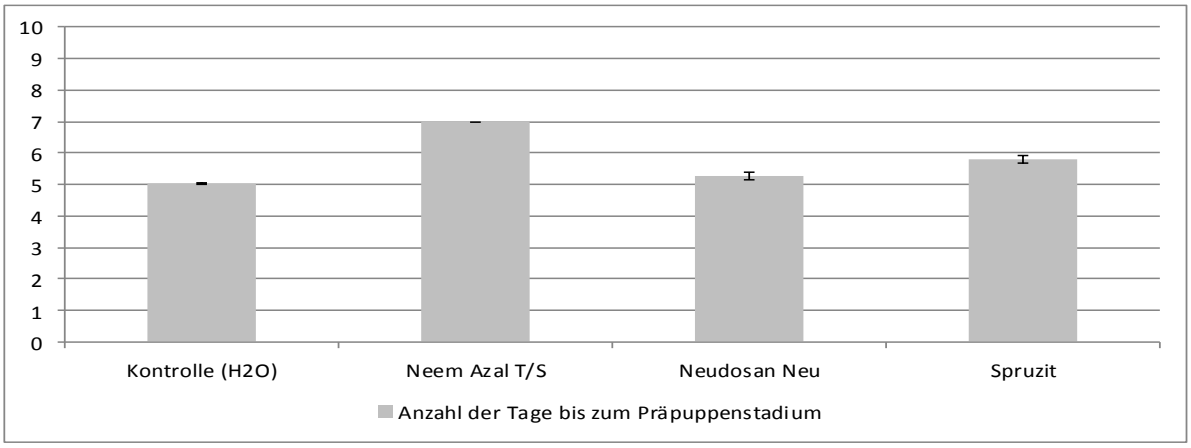

Abbildung 17: Mittlere Anzahl der Tage bis zur Verpuppung zur Präpuppe (± SE) auf den mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen. 25 L1 je Versuchsmittel bzw. Kontrolle.

Die Abbildung 17 zeigt, dass die Behandlung der Larven mit Neem Azal T/S die Dauer bis zur Verpuppung zur Präpuppe höchst signifikant verzögert hat (siehe Tabelle 6). Die Larven benötigten 7 Tage, bis sie das Präpuppenstadium erreicht hatten. Auch durch die

Behandlung mit Spruzit wurde die Entwicklungsdauer verlängert. Sie dauerte 5,8 Tage. Die Neudosan Neu-Behandlung unterschied sich nicht signifikant von der Behandlung mit Wasser. Diese Larven benötigten 5,27 Tage bis zum Präpuppenstadium und in der Kontrollvariante 5 Tage.

Die Versuchsmittel unterschieden sich höchst signifikant in der Dauer bis zur Häutung zum Präpuppenstadium. (Kruskal-Wallis-Test; $\chi^2 = 29{,}84$; df = 3; $p \leq 0{,}001$).

Tabelle 6: Statistische Unterschiedlichkeit der Dauer bis zur Häutung zum Präpuppenstadium von *T. tabaci* auf mit den Pflanzenschutzmitteln bzw. der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)			
Neem Azal T/S	0,001 ***		
Neudosan Neu	0,270 n.s.	0,005 **	
Spruzit	0,000 ***	0,007 **	0,043 *

4.3 Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität adulter Weibchen auf behandelten Blättern

4.3.1 Überlebensrate

In Abbildung 18 sieht man, dass 24 h nach dem Aufsetzen gleichaltriger, adulter Weibchen auf behandelten Gurkenblattscheibchen bei der Behandlung mit SpinTor alle Insekten getötet wurden. In der Kontrollvariante überlebten 96,55 % der Individuen. Auch bei Spruzit (96,55 %) und Neudosan Neu (96,43 %) überlebten beinahe alle Thripse. Bei der Behandlung mit Neem Azal T/S wurden 90,00 % Überlebende festgestellt.

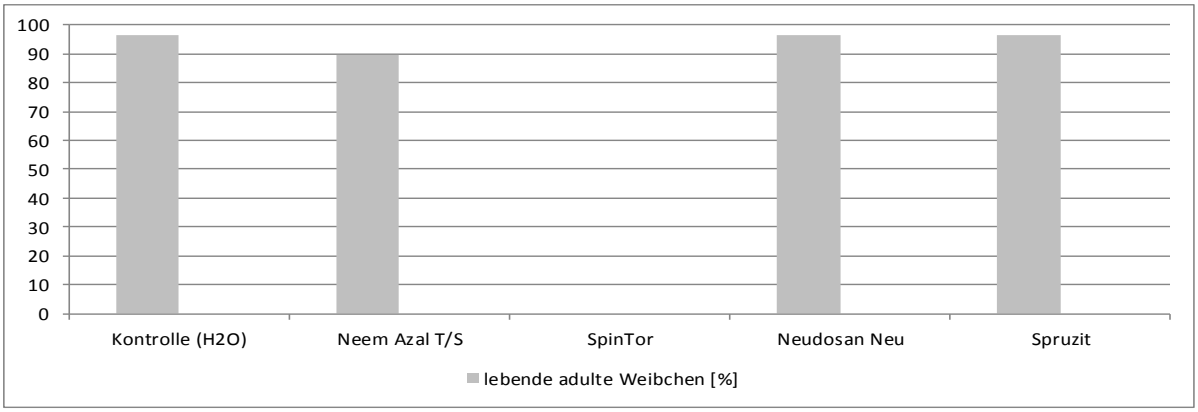

Abbildung 18: Lebende, gleichaltrige, adulte Weibchen von *T. tabaci* in Prozent, auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 h nach der Behandlung. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle

4.3.2 Saugaktivität

Der Kruskal-Wallis-Test bestätigte 24 h nach der Behandlung einen höchst signifikanten Unterschied der Versuchsvarianten bezüglich der Saugaktivität adulter Weibchen (Kruskal-Wallis-Test; $\chi^2 = 98{,}96$; df = 4; $p \leq 0{,}001$).

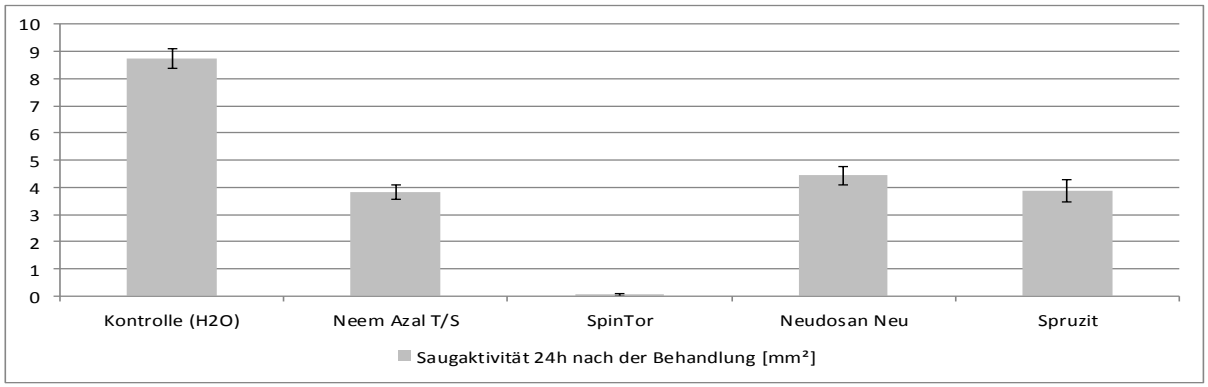

Abbildung 19: Mittlerer Saugschaden (± Standardfehler) in mm² von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle

Die Abbildung 19 zeigt die höchste mittlere Saugaktivität der gleichaltrigen Weibchen (8,73 mm²) bei der Behandlung der Gurkenblattscheibchen mit Wasser (Kontrolle). In Tabelle 7 sieht man, dass alle Mittel verglichen mit der Kontrollvariante den Saugschaden höchst signifikant reduzieren konnten. Der geringste Saugschaden (0,05 mm²) wurde auf mit SpinTor besprühten Blättern festgestellt. Der Saugschaden der SpinTor-Behandlung unterscheidet sich daher höchst signifikant von allen anderen Varianten (siehe Tabelle 7). Der mittlere Saugschaden lag bei mit Neudosan Neu behandelten Blättern bei 4,43 mm², gefolgt von Spruzit mit 3,88 mm² und Neem Azal T/S mit 3,84 mm². Mit Neudosan Neu, Spruzit und Neem Azal T/S konnte der Saugschaden höchst signifikant um die Hälfte gegenüber der Kontrollvariante reduziert werden. Es gibt keinen signifikanten Unterschied innerhalb dieser Mittel hinsichtlich des Saugschadens (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Statistische Unterschiedlichkeit des Saugschadens (mm²), verursacht von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci*, auf mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 Stunden nach der Behandlung. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)				
Neem Azal T/S	0,000 ***			
SpinTor	0,000 ***	0,000 ***		
Neudosan Neu	0,000 ***	0,137 n.s.	0,000 ***	
Spruzit	0,000 ***	0,821 n.s.	0,000 ***	0,307 n.s.

4.3.3 Eiablagerate

Der Kruskal-Wallis-Test bestätigte 24 h nach der Behandlung einen höchst signifikanten Unterschied der Versuchsvarianten bezüglich der Anzahl an abgelegten Eiern. ($\chi^2 = 73{,}42$; df = 4; $p \leq 0{,}001$).

Abbildung 20 kann man entnehmen, dass 24 Stunden nach dem Aufsetzen der Weibchen auf die besprühten Blätter die höchste mittlere Anzahl der Eier (3,9) bei der Behandlung mit Wasser lag. Bei allen mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Blättern war die Eiablage geringer als bei der Kontrolle. SpinTor verhinderte die Eiablage (0,0 Eier). Mit Neem Azal T/S wurde die Eianzahl um mehr als die Hälfte reduziert (1,48). Mit Neem Azal T/S und SpinTor konnte die Eianzahl im Vergleich zur Kontrollvariante höchst signifikant reduziert werden (siehe Tabelle 8). Auf den mit Neudosan Neu behandelten Blättern legten die Weibchen durchschnittlich 2,71 Eier, gefolgt von Spruzit mit 2,38 mittlerer Eizahl.

Neudosan Neu und Spruzit unterschieden sich nicht signifikant in der Anzahl der abgelegten Eier voneinander. Die Eianzahl konnte mit Neudosan Neu und Spruzit hoch signifikant verringert werden (siehe Tabelle 8).

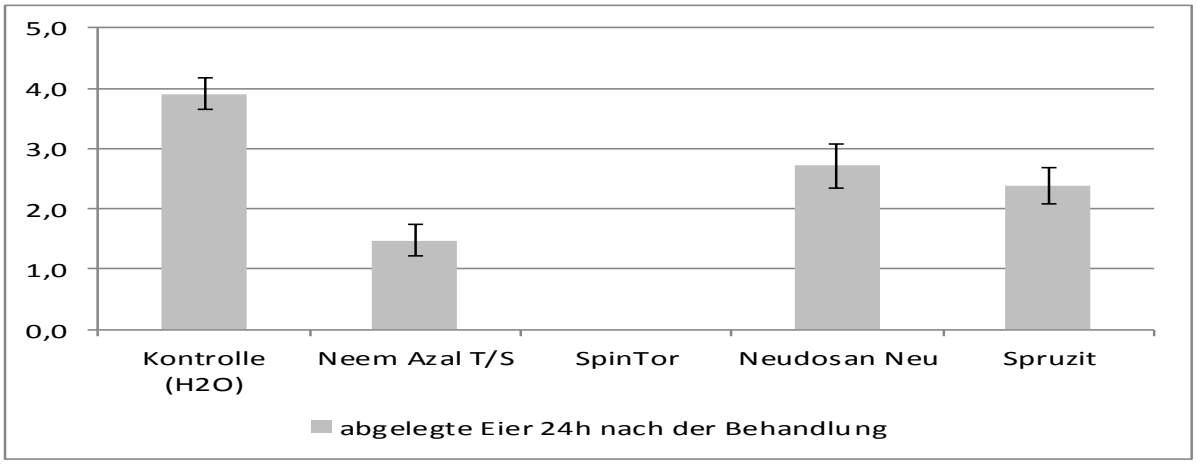

Abbildung 20: Mittlere abgelegte Anzahl an Eiern (± Standardfehler) von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen. 25 Einzeltiere je Pflanzenschutzmittel bzw. Kontrolle

Tabelle 8: Statistische Unterschiedlichkeit in der Eiablage von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 Stunden nach der Behandlung. Mann-Whitney-U-Test; p-Werte der paarweisen Vergleiche

	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu
Kontrolle (H2O)				
Neem Azal T/S	0,000 ***			
SpinTor	0,000 ***	0,000 ***		
Neudosan Neu	0,008 **	0,015 *	0,000 ***	
Spruzit	0,002 **	0,030 *	0,000 ***	0,688 n.s.

5 Diskussion

Die Pflanzenschutzmittel, Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu und Spruzit, die im Rahmen dieser Arbeit verwendet wurden, werden im biologischen Freilandgemüsebau angewendet, um die Pflanzen von saugenden und beißenden Insekten sowie ihren Larven zu befreien, um somit Ertragseinbußen zu vermindern. Um die Wirkung vergleichen zu können, wurden drei verschiedene Versuche durchgeführt. Es wurden Mortalitätstests auf Gurkenblattscheibchen gemacht, um die Kontakttoxizität auf die L2 von *T. tabaci* zu prüfen. Dann wurde getestet, ob die Mittel auf Blattscheibchen die Entwicklung von Erstlarven bis zum Präpuppenstadium beeinflussen. Im dritten Versuch wurde die Wirkung der Pflanzenschutzmittel auf die Überlebens-, Eiablagerate und Saugaktivität gleichaltriger, adulter Weibchen getestet. Im folgenden Teil wird die Wirkung der Pflanzenschutzmittel anhand der Versuchsergebnisse verglichen und diskutiert.

In der vorliegenden Arbeit zeigte SpinTor (44 % Wirkstoff Spinosad) in allen Versuchen die beste Wirkung gegen *T. tabaci*. Nach 24 h wurde eine Mortalitätsrate der Larven von 100 % nach direktem Besprühen sowie nach Kontakt mit behandelten Gurkenblättern festgestellt. Ebenso ergab sich eine 100 %-ige Mortalität erwachsener Thripsweibchen auf mit SpinTor behandelten Blattscheibchen. Laut BÖRNER et al. (2009) wird der Wirkstoff Spinosad von den Insekten aufgenommen und es kommt nach wenigen Minuten zu einer Unterbrechung der Reizübertragung im Nervensystem, die zum Tod führt. SHELTON et al. (2006) untersuchten die Wirkung von SpinTor 2CS (Wirkstoff Spinosad) auf *T. tabaci* in Feldversuchen auf Zwiebeln in verschiedenen Regionen von New York. Sie erhielten ähnliche Ergebnisse. Bei einer Konzentration von 308 ppm lag die Mortalitätsrate nach der Behandlung bei einer Region bei 85,4 %, in den restlichen Regionen lag sie über 90 %. SEAL und KUMAR (2010) stellten eine Mortalitätsrate von 80 %, 24 h nach der Behandlung von *Scirothrips dorsalis*-Larven mit SpinTor (22,8 % Wirkstoff Spinosad) bei einer Ausbringungsmenge von 511 ml/ha auf Paprika in Freilandversuchen fest.

KAY und HERRON (2010) untersuchten die Effizienz von Spinosad und Kaliseife gegen *Frankliniella occidentalis*-Larven und Adulte auf Chillipflanzen in Feldversuchen. Anzumerken ist, dass eine dreimalige Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln am Tag 0, 3 und 6 erfolgte und das Zählen der lebenden Adulten und Larven am Tag 1, 2, 5, 9 und 13 durchgeführt wurde. Auch in diesem Versuch wurde bei der Behandlung mit Success (120 g/l Wirkstoff Spinosad) und einer Ausbringungsmenge von 96 g Wirkstoff pro ha eine Mortalitätsrate der Larven und Adulten von 100% nachgewiesen. Bei Natrasoap (285

g/l Wirkstoff Kaliseife) und einer Ausbringungsmenge von 8550 g Wirkstoff pro ha wurde keine effektive Wirkung nachgewiesen. Auch dieses Ergebnis entspricht dem Ergebnis der vorliegenden Arbeit.

Das Ergebnis der direkten Behandlung mit Neudosan Neu und Neem Azal T/S in der vorliegenden Arbeit unterschied sich im Vergleich zur Kontrollsubstanz nicht signifikant, jedoch ist interessant, dass Neem Azal T/S die Entwicklung von Larven und Puppen auf behandelten Blättern beeinträchtigte. Laut BÖRNER et al. (2009) kommt es nach der Aufnahme von Azadirachtin zu einer Störung der Metamorphose. Es wird die Entwicklung zum nächsten Larvenstadium, zur Puppe oder Imago beeinträchtigt. Die Individuen sterben ab oder es entstehen geschädigte Larven, Puppen oder Imagines.

In Feldversuchen an Zwiebeln testeten SAYEDA und EL-MOGY (2011) eine Neem-Formulierung (Nimbecidine) gegen *T. tabaci* mit einer Konzentration von 0,5 %. Nimbecidine enthält 0,03 % von dem Wirkstoff Azadirachtin. In zwei aufeinanderfolgenden Jahren wurden im Vegetationsverlauf 3 Pflanzenschutzmittelbehandlungen durchgeführt und die lebenden Thripse nach 3, 7 und 10 Tagen ermittelt. Die Mortalitätsrate bei Nimbecidine lag im 1. Jahr bei 70,7 % und im 2. Versuchsjahr bei 16,6 % nach der 1. Behandlung.

In der vorliegenden Masterarbeit wurde Neem Azal T/S (1 % Wirkstoff Azadirachtin) mit einer Konzentration von 0,5 % an L2 getestet. Achtundvierzig Stunden nach der Behandlung wurde eine Mortalitätsrate von 11 % festgestellt. Diese ist ähnlich dem 2. Versuchsergebnis von SAYEDA und EL-MOGY (2011), wobei diese die Mortalitätsrate 10 Tage nach der Behandlung ermittelt haben und eine Neem-Formulierung verwendet wurde.

KHALIQ et al. (2014) wiesen bei der Behandlung von *T. tabaci*-Larven und Adulten mit Neem (100 g/l Wirkstoff Azadirachtin) bei einer Konzentration von 2 % eine Mortalitätsrate von über 60 %, 7 Tage nach der Behandlung, in Feldversuchen an Zwiebeln nach. Vermutlich ist diese hohe Sterberate auf den höheren Wirkstoffgehalt und auf die höhere Konzentration von 2 % bei der Behandlung und der längere Beobachtungszeitraum zurückzuführen. In der Masterarbeit wurde Neem Azal T/S mit einem Wirkstoffgehalt von 10 g/l Azadirachtin mit einer Konzentration von 0,5 % verwendet. Bemerkenswert ist

auch, dass für diesen Versuch Adulte und Larven behandelt und gemeinsam ausgewertet wurden.

In der Masterarbeit wurde mit Spruzit die zweithöchste mittlere Mortalitätsrate bei der direkten Behandlung von L2, mit 30 %, 24 h nach der Behandlung und 44 %, 48 h nach der Behandlung, erreicht. Spruzit enthält 0,5 % Pyrethrine und 90 % Rapsöl.

BONSIGNORE und VACANTE (2012) prüften die Wirkung von Biopiren plus (8 % Wirkstoff Pyrethrum gewonnen aus *Chrysanthemum cinerariifolium*) bei einer Konzentration der Spritzbrühe von 300 g/hl gegen *Frankliniella occidentalis*-Larven und Adulte an Erdbeeren in Glashausversuchen. Vierundzwanzig Stunden nach der direkten Behandlung konnte kein Unterschied der Mortalität zur Kontrolle (Wasser) festgestellt werden. In der Masterarbeit wurde bei dem Versuch Spruzit verwendet, das aufgereinigte Pyrethrine und Rapsöl enthält. Im Gegensatz dazu verwendeten BONSIGNORE und VACANTE (2012) Pyrethrum, welches aus 6 Einzelsubstanzen besteht, daher ist dieses Ergebnis nicht mit dem Resultat der Masterarbeit verleichbar.

In der Masterarbeit konnte beim Versuch zur Wirkung der Versuchsmittel auf die Entwicklung der Larven auf behandelten Blättern mit SpinTor die beste Wirkung erzielt werden, denn die Behandlung überlebten keine Larven. Mit Neem Azal T/S konnte eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 14 %, am 5. Tag nach der Behandlung, festgestellt werden. Mit Spruzit (48 %) und Neudosan Neu (40 %) konnte die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven um mehr als die Hälfte reduziert werden.

PREMACHANDRA et al. (2005) testeten Neem Azal T/S (1 % Wirkstoff Azadirachtin A) und ein Produkt mit 12 % Wirkstoffgehalt Spinosad gegen *Ceratothripoides claratris* an Tomatenpflanzen unter Labor- und Glashausbedingungen. Sie besprühten die Blätter mit den Versuchsmitteln und setzten 12 h alte L1 und L2 getrennt voneinander darauf und zählten über 9 Tage die Überlebenden. Bei der Behandlung mit einer Konzentration von 0,5 % Azadirachtin konnten die überlebenden L1 signifikant reduziert werden. Am 5. Tag nach der Behandlung wurde eine Mortalitätsrate der Larven von 61,97 % festgestellt. Dies entspricht einer Überlebensrate von 38,03 %. Die höhere Überlebensrate könnte darauf zurückzuführen sein, dass diese Larven bei der Behandlung 8 h älter waren, als die in der Masterarbeit verwendeten L1. PREMACHANDRA et al. (2005) stellten 24 h nach der

Behandlung mit Spinosad eine Mortalitätsrate der Larven von 100 % fest. Sie kamen zu dem gleichen Ergebnis wie in der vorliegenden Arbeit.

SEAL et al. (2013) testeten die Wirkung von SpinTor (Wirkstoff Spinosad) und Align (Wirkstoff Azadirachtin) gegen *Thrips palmi* auf Bohnen- und Auberginenblättern. Sie benetzen die Blattscheibchen mit den Versuchsmitteln und setzten L2 darauf und ermittelten die Mortalitätsrate 48 h nach der Behandlung. Die Behandlung der Blätter mit den Versuchsmitteln wurde 4 Mal wiederholt. Mit Spinosad lag die Mortalitätsrate der Larven zwischen 80 und 95 %. Mit Azadirachtin konnte eine Mortalitätsrate zwischen 25 und 52 % erreicht werden. Im Vergleich dazu wurde in der Masterarbeit eine Behandlung mit den Pflanzenschutzmitteln durchgeführt und die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven bis zum 5. Tag nach der Behandlung ermittelt. Bei Spinosad lag die Überlebenswahrscheinlichkeit bei 0,00 % und bei Azadirachtin bei 14 %. Dies würde einer Mortalitätsrate von 86 % entsprechen. Möglicherweise liegt die höhere Mortalitätsrate bei der Behandlung mit Azadirachtin daran, dass in der Masterarbeit die Werte später, am 5. Tag nach der Behandlung, ermittelt wurden. Mit Spinosad wurde ein ähnliches Ergebnis wie bei dem Versuch von SEAL et al. (2013) erzielt.

In der Masterarbeit konnte mit SpinTor die Überlebenszeit der Larven deutlich reduziert werden. Die Larven waren bereits nach 24 Stunden tot. Bei Neem Azal T/S und Neudosan Neu überlebten die Larven 3,17 bzw. 2,96 Tage. Die beiden Mittel unterschieden sich daher nicht signifikant voneinander. Am längsten überlebten die Larven mit 3,92 Tagen nach der Spruzit-Behandlung und 5 Tagen in der Kontrollvariante.

In der Fachliteratur erschien bis jetzt keine Studie über die Wirkung der Versuchsmittel auf die Verpuppungsrate bzw. die Dauer bis zur Verpuppung von *T. tabaci*-Larven. In der Masterarbeit konnten folgende Ergebnisse festgestellt werden: Nach der Behandlung der Blattscheibchen mit SpinTor waren keine lebenden Präpuppen (0,00 %) nach einem Beobachtungszeitraum von 7 Tagen vorhanden. Mit Neem Azal T/S konnten sie deutlich auf 10 % reduziert werden. Nach der Behandlung mit Neudosan Neu und Spruzit waren noch 40 % Präpuppen vorhanden. In der Kontrollvariante kam es zu einer Verpuppungsrate von 100%.

Die Behandlung der Larven mit Neem Azal T/S bewirkte eine Verzögerung der Dauer bis zur Verpuppung zur Präpuppe. Die Larven benötigten 7 Tage, bis sie das Präpuppenstadium erreicht hatten. Auch durch die Behandlung mit Spruzit wurde die Entwicklungsdauer verlängert. Sie dauerte 5,8 Tage. Die Neudosan Neu-Behandlung beeinflusste die Dauer bis zur Präpuppe im Vergleich zur Wasser-Behandlung nicht. Diese Larven benötigten 5,27 Tage bis zum Präpuppenstadium und in der Kontrollvariante 5 Tage.

Beim dritten Versuch wurden gleichaltrige, adulte Weibchen auf mit Pflanzenschutzmitteln und Wasser behandelten Gurkenblattscheibchen draufgesetzt und der Saugschaden und die Eiablage beurteilt. Mit allen Pflanzenschutzmitteln konnten der Saugschaden und die Anzahl an Eiern im Vergleich zur Kontrollvariante verringert werden. Der geringste Saugschaden (0,05 mm²) wurde auf mit SpinTor behandelten Blättern festgestellt. Bei mit Neudosan Neu behandelten Blättern lag der mittlere Saugschaden bei 4,43 mm². Die Spruzit-Behandlung verursachte einen Saugschaden von 3,88 mm² und bei Neem Azal T/S konnte ein Saugschaden von 3,84 mm² festgestellt werden.

VASSILIS und VASSILIOU (2007) testeten M- Pede (49 % Wirkstoff Ölsäure), Tracer (48 % Wirkstoff Spinosad) und Neemex (0,3 % Wirkstoff Azadirachtin) an *Pezothrips kellyanus* auf Zitronen und Grapefruits in Feldversuchen und ermittelten den Saugschaden der ersten beiden Larvenstadien. Es wurde eine zweimalige Behandlung über 3 Jahre durchgeführt. Der Saugschaden wurde an den Früchten beurteilt. Es wurde zwischen einem leichten und einem schweren Saugschaden unterschieden. Früchte, die nicht für den Export geeignet waren, wurden mit einem schweren Saugschaden beurteilt. Sie konnten keinen Unterschied des Saugschadens zwischen der Behandlung mit Ölsäure, Spinosad und Azadirachtin im Vergleich zur Kontrollvariante feststellen.

VASSILIOU (2011) führte auch einen Saugschadenversuch mit Pyrethro Vioryl (5 % Wirkstoff Pyrethrin) mit einer Konzentration von 0,06 %, Neemex (0,3 % Wirkstoff Azadirachtin) mit einer Konzentration von 0,35 % und Oikos 10 EC (1 % Wirkstoff Azadirachtin A + B) mit einer Konzentration von 0,4 % gegen *Pezothrips kellyanus* an Grapefruits durch. Er beurteilte den Saugschaden wieder an den Früchten mit leichtem oder schwerem Saugschaden. Die Behandlung mit Pyrethro Vioryl und Neemex konnten den Saugschaden im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle am effektivsten reduzieren.

Die Fachliteratur weist Versuche über den Saugschaden von Thripsen unbekannten Alters an Früchten und die direkte Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf. Im Gegensatz dazu wurde in der Masterarbeit der Saugschaden an den Blättern beurteilt. Der Versuch wurde mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Blättern durchgeführt und es wurden gleichaltrige, adulte Weibchen verwendet. Die Ergebnisse sind daher nicht vergleichbar. In der Masterarbeit konnte der Saugschaden mit Spin Tor verhindert und mit Neem AzalT/S, Neudosan Neu und Spruzit um die Hälfte im Vergleich zur Kontrollvariante mit Wasser reduziert werden.

Die SpinTor-Behandlung verhinderte die Eiablage (0,0 Eier). Mit Neem Azal T/S wurde die Eianzahl im Vergleich zur Behandlung in der Kontrollvariante (3,9 Eier) um die Hälfte reduziert (1,48 Eier). Auf den mit Neudosan Neu behandelten Blättern legten die Weibchen durchschnittlich 2,71 Eier, gefolgt von Spruzit mit 2,38 mittlerer Eizahl.

YANG et al. (2012) testeten Pyrethrumöl (70 % Pyrethrine) gegen die Eiablage von *Frankliniella occidentalis* auf Chrysanthemen (*Chrysanthemum morifolium*). Nach 48 h wurde die Eianzahl ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die Behandlung mit 1 %-igem Pyrethrumöl die Eiablage verhinderte. In der vorliegenden Masterarbeit konnte die Eiablage bei der Behandlung mit Spruzit (2,38 Eier) im Vergleich zur Kontrollvariante um die Hälfte verringert werden. Die Reduzierung der Eianzahl ist nicht mit dem Ergebnis von YANG et al. (2012) vergleichbar, da in der Masterarbeit Spruzit, welches aus aufgereinigten Pyrethrinen und Rapsöl besteht, verwendet wurde. YANG et al. (2012) verwendeten Pyrethrumöl, welches die Pyrethrine Pyrethrin 1 und 2, Cinerin 1 und 2 sowie Jasmolin 1 und 2 enthält.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Ein wichtiges Merkmal für die Auswahl eines Pflanzenschutzmittels ist die Wirkung auf die Verringerung der Schädlingspopulation bzw. eine Reduzierung der Vermehrung. Das kann entweder durch direkte Kontakttoxizität durch Besprühen der Schädlinge erfolgen, oder durch Wirkung bei Kontakt mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Blättern.
Bei allen durchgeführten Versuchen konnte mit SpinTor die beste Wirkung gegen *T. tabaci* nachgewiesen werden. Vierundzwanzig Stunden nach direktem Besprühen der Larven als auch nach Kontakt mit behandelten Gurkenblättern wurden alle Individuen mit SpinTor getötet. Mit Spruzit (Wirkstoff Pyrethrine und Rapsöl) konnte 24 bzw. 48 Stunden nach direkter Behandlung eine 30 bzw. 44 %-ige Mortalitätsrate der Larven erreicht werden, jedoch lag nach 5 Tagen die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Gurkenblattscheibchen bei 48 % und nach 7 Tagen waren 40 % Präpuppen sichtbar. Neudosan Neu (Wirkstoff Kaliseife) und Neem Azal T/S (Wirkstoff Azadirachtin) bewirkten eine geringe direkte Kontakttoxizität gegenüber *T. tabaci*-Larven, jedoch konnte mit Neem Azal T/S ein Einfluss auf die Entwicklung der Larven festgestellt werden. Auf mit Neem Azal T/S behandelten Blättern wurde nach 5 Tagen die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf 14 % reduziert und nur 10 % häuteten sich zur Präpuppe. Mit Neem Azal T/S und Spruzit verzögerte sich die Dauer bis zur Häutung zur Präpuppe. Auf besprühten Blattscheibchen konnte mit SpinTor die Saug- und Eiablageaktivität verhindert werden, mit Spruzit, Neudosan Neu und Neem Azal T/S konnte die Saug- und Eiablageaktivität gegenüber der Kontrolle um etwa die Hälfte verringert werden.

Mittels Blattscheibchenversuchen konnte gezeigt werden, dass SpinTor die beste und Spruzit eine ausreichende Wirkung gegen *T. tabaci* auf Gurke haben.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen den Vergleich der Wirkung von Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu und Spruzit auf *T. tabaci*. Da alle vier Mittel bis jetzt nicht hinsichtlich ihrer Wirkung verglichen worden sind, ergeben sich folgende Aspekte, die in zukünftigen Untersuchungen berücksichtigt werden können:

- Lässt sich die Wirkung der Pflanzenschutzmittel durch den kombinierten Einsatz von Nützlingen erhöhen?
- Wie wirken die Pflanzenschutzmittel auf Nützlinge?

- Welchen Einfluss haben die Pflanzenschutzmittel auf den Ertrag (kg/ha) und Deckungsbeitrag von Freilandgurken?
- Wie hoch ist die Schlupfrate von mit Pflanzenschutzmittel behandelten *T. tabaci*-Eiern?
- Welche Wirkung hat eine mehrmalige Pflanzenschutzmittelbehandlung im Abstand von 3 Wochen auf *T. tabaci*?

7 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit war die Wirkung verschiedener Pflanzenschutzmittel (Neem Azal T/S, SpinTor, Neudosan Neu und Spruzit), die im Betriebsmittelkatalog für die biologische Landwirtschaft in Österreich registriert sind, gegen *T. tabaci* auf Gurkenblättern (*Cucumis sativus* L.) der Sorte Korinda F1 zu testen und zu vergleichen. In Blattscheibchentests wurde die direkte Kontakttoxizität der Versuchsmittel im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle (Wasser) auf das 2. Larvenstadium geprüft. Die Mortalitätsrate wurde 24 und 48 h nach der Behandlung ermittelt. Die Entwicklung der Thripslarven bis zum Präpuppenstadium sowie die Überlebensrate und die Saug- und Eiablageaktivität adulter *T. tabaci*-Weibchen wurde auf mit den Versuchsmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen untersucht.

Bei den Versuchen auf Gurkenblättern in Petrischalen wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

- **Neem Azal T/S (Azadirachtin):** direkte Kontakttoxizität der Larven: kein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Kontrollvariante; deutliche Reduzierung der Überlebenswahrscheinlichkeit (14 %) der Larven und eine Überlebenszeit von 3,17 Tagen auf behandelten Blättern; Verringerung der Entwicklung zur Präpuppe (10 % Präpuppen); Verzögerung der Dauer bis zur Verpuppung zur Präpuppe (7 Tage); Verringerung der Saug- und Eiablageaktivität um mehr als die Hälfte.
- **SpinTor (Spinosad):** beste Wirkung: 100 %-ige Mortalität der Larven nach direktem Besprühen, als auch nach Kontakt mit behandelten Gurkenblättern; Verhinderung der Saug- und Eiblageaktivität auf behandelten Gurkenblättern durch 100 % tote, adulte Thripsweibchen
- **Neudosan Neu (Kaliseife):** keine direkte Kontakttoxizität auf Larven, Verringerung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf 40 %; mittlere Überlebenszeit der Larven von 2,96 Tagen; Verringerung der Entwicklung zur Präpuppe (40 % Präpuppen); Verringerung der Saug- und Eiablageaktivität um etwa die Hälfte
- **Spruzit (Pyrethrine und Rapsöl):** zweithöchste Mortalitätsrate der Larven: 30 % bzw. 44%, 24 h bzw. 48 h nach dem Besprühen; hohe Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven (48%) und 3,92 überlebte Tage auf behandelten Blättern; Verringerung der Entwicklung zur Päpuppe (40 % Präpuppen); Auch durch die Behandlung mit Spruzit wurde die Entwicklungsdauer

zur Präpuppe verlängert (5,8 Tage). Verringerung der Saug- und Eiablageaktivität um etwa die Hälfte im Vergleich zur Kontrollvariante.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass SpinTor die beste und Spruzit eine ausreichende Wirkung gegen *T. tabaci* auf Gurke haben.

Literaturverzeichnis

BONSIGNORE, C. P.; VACANTE, V. (2012): INFLUENCES OF BOTANICAL PESTICIDES AND BIOLOGICAL AGENTS ON *ORIUS LAEVIGATUS* - *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* DYNAMICS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS: JOURNAL OF PLANT PROTECTION RESEARCH. 52 (1): 15-22. ONLINE: HTTP//DOI: 10.2478/V10045-012-0003-X (24.09.2015).

BÖRNER, H.; SCHLÜTER, K.; AUMANN, J. (2009): PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ. 8. AUFL., BERLIN: SPRINGER. 206-585.

CRÜGER, G.; BACKHAUS, G. F.; HOMMES, M.; SMOLKA, S.; VETTEN, H. J. (2002): PFLANZENSCHUTZ IM GEMÜSEBAU. 4. AUFL., STUTTGART: EUGEN ULMER GMBH & CO. 25-139.

FRITSCHE, R.; KEILBACH, R. (1994): DIE PFLANZEN-, VORRATS- UND MATERIALSCHÄDLINGE MITTELEUROPAS. JENA: GUSTAV FISCHER VERLAG. 74.

KAHRER, A.; GROSS, M. (2002): GEMÜSESCHÄDLINGE-ERKENNUNG, LEBENSWEISE, BEKÄMPFUNG. LEOPOLDSDORF: AGRARVERLAG.120-143.

KAY, I.; HERRON, G. A. (2010): EVALUATION OF EXISTING AND NEW INSECTICIDES INCLUDING SPIROTETRAMAT AND PYRIDALYL TO CONTROL *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* (PERGANDE) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) ON PEPPERS IN QUEENSLAND. AUSTRALIAN JOURNAL OF ENTOMOLOGY. 49: 175-181.

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. ONLINE: HTTP://DOI.ORG/10.1016/J.CROPRO.2014.03.019 (19.09.2015).

LEINHOS, G.; MÜLLER, J.; HEUPEL, M.; KRAUTHAUSEN H.-J. (2007): IRIS YELLOW SPOT VIRUS AN BUND- UND SPEISEZWIEBELN- ERSTER NACHWEIS IN DEUTSCHLAND. NACHRICHTENBLATT DEUTSCHER PFLANZENSCHUTZDIENST 59 (12): 310-312.

LEWIS, T. ET AL. (1997): MAJOR CROPS INFESTED BY THRIPS WITH MAIN SYMPTOMS AND PEDOMINANT INJURIOUS SPECIES. IN: LEWIS, T. (HRSG.): THRIPS AS CROP PESTS. OXON: CAB INTERNATIONAL, 675-687.

MORITZ, G. (1997): STRUCTURE, GROWTH AND DEVELOPMENT. IN: LEWIS, T. (HRSG.): THRIPS AS CROP PESTS. OXON: CAB INTERNATIONAL, 15-63.

MORITZ, G. (2006): THRIPSE. HALLE: WESTARP WISSENSCHAFTEN.100-299.

MOUND, L. A. (1997): BIOLOGICAL DIVERSITY. IN: LEWIS, T. (HRSG.): THRIPS AS CROP PESTS. OXON: CAB INTERNATIONAL, 197-216.

MOUND, L. A.; KIBBY, G. (1998): THYSANOPTERA: AN IDENTIFICATION GUIDE. 2. AUFLAGE, OXON: CAB INTERNATIONAL, 3.

MOUND, L. A.; TEULON, D. A. J. (1995): THYSANOPTERA AS PHYTOPHAGOUS OPPORTUNISTS. IN: PARKER, B. L. (HRSG.): THRIPS BIOLOGY AND MANAGEMENT. NEW YORK: PLENUM PRESS, 3-29.

PENEDER, S.; 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.

PREMACHANDRA, D. W. T. S.; BORGEMEISTER, C.; POEIILING, H. M. (2005): EFFECTS OF NEEM AND SPINOSAD ON *CERATOTHRIPOIDES CLARATRIS (THYSANOPTERA: THRIPIDAE)*, AN IMPORTANT VEGETABLE PEST IN THAILAND, UNDER LABORATORY AND GREENHOUSE CONDITIONS. JOURNAL OF ENTOMOLOGY 98 (2): 438-448. ONLINE: HTTP://DX.DOI.ORG/10.1603/0022-0493-98.2.438. (18.09.2015).

SAYEDA, S. A.; EL-MOGY, M. M. (2011): FIELD EVALUATION OF SOME BIOLOGICAL FORMULATIONS AGAINST *THRIPS TABACI* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) IN ONION. WORLD APPLIED SCIENCES JOURNAL 14 (1): 51-58.

SEAL, D. R.; KUMAR, V. (2010): BIOLOGICAL RESPONSE OF CHILLI THRIPS, *SCIRTOTHRIPS DORSALIS* HOOD (THYSANOPTERA: THRIPIDAE), TO VARIOUS REGIMES OF CHEMICAL AND BIORATIONAL INSECTICIDES. CROP PROTECTION 29: 1241-1247. ONLINE: HTTP://DOI: 10.1016/J.CROPRO.2010.07.011 (28.09.2015).

SEAL, D. R.; KUMAR, V.; KAKKAR, G.; MELLO S. C. (2013): ABUNDANCE OF ADVENTIVE *THRIPS PALMI* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) POPULATIONS IN FLORIDA DURING THE FIRST SIXTEEN YEARS. FLORIDA ENTOMOLOGICAL SOCIETY 96 (3): 789-796. ONLINE: HTTP://DX.DOI.ORG/10.1653/024.096.0312 (08.09.2015).

SHELTON, A. M.; ZHAO, J.-Z.; NAULT, B. A.; PLATE, J.; MUSSER, F. R.; LARENTZAKI, E. (2006): PATTERNS OF INSECTICIDE RESISTANCE IN ONION THRIPS (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) IN ONION FIELDS IN NEW YORK. JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY 99 (5): 1798-1804. ONLINE:HTTP://DX.DOI.ORG/10.603/0022-0493-99.5.1798 (06.09.2015).

VAN RIJN, P. C. J.; MOLLEMA, C.; STEENHUIS-BROERS, G. M. (1995): COMPARATIVE LIFE HISTORY STUDIES OF *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* AND *THRIPS TABACI* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) ON CUCUMBER. BULLETIN OF ENTOMOLOGICAL RESEARCH 85: 285-297.

VASSILIOU, V.A. (2011): BOTANICAL INSECTICIDES IN CONTROLLING KELLY´S CITRUS THRIPS (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) ON ORGANIC GRAPEFRUITS. JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY 104 (6): 1979-1985. HTTP://DX.DOI.ORG/10.1603/EC11105 (29.09.2015).

VASSILIS, A.; VASSILIOU, V. A. (2007): CHEMICAL CONTROL OF *PEZOTHRIPS KELLYANUS* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) IN CITRUS PLANTATIONS IN CYPRUS. CROP PROTECTION 26: 1579-1584. ONLINE:HTTP://DOI:10.1016/J.CROPRO.2007.02.004 (30.10.2015).

YANG, T.; STOOPEN, G.; WIEGERS, G.; MAO, J.; WANG, C.; DICKE, M.; JONGSMA, M. A. (2012): PYRETHRINS PROTECT PYRETHRUM LEAVES AGAINST ATTACK BY WESTERN FLOWER THRIPS, *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS.* J CHEM ECOL 38: 370-377. ONLINE:HTTP//DOI 10.1007/S10886-012-0097-7 (29.09.2015).

AMTLICHE QUELLE

STATISTIK AUSTRIA (HRSG.) (2012): GARTENBAU- UND FELDGEMÜSEANBAUERHEBUNG 2010. HTTP://WWW.STATISTIK.AT/WEB_DE/STATISTIKEN/WIRTSCHAFT/LAND_UND_FORSTWIRTSCHAFT/AGRARSTRUKTUR_FLAECHEN_ERTRAEGE/GEMUESE/INDEX.HTML (19.10.2015).

Anhang

Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität

Mortalitätsraten in % der L2 von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen, 24 Stunden nach der Behandlung der Larven mit den Versuchsmitteln bzw. mit Leitungswasser (Kontrolle).

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	16,67	0,00	100,00	20,00	60,00
2	0,00	7,69	100,00	0,00	50,00
3	0,00	16,67	100,00	0,00	16,67
4	0,00	11,11	100,00	0,00	40,00
5	0,00	8,33	100,00	0,00	38,46
6	0,00	0,00	100,00	0,00	23,08
7	0,00	0,00	100,00	9,09	20,00
8	0,00	0,00	100,00	0,00	11,11
9	0,00	0,00	100,00	7,69	15,38
10	0,00	0,00	100,00	0,00	50,00
11			100,00		0,00
Mittlere Mortalitätsrate	1,67	4,38	100,00	3,68	29,52
Standard-abweichung	5,270	6,128	0,000	6,721	19,145
Standardfehler	1,667	1,938	0,000	2,125	5,772

Mortalitätstest: direkte Kontakttoxizität

Mortalitätsraten in % der L2 von *T. tabaci* auf Gurkenblattscheibchen, 48 Stunden nach der Behandlung der Larven mit den Versuchsmitteln bzw. mit Leitungswasser (Kontrolle).

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	16,67	0,00	100,00	60,00	100,00
2	0,00	7,69	100,00	12,50	60,00
3	0,00	16,67	100,00	42,86	66,67
4	9,09	33,33	100,00	0,00	40,00
5	0,00	25,00	100,00	22,22	76,92
6	0,00	8,33	100,00	0,00	23,08
7	0,00	9,09	100,00	18,18	30,00
8	0,00	16,67	100,00	0,00	11,11
9	9,09	0,00	100,00	15,38	23,08
10	0,00	0,00	100,00	0,00	50,00
11			100,00		0,00
Mittlere Mortalitätsrate	3,48	11,68	100,00	17,11	43,71
Standard-abweichung	5,978	11,250	0,000	20,344	30,216
Standardfehler	1,890	3,558	0,000	6,433	9,110

Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Blättern

Lebende Individuen und die Überlebenswahrscheinlichkeit von *T. tabaci* nach einem Tag auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	1	0	0	1
2	1	1	0	0	1
3	1	1	0	0	1
4	1	1	0	0	1
5	1	1	0	0	1
6	1	1	0	1	1
7	1	1	0	1	1
8	1	1	0	0	1
9	1	1	0	0	0
10	1	1	0	1	1
11	1	1	0	0	1
12	1	1	0	1	1
13	1	0	0	1	1
14	1	1	0	1	0
15	1	0	0	1	1
16	1	1	0	0	0
17	1	1	0	1	1
18	1	1	0	1	1
19	1	1	0	1	1
20	1	1	0	1	1
21	1	1	0	1	0
22	1	1	0	0	1
23	1	1	0	1	1
24	1	1	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	1	0	0	
27		1	0	1	
28		1	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Larven in %	100,00	93,10	0,00	51,85	80,00

Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Blättern

Lebende Individuen und die Überlebenswahrscheinlichkeit von *T. tabaci* nach zwei Tagen auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	1
4	1	1	0	0	1
5	1	0	0	0	1
6	1	0	0	1	1
7	1	1	0	1	1
8	1	1	0	0	1
9	1	1	0	0	0
10	1	1	0	1	1
11	1	1	0	0	1
12	1	1	0	1	1
13	1	0	0	1	1
14	1	1	0	1	0
15	1	0	0	1	1
16	1	1	0	0	0
17	1	1	0	1	1
18	1	1	0	1	1
19	1	1	0	1	1
20	1	1	0	1	1
21	1	1	0	1	0
22	1	1	0	0	1
23	1	1	0	1	1
24	1	1	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	1	0	0	
27		0	0	1	
28		1	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Larven in %	100,00	75,86	0,00	51,85	80,00

Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Blättern

Lebende Individuen und die Überlebenswahrscheinlichkeit von *T. tabaci* nach drei Tagen auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1
3	1	0	0	0	1
4	1	1	0	0	1
5	1	0	0	0	1
6	1	0	0	1	1
7	1	0	0	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	1
11	1	0	0	0	1
12	1	0	0	1	1
13	1	0	0	1	1
14	1	0	0	1	0
15	1	0	0	1	1
16	1	1	0	0	0
17	1	1	0	1	1
18	1	0	0	1	1
19	1	0	0	1	1
20	1	1	0	1	1
21	1	1	0	1	0
22	1	1	0	0	1
23	1	0	0	1	1
24	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	0	0	0	
27		0	0	1	
28		0	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Larven in %	100,00	27,59	0,00	48,15	80,00

Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Blättern

Lebende Individuen und die Überlebenswahrscheinlichkeit von *T. tabaci* nach 4 Tagen auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1
3	1	0	0	0	1
4	1	1	0	0	1
5	1	0	0	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	1
11	1	0	0	0	1
12	1	0	0	1	1
13	1	0	0	1	1
14	1	0	0	1	0
15	1	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0
17	1	1	0	1	1
18	1	0	0	1	1
19	1	0	0	1	1
20	1	0	0	1	0
21	1	1	0	1	0
22	1	1	0	0	1
23	1	0	0	1	1
24	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	0	0	0	
27		0	0	1	
28		0	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Larven in %	100,00	20,69	0,00	44,44	68,00

Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven auf behandelten Blättern

Lebende Individuen und die Überlebenswahrscheinlichkeit von *T. tabaci* nach 5 Tagen auf den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1
3	1	0	0	0	1
4	1	1	0	0	0
5	1	0	0	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	1
11	1	0	0	0	1
12	1	0	0	1	0
13	1	0	0	1	0
14	1	0	0	1	0
15	1	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0
17	1	0	0	1	1
18	1	0	0	1	1
19	1	0	0	1	1
20	1	0	0	1	0
21	1	1	0	1	0
22	1	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	0	0	0	
27		0	0	1	
28		0	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Larven in %	100,00	13,79	0,00	40,74	48,00

Überlebenszeit der Larven auf behandelten Blättern

Mittlere Überlebenszeit der Larven in Tagen von *T. tabaci* auf mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, ermittelt 5 Tage nach dem Aufsetzen der L1.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	5	2	1	1	5
2	5	2	1	1	5
3	5	3	1	1	5
4	5	5	1	1	5
5	5	2	1	1	1
6	5	2	1	4	5
7	5	3	1	5	4
8	5	3	1	1	5
9	5	3	1	1	1
10	5	3	1	3	5
11	5	3	1	1	5
12	5	3	1	5	5
13	5	1	1	5	5
14	5	3	1	5	1
15	5	1	1	5	4
16	5	4	1	1	1
17	5	5	1	5	5
18	5	3	1	5	5
19	5	3	1	5	5
20	5	4	1	5	4
21	5	5	1	5	1
22	5	5	1	1	5
23	5	3	1	5	5
24	5	3	1	1	1
25	5	5	1	1	5
26	5	3	1	1	
27		2	1	5	
28		3	1		
29		5	1		
30			1		
Mittelwert	5,00	3,17	1,00	2,96	3,92
Standard-abweichung	0,000	1,167	0,000	1,971	1,706
Standard-fehler	0,000	0,217	0,000	0,379	0,341

Verpuppung der Larven zur Präpuppe auf behandelten Blättern

Anzahl lebender Präpuppen von *T. tabaci* und Verpuppungsrate in % auf mit Pflanzenschutzmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle) behandelten Gurkenblattscheibchen im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	0	0	1	0
2	1	0	0	0	1
3	1	0	0	1	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	0	1	0
6	1	0	0	1	1
7	1	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	1
11	1	0	0	0	1
12	1	0	0	0	0
13	1	0	0	1	0
14	1	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	1
18	1	0	0	0	1
19	1	0	0	0	0
20	1	0	0	1	0
21	1	1	0	0	0
22	1	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0
25	1	1	0	1	1
26	1	0	0	1	
27		0	0	1	
28		0	0		
29		1	0		
30			0		
lebende Präpuppen in %	100,00	10,34	0,00	40,74	40,00

Verpuppungsdauer der Larven zur Präpuppe auf behandelten Blättern

Mittlere Anzahl der Tage bis zur Verpuppung der Larven von *T. Tabaci* zur Präpuppe auf den mit Pflanzenschutzmitteln und der Kontrolle behandelten Gurkenblattscheibchen, im Beobachtungszeitraum von 7 Tagen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	Neudosan Neu	Spruzit
1	5			
2	5			6
3	5			5
4	5			
5	5			
6	5			6
7	5		5	
8	5			6
9	5			
10	5			6
11	5			5
12	5		5	
13	5		5	
14	5		5	
15	5		5	
16	5			
17	5		6	6
18	5		5	6
19	5		5	
20	5		6	
21	6	7	6	
22	5			6
23	5			
24	5			
25	5	7		6
26	5			
27			5	
28				
29		7		
30				
Mittelwert	5,04	7,00	5,27	5,80
Standard-abweichung	0,196	0,000	0,467	0,422
Standard-fehler	0,038	0,000	0,141	0,133

Überlebensrate adulter Weibchen auf behandelten Blättern

Anzahl überlebender gleichaltriger, adulter Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln besprühten Gurkenblattscheibchen, 24 h nach der Behandlung.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	1	1	0	1	1
2	1	0	0	1	1
3	1	1	0	1	1
4	1	1	0	1	1
5	1	1	0	1	1
6	1	1	0	1	1
7	1	1	0	0	1
8	1	0	0	1	1
9	1	1	0	1	1
10	1	1	0	1	1
11	1	1	0	1	1
12	1	0	0	1	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	0	1	1
15	1	1	0	1	1
16	1	1	0	1	1
17	1	1	0	1	1
18	1	1	0	1	1
19	1	1	0	1	1
20	1	1	0	1	1
21	1	1	0	1	1
22	0	1	0	1	1
23	1	1	0	1	0
24	1	1	0	1	1
25	1	1	0	1	1
26	1	1	0	1	1
27	1	1	0	1	1
28	1	1	0	1	1
29	1	1			1
Überlebensrate in %	96,55	89,66	0,00	96,43	96,55

Saugschaden adulter Weibchen auf behandelten Blättern

Saugschaden gleichaltriger, adulter Weibchen von *T. tabaci* in mm² auf mit Versuchsmitteln und Leitungswasser (Kontrolle) besprühten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	9,750	6,750	0,625	0,375	4,375
2	8,250	4,000	0,000	3,250	8,750
3	10,375	4,875	0,125	8,875	0,750
4	4,625	1,875	0,000	7,125	5,125
5	7,625	3,250	0,000	5,500	4,750
6	11,625	3,500	0,125	4,000	0,250
7	11,875	4,000	0,000	0,000	5,500
8	9,250	1,250	0,000	4,250	5,250
9	9,500	4,875	0,000	2,250	3,750
10	9,750	4,750	0,000	6,625	0,750
11	9,750	3,500	0,000	5,000	3,000
12	9,500	0,250	0,000	5,625	4,750
13	10,125	4,375	0,000	3,500	3,500
14	9,500	3,750	0,000	4,250	0,250
15	8,250	5,875	0,000	3,250	3,375
16	9,875	4,750	0,375	5,500	6,250
17	7,500	3,750	0,000	5,000	3,875
18	9,000	4,250	0,000	4,625	2,750
19	8,500	5,000	0,125	5,500	3,875
20	11,250	3,500	0,000	2,250	2,750
21	7,500	5,250	0,000	5,375	3,250
22	2,250	2,875	0,000	3,750	6,500
23	7,250	3,250	0,000	5,750	0,000
24	6,500	4,000	0,000	6,750	5,375
25	9,750	2,500	0,000	3,750	3,750
26	10,000	3,750	0,000	4,500	3,250
27	7,500	5,750	0,000	2,750	5,750
28	8,750	3,250	0,000	4,750	6,250
29	7,750	2,500			4,750
Mittelwert	8,73	3,84	0,05	4,43	3,88
Standard-abweichung	1,998	1,380	0,138	1,912	2,085
Standard-fehler	0,371	0,256	0,026	0,361	0,387

Eiablage adulter Weibchen auf behandelten Blättern

Anzahl an abgelegten Eiern von gleichaltrigen, adulten Weibchen von *T. tabaci* auf mit Versuchsmitteln bzw. Leitungswasser (Kontrolle) besprühten Gurkenblattscheibchen.

Wiederholung	Kontrolle (H2O)	Neem Azal T/S	SpinTor	Neudosan Neu	Spruzit
1	3	2	0	0	3
2	6	0	0	2	4
3	3	3	0	5	1
4	3	1	0	7	3
5	5	3	0	2	3
6	7	1	0	5	0
7	6	1	0	0	4
8	3	0	0	2	1
9	3	0	0	1	3
10	6	1	0	6	0
11	2	0	0	3	1
12	3	0	0	5	1
13	4	1	0	1	2
14	6	0	0	2	0
15	2	4	0	1	1
16	5	3	0	3	6
17	3	3	0	4	1
18	3	3	0	6	1
19	4	4	0	3	3
20	3	2	0	0	3
21	3	0	0	3	3
22	2	1	0	1	4
23	3	3	0	3	0
24	3	2	0	3	3
25	5	1	0	1	3
26	4	0	0	3	3
27	3	3	0	1	5
28	6	1	0	3	4
29	4	0			3
Mittelwert	3,90	1,48	0,00	2,71	2,38
Standard-abweichung	1,423	1,353	0,000	1,922	1,590
Standard-fehler	0,264	0,251	0,000	0,363	0,295