



Kaolin und Lösskalk gegen *Drosophila suzukii* in Kirschhalb- und Hochstammbäumen



Dr. Fabian Cahenzli, Rafaëlle Reumaux, Dr. Claudia Daniel

16.10.2018

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material & Methoden	2
2.1 Getestete Produkte	2
2.2 Feldversuch.....	2
2.2.1 Versuchsaufbau und Durchführung.....	2
2.2.2 Datenanalyse	3
2.3 Laborexposition.....	3
2.3.1 Versuchsaufbau und Durchführung.....	3
2.3.2 Datenanalyse	4
3. Resultate und Diskussion	5
3.1 Wetter und Entwicklung der <i>D. suzukii</i> Population.....	5
3.2 Applikation der Mittel und Spritzbelag.....	7
3.2.1 Kaolin	7
3.2.2 Löschkalk.....	9
3.3 Laborexposition.....	9
3.3.1 Kaolin	9
3.3.2 Löschkalk.....	10
3.4 Feldversuch.....	10
3.4.1 Kaolin gegen <i>D. suzukii</i>	10
3.4.2 Löschkalk gegen <i>D. suzukii</i>	11
3.4.3 Kaolin und Löschkalk gegen <i>R. cerasi</i>	12
4. Zusammenfassung	14
5. Danksagung	14
6. Literatur	15

I. Einleitung

Die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae) ist ein seit 2011 (Baroffio und Fischer 2011) in der Schweiz aus Asien eingeschleppter Schädling von weichschaligen Früchten (Asplen et al. 2015). Im Gegensatz zu einheimischen Taufliegen haben die Weibchen der Kirschessigfliege einen ausgeprägten, gezähnten Eiablagestachel, mit dem sie die Haut von noch unbeschädigten, reifenden und reifen Früchten vor der Ernte anstechen um Eier zu legen (Kaneshiro 1983). Die sich vom Fruchtfleisch ernährende Larve zerstört die Frucht und die Einstichwunde erhöht das Risiko von Sekundärinfektionen mit Pflanzenkrankheiten und Hefen, die die Früchte schnell verderben lassen (Hamby et al. 2012, Rombaut et al. 2017, Ioriatti et al. 2018). Die Kirschessigfliege hat ein breites Wirtsspektrum an Kulturfrüchten wie Kirschen, Zwetschgen, Trauben und diversen Beeren und nutzt zudem verschiedenste wilde Wirtsfrüchte wie Brombeeren, Holunder, Faulbaum etc. (Beers et al. 2011, Walsh et al. 2011, Kenis et al. 2016). Zwischen den verschiedenen Wirtsfrüchten gibt es klare Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *D. suzukii* (Bellamy et al. 2013, Diepenbrock et al. 2016, Little et al. 2017). Kirschen werden dabei von der Kirschessigfliege, wie der Name bereits suggeriert, gern befallen und es entstehen dadurch grosse ökonomische Schäden (Beers et al. 2011, Mazzi et al. 2017).

In den verschiedenen Kulturen braucht es spezifische Bekämpfungsstrategien (Dorsaz et al. 2017): Im Beerenanbau spritzen die Produzenten Löschkalksuspensionen. In Kombination mit engen Ernteintervallen und einer trockenen Bestandsführung kann der Schaden durch die Kirschessigfliege im Beerenanbau tief gehalten werden (Dorsaz et al. 2017). Im Weinbau wird Kaolin eingesetzt: Ein weisser Kaolin-Belag auf Weintrauben, welcher bei der Verarbeitung abfiltriert wird, verringert die Eiablage der Kirschessigfliege in Reben (Cahenzli und Daniel 2016, Daniel et al. 2016, Cahenzli und Daniel 2017). Im Kirschenanbau können Niederstammanlagen effizient mittels Einnetzung geschützt werden (Charlot und Weydert 2017). Für Kirschhalb- und Hochstammbäume ist dies aber keine Option. Gute Regulierungsansätze für dieses Anbausystem fehlen derzeit noch. Daher lag der Befall in den Kirschhochstämmen im Jahr 2016 bei 82 % (Mazzi et al. 2017).

Im Jahr 2017 und 2018 wurden Kaolin und Löschkalk vom BLW per Ausnahmegewilligung zur Anwendung in Verarbeitungs- und Brennkirschen erlaubt. Deshalb haben wir in diesem Projekt die Wirksamkeit von Löschkalk (Nekagard 2) und Kaolin (Surrond WP) zum Verringern der Eiablage in Verarbeitungskirschen getestet. Auf fünf Betrieben im Baselbiet wurden Kirschhalb- und Hochstammbäume, nach Farbumschlag der Früchte von Gelb zu Rot, zweimal im Abstand von 1-2 Wochen mit Kaolin behandelt. Auf zwei Betrieben wurde Löschkalk auf die Kirschen gespritzt. Die Eiablage von *D. suzukii* und der Befall mit der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L wurde bis zur Ernte in regelmässigen Abständen kontrolliert. In einem Laborversuch wurden zudem im Feld behandelte Kirschen den Kirschessigfliegen zur Eiablage angeboten.

2. Material & Methoden

2.1 Getestete Produkte

- Surround ® WP: 95 % Kaolin (Stähler Suisse SA, Henzmannstrasse 17A, CH-4800 Zofingen). LOT # AL161208. Betrieb 5 (Tabelle 1) verwendete Surround WP einer anderen Batch-Nummer.
- Nekagard 2: 97 % Ca(OH)₂ (Kalkfabrik Netstal AG, Oberlanggüetli, CH-8754 Netstal). CAS-NR. 1305-62-0, EINECS-NR. 215-137-3. Betrieb 5 verwendete Nekagard 2 einer anderen Batch-Nummer.

2.2 Feldversuch

2.2.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Auf fünf Betrieben im Baselbiet (Tabelle 1) wurden Kirschhalb- und Hochstammbäume, nach Farbumschlag der Früchte von Gelb zu Rot, zweimal im Abstand von 1-2 Wochen mit Kaolin (Surround WP) behandelt (Tabelle 2). Auf zwei Betrieben wurde Löschkalk (Nekagard 2) auf die Kirschen gespritzt. Kaolin (2 %) und Löschkalk (0.5 %) wurden von den Kirschenproduzenten selbst zum passenden Zeitpunkt bezüglich der Fruchtreife mittels Druckspritzen (Betrieb 5 mit Gebläsespritze) appliziert. In regelmässigen Abständen bis zur Ernte wurden pro Baum 50 Kirschen aus dem unteren Drittel der Bäume geerntet. Dabei wurden 10 Kirschen aus der Kronenmitte gepflückt und je 10 aus jeder Himmelsrichtung. Die Anzahl Eiablagestellen von *D. suzukii* (verkorkte und frische Eiablagen) und der Befall der Kirschfruchtfliege *R. cerasi* wurden im Labor unter dem Binokular bonitiert.

Zur Überwachung der *D. suzukii* Population wurden rote Profatec-Fallen in Stammnähe in die Krone von behandelten und unbehandelten Kirschbäumen aufgehängt. Als Lockstoff wurden 85 ml „Biologische Becherfalle für die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii*“ (Riga AG, Paul Gasser, Schützenhausstr. 7, CH-8548 Ellikon a. d. Thur) LO205161 15:30 verwendet und alle 7 Tage gewechselt. Der Falleninhalt wurde im Labor auf männliche und weibliche *D. suzukii* überprüft.

Tabelle 1: Informationen zu den Betrieben

Betrieb	Sorte	Kontrolle		Löschkalk 0.5 %	Lage des Betriebs
		Bäume	Bäume	Bäume	
1	Dollenseppler	5	5	0	4450 Sissach
2	Langstieler	3	3	0	4450 Sissach
	Schaunburger	1	1	0	
	Werner Sämlin	2	2	0	
3	Star	4	0	4	4494 Oltingen
4	Schaunburger	2	2	0	4450 Sissach
5	Langstieler	4	4	4	4223 Blauen
6	Dollenseppler	5	5	0	4447 Känerkinden

Tabelle 2: Behandlungsmengen- und Termine, Erhebungszeitpunkte

Betrieb	Sorte	1. Behandlung	2. Behandlung	Menge an Spritzbrühe pro Behandl.	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	Ernte (Kalenderwoche)
1	Dollenseppler	01.06.2018	10.06.2018	15l/Baum (Einzelbaumbehandlung)	11.6	15.6	22.6		25
2	Langstieler	08.06.2018	15.06.2018	57 l/Baum (Einzelbaumbehandlung)	19.6	22.6			25
	Schaunburger	08.06.2018	15.06.2018	57 l/Baum (Einzelbaumbehandlung)	19.6	22.6	26.6		26
	Werner Sämlin	08.06.2018	15.06.2018	57 l/Baum (Einzelbaumbehandlung)	19.6	22.6			25
3	Star	04.06.2018	14.06.2018	20l/Baum (Einzelbaumbehandlung)	11.6	19.6	26.6		26
4	Schaunburger	01.06.2018	08.06.2018	10-15l/Baum (Baumreihe)	11.6	15.6	19.6	26.6	26
5	Langstieler	11.06.2018	22.06.2018	5l/Baum (Baumreihe)	20.6	27.6			26/27
	Langstieler	14.06.2018	22.06.2018	5.6l/Baum (Baumreihe)	20.6	27.6	4.7		26/27
6	Dollenseppler	02.06.2018	16.06.2018	8.8l/Baum (Baumreihe)	11.6	15.6	22.6	26.6	26

2.2.2 Datenanalyse

Zur Analyse der Eiablagedaten durch *D. suzukii* wurden „generalized mixed models“ (GLMM, lme4 package) mit negativ binomial verteilten Fehlern verwendet. Zwei separate Modelle für die Daten der Kaolin-Behandlung (Betriebe 1, 2, 4, 6) und der Löschkalk-Behandlungen wurden analysiert. Zudem wurden die Daten der Löschkalk-Behandlungen noch separat für die beiden Betriebe ausgewertet.

Ein GLMM mit Poisson verteilten Fehlern wurden zur Datenanalyse des Befalls mit *R. cerasi* verwendet. Zwei separate Modelle für die Daten der Kaolin-Behandlung (Betriebe 1, 2, 4, 6) und der Löschkalk-Behandlungen wurden analysiert.

Die kompletten Anfangsmodelle enthielten die „fixed effects“ Verfahren (unbehandelt vs. Kaolin oder unbehandelt vs. Löschkalk) und Zeitpunkt der Probeentnahme, sowie die „random effects“ Sorte, untersuchter Baum und untersuchter Betrieb. Die am besten passende „random effects“ Struktur wurde basierend auf dem tiefst möglichen AIC ausgewählt. Die kontinuierliche Variable des Zeitpunkts der Probeentnahme wurde skaliert. Alle minimal adäquaten Modelle enthielten den „random effect“ Betrieb, ausser die Modelle, die die Daten zur Eiablage durch *D. suzukii* in mit Löschkalk behandelte Kirschen spezifisch für die Betriebe 3 und 5 analysierten. Alle minimal adäquaten Modelle, ausser zur Analyse der Eiablage durch *D. suzukii* in die mit Kaolin behandelten Kirschen und des Befalls mit *R. cerasi* der mit Löschkalk behandelten Kirschen, enthielten zusätzlich den „random effect“ analysierter Baum. Die GLMM wurden auf „overdispersion“ getestet.

2.3 Laborexposition

2.3.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Am 26.06.2016 wurde die Eiablage durch *D. suzukii* in Dollenseppler Kirschen mit einem guten Kaolin-Belag (Betrieb 6, Abbildung 1A) und schwachen Kaolin-Belag (Betrieb 1, Abbildung 1B) mit unbehandelten Kirschen in einem Laborversuch verglichen. Die Kirschen wurden von verschiedenen Bäumen zufällig auf den Betrieben 1 und 6 gesammelt. Zudem wurde die Eiablage in unbehandelte und mit Löschkalk behandelte Star Kirschen (Betrieb 3, Abbildung 2) verglichen.

Adulte *D. suzukii* aus einer Laborzucht (seit 2015) wurden für 5 Minuten bei 2 °C gekühlt und somit immobilisiert. Je sechs Weibchen wurden jeweils in einen Kartonbecher überführt (Dessertbecher Karton/PLA 390 ml, Pacovis AG, Stetten, Art.-Nr.: 133807). Jeder Kartonbecher enthielt zudem drei Kirschen desselben Verfahrens zur Eiablage und ein mit Wasser getränktes Stück Watte. Jedes Verfahren wurde sechsmal repliziert, das heisst pro Verfahren gab es sechs Becher. Die Becher wurden für 24 Stunden in eine Klimakammer bei 23 ± 1 °C, $75 \pm 5\%$ relativer Luftfeuchtigkeit und einem Tag/Nacht-Rhythmus von 16:8 (Stunden Licht : Stunden Dunkel) gestellt. Nach 24 Stunden wurde die Anzahl Eiablagestellen unter dem Binokular gezählt und die Anzahl lebender Fliegen erfasst.



Abbildung 1: (A) starker Kaolin-Belag (Betrieb 6), (B) schwacher Kaolin-Belag (Betrieb 1)



Abbildung 2: Löschkalk-Belag (Betrieb 3)

2.3.2 Datenanalyse

Ein GLMM mit Poisson verteilten Fehlern wurde zur Analyse der Eiablage in die mit Kaolin behandelten Kirschen gegenüber den unbehandelten Kirschen verwendet. Ein normalverteiltes „linear mixed model“ (LMM) wurde zur Analyse der Eiablage in die mit Löschkalk behandelten Kirschen gegenüber den unbehandelten Kirschen verwendet. Beide Mo-

delle verwendeten den „fixed effect“ Verfahren (unbehandelt vs. Kaolin oder unbehandelt vs. Löschkalk) und den „random effect“ Replikate. Zudem enthielten die Modelle einen „offset“ zur Korrektur der unterschiedlichen Anzahl der nach 24 h lebenden – und somit eierlegenden – Fliegen. Das Modell zur Analyse der Eiablage in die mit Kaolin behandelten Kirschen verwendete den „optimizer Bobyqa“ und das Modell zur Analyse der Eiablage in die mit Löschkalk behandelten Kirschen den „optimizer Nelder Mead“ in der zweiten Analysephase. Die „glht-Funktion“ aus dem package „multcomp“ wurde für die post-hoc-Analyse verwendet. Die GLMM wurden auf „overdispersion“ getestet und die Modellannahmen mittels optischer Überprüfung der Residuenverteilungen getestet.

3. Resultate und Diskussion

3.1 Wetter und Entwicklung der *D. suzukii* Population

Das Wetter war während des ganzen Versuchs sehr warm und trocken, es gab nur lokal gelegentlichen Niederschlag (Abbildung 3). Heisse und trockene klimatische Bedingungen beeinflussen *D. suzukii* negativ, die als Folge Habitats mit kühlerem und vor allem feuchterem Mikroklima aufsuchen (Kinjo et al. 2014, Tochen et al. 2016, Diepenbrock und Burrack 2017, Evans et al. 2017). Wegen des trockenen Wetters war der Druck durch *D. suzukii* während der Kirschensaison 2018 eher gering und stieg erst gegen Ende der Ernte an (Tabelle 3). Möglicherweise verbunden mit der Trockenheit, gab es mehrheitlich verkorkte Eiablagestellen (Abbildung 4A) an den Kirschen (37.8 ± 61.2 % Befall in den unbehandelten Kirschen), bei denen man in der Regel keinen typischen Eiluftschlauch sehen konnte. Der Befall mit frischen Eiablagestellen lag dagegen bei nur 2.2 ± 1.1 %. Vereinzelt konnten aber Eiluftschläuche auch in verkorkten Eiablagestellen gefunden werden (Abbildung 4B), wie dies der Fall bei typischen, frischen Eiablagen (Abbildung 4C) ist. Neben der Grösse und Form der verkorkten Eiablagestellen war auch deren angehäufte Anordnung an den Kirschen typisch für Einstiche durch *D. suzukii*. Offensichtlich haben sich aber keine Larven in diesen Kirschen entwickelt, denn die Früchte zeigten nicht das typische Verfallsbild durch die sich entwickelten Larven oder Sekundärinfektionen mit Pathogenen. Das trockene und heisse Wetter hat möglicherweise die Sekundärinfektionen verhindert. Zudem haben Laborstudien gezeigt, dass bei Temperaturen über 25 °C die Eiablageleistung von *D. suzukii*, wie auch der Schlupf der Larven und deren Entwicklung, signifikant abnehmen (Kinjo et al. 2014). Die ideale Entwicklungstemperatur für *D. suzukii* in Kirschen beträgt lediglich 22 °C (Tochen et al. 2014).

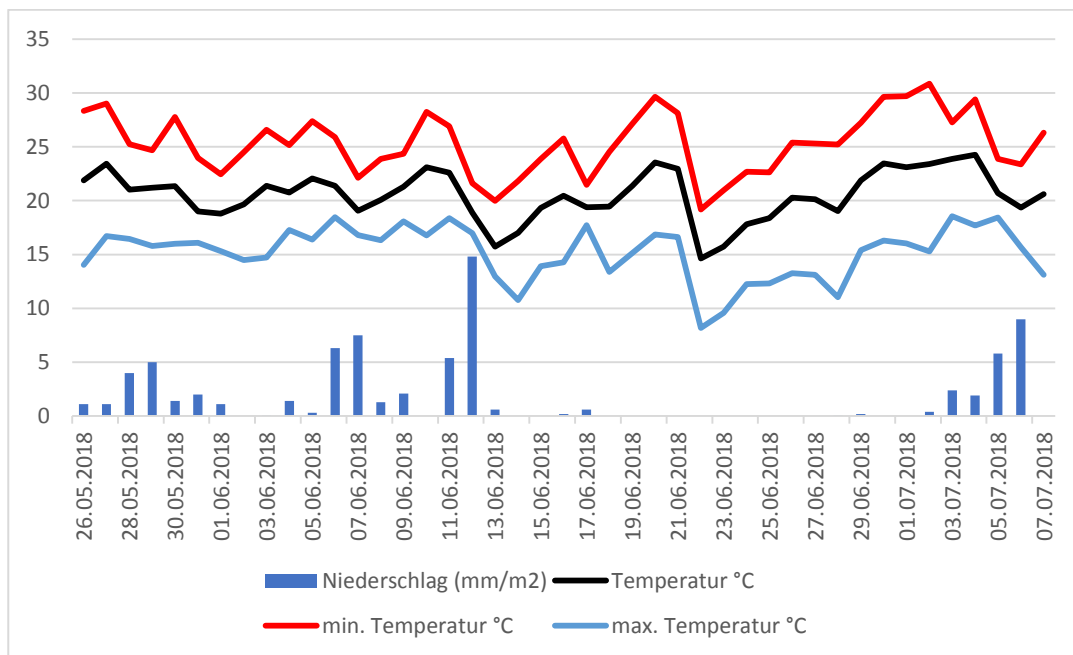


Abbildung 7: Wetterdaten gemessen an der Klimastation in Binningen BL

Tabelle 3: Anzahl gefangene Kirschessigfliegen pro Falle und Betrieb.

Betrieb		11.06-19.06	19.06-26.06	20.6-27.6	27.6-4.7
1	Männchen	0	0.6		
1	Weibchen	0	3.1		
2	Männchen		1.8		
2	Weibchen		1		
3	Männchen	0.25	1		
3	Weibchen	0.125	5		
4	Männchen	0	3		
4	Weibchen	0.25	17		
5	Männchen			2	21
5	Weibchen			7	79
6	Männchen	1	5		
6	Weibchen	0.5	6		

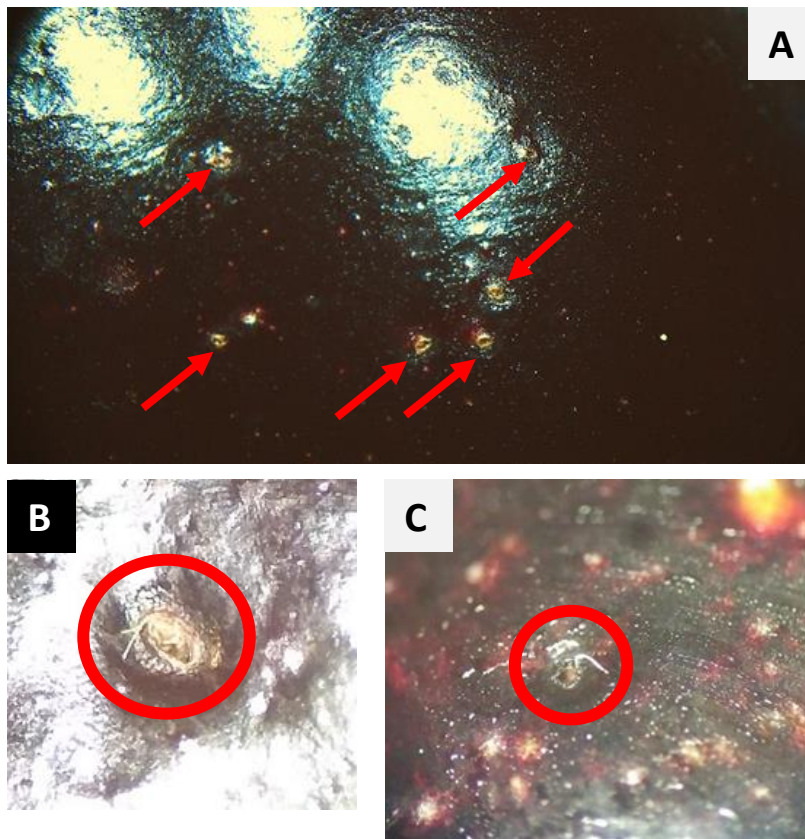


Abbildung 4: (A) Verkorkte Eiablagestellen, (B) verkorkte Eiablagestelle mit Eiluftschläuchen und (C) eine frische Eiablagestelle mit Eiluftschläuchen

3.2 Applikation der Mittel und Spritzbelag

3.2.1 Kaolin

Alle Produzenten konnten das Kaolin rechtzeitig und ohne Probleme in der geforderten Konzentration ausbringen. Die ausgebrachte Menge der Spritzbrühe war, basierend auf der Baumgröße, ob Einzelbaum oder in Reihe und betrieblicher Praxis, zwischen den Betrieben unterschiedlich. Das Spritzbild variierte zum Teil stark, trotz zum Teil gleicher Applikationstechnik und Ausrüstung (Abbildung 5). Die Menge an Produkt, und somit der Belag, variierte auch stark innerhalb einer Baumkrone (Abbildung 6). In allen Fällen verbesserte die zweite Applikation die Dichte des Belags (Abbildung 7).



Abbildung 5: Verschiedene Spritzbilder des Kaolin-Belages, trotz gleicher Applikationstechnik und Ausrüstung. (A) Betrieb 4, (B) Betrieb I

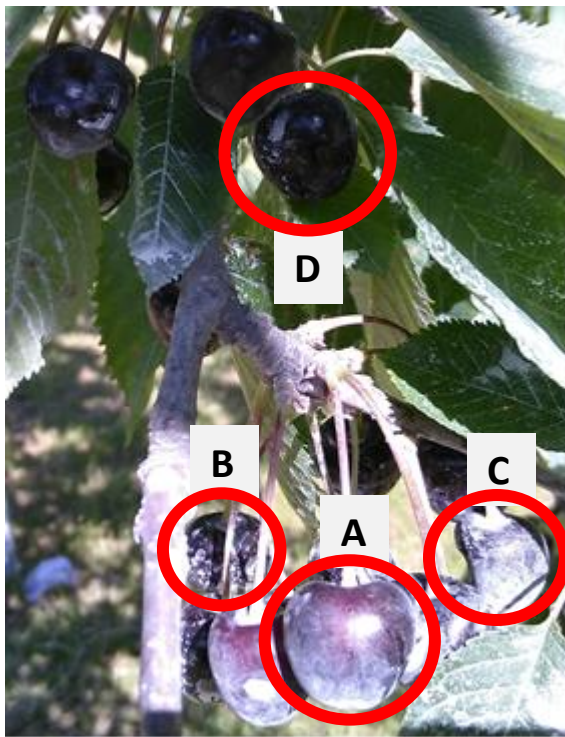


Abbildung 6: Betrieb I: Auf dem selben Ast: (A) Gleichmäßiger Kaolin-Belag, (B) fleckiger Kaolin-Belag, (C) sehr dichter Kaolin-Belag und (D) geringer und lückenhafter Kaolin-Belag auf der Frucht



Abbildung 7: Betrieb 6: (A) Kaolin-Belag nach der ersten Applikation, (B) Kaolin-Belag nach der zweiten Applikation

3.2.2 Löschkalk

Beide Produzenten konnten den Löschkalk rechtzeitig und ohne Probleme in der geforderten Menge ausbringen. Der Belag mit Löschkalk (Abbildung 2) ist weniger intensiv wie der mit Kaolin (Abbildung 1). Dies ist zwar vorteilhaft bei der Verarbeitung der Kirschen, da der Löschkalk-Belag mit etwas angesäuertem Wasser bei der Verarbeitung der Kirschen besser abgewaschen werden kann als der Kaolin-Belag. Kaolin hat aber die bessere Wirkung als Löschkalk bei der Reduktion der Eiablage von *D. suzukii* (Cahenzli et al. 2018a).

3.3 Laborexposition

3.3.1 Kaolin

Im Laborversuch zeigte sich klar, dass ein guter und regelmässiger Kaolin-Belag entscheidend für die Verringerung der Eiablage durch *D. suzukii* ist. In die Kirschen mit einem starken Kaolin-Belag wurden signifikant weniger Eier gelegt als in die unbehandelten Kirschen, wogegen es keinen signifikanten Unterschied in der Eiablage zwischen den unbehandelten Kirschen und den Kirschen mit einem leichten Kaolin-Belag gab (Abbildung 8).

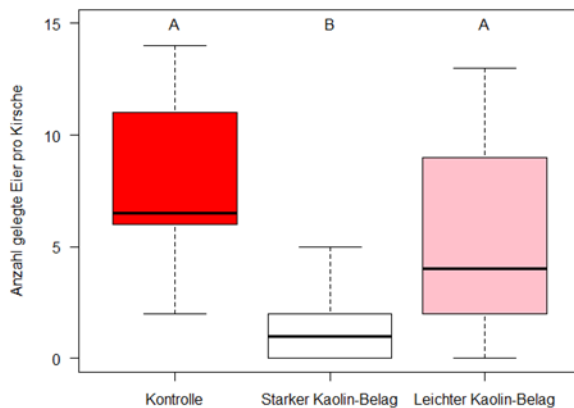


Abbildung 8: Anzahl gelegte Eier pro Kirsche im Laborversuch. Die Dollenseppler Kirschen waren entweder unbehandelt, oder hatten einen starken oder leichten Kaolin-Belag. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die „whisker“ entsprechen $1.5 \times$ dem Interquartilabstand. Verschiedene Buchstaben geben signifikante Unterschiede an („generalized mixed model“ mit Poisson verteilten Fehlern, Tukey multiple comparison“: $P < 0.05$).

3.3.2 Löschkalk

Der Laborversuch zeigte, dass der Unterschied in der Eiablage zwischen den mit Löschkalk und den unbehandelten Kirschen nicht so stark war (Abbildung 9), wie dies bei Kirschen mit einem starken Kaolin-Belag der Fall ist (Abbildung 8).

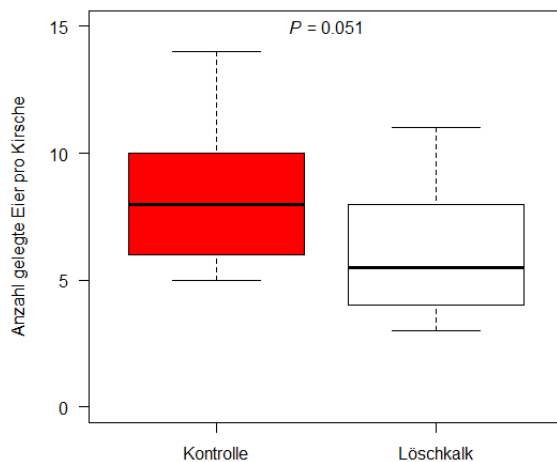


Abbildung 9: Anzahl gelegte Eier pro Kirsche im Laborversuch. Die Star Kirschen waren entweder unbehandelt oder mit Löschkalk behandelt. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die „whisker“ entsprechen 1.5 × dem Interquartilabstand. Ein „mixed effect model“ wurde zur Datenanalyse verwendet.

3.4 Feldversuch

3.4.1 Kaolin gegen *D. suzukii*

Der durchschnittliche Befall durch *D. suzukii* (Anzahl verkorkte plus frische Eiablagestellen in 50 kontrollierten Kirschen pro Baum) über den gesamten Versuchszeitraum war in den mit Kaolin behandelten Kirschen (arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 9.6 ± 2.1 , Median = 3) signifikant tiefer (Abbildung 10) als in der unbehandelten Kontrolle (arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 17.7 ± 2.9 , Median = 8). Der Befall stieg, trotz der erhöhten Präsenz von *D. suzukii* gegen Ende der Kirschenentwicklung (Tabelle 3), nicht zur Ernte hin an ($Z_{1,101} = -0.9$, $P = 0.350$). Der Befall mit nur frischen Eiablagen konnte wegen der tiefen und inkonstanten Befallszahlen nicht statistisch ausgewertet werden. Ob Kaolin in einem Jahr mit normalen klimatischen Bedingungen und einem damit verbundenem erhöhten Druck durch *D. suzukii* ebenfalls genügend Schutz für Kirschhalb- und Hochstammbäume bietet, muss in zukünftigen Experimenten untersucht werden.

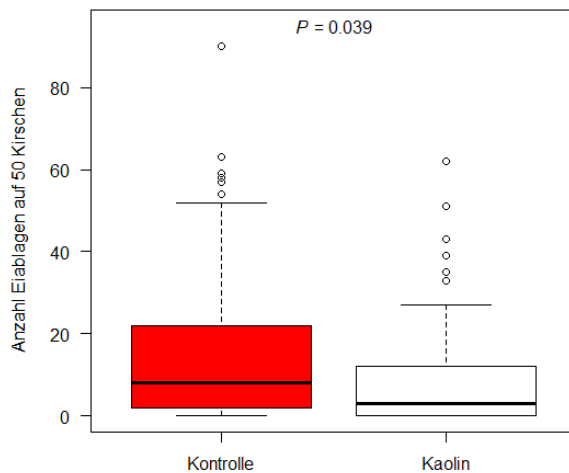


Abbildung 10: Anzahl Eiablagen auf 50 Kirschen im Feldversuch. Die Kirschen waren entweder unbehandelt oder mit Kaolin behandelt. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median und Kreise Ausreisser. Die „whisker“ entsprechen $1.5 \times$ dem Interquartilabstand. Ein „generalized mixed model“ mit negativ binomial verteilten Fehlern wurde zur Datenanalyse verwendet.

3.4.2 Löschkalk gegen *D. suzukii*

Zwischen den unbehandelten Kirschen und den mit Löschkalk behandelten Kirschen gab es keinen signifikanten Unterschied im Befall durch *D. suzukii* (Abbildung 11A, Anzahl verkorkte plus frische Eiablagestellen in 50 kontrollierten Kirschen pro Baum). Der Befall während des Beobachtungszeitraums war in dieser Analyse zwischen dem 20 – 25 Juni am höchsten ($Z_{1,41} = -5.4, P < 0.001$). In der Einzelanalyse der Betriebe zeigte sich, dass auf dem phänologisch früher entwickelten Betrieb 3 der Befall durch Löschkalk signifikant verringert werden konnte (11B), wogegen Löschkalk beim phänologisch später entwickelten Betrieb 5 keinen signifikanten Effekt hatte (11C). Dieser Unterschied kann viele Gründe haben, wie zum Beispiel die unterschiedliche Lage der Betriebe und die damit verbundenen mikroklimatischen Bedingungen (Tochen et al. 2016, Diepenbrock und Burrack 2017, Evans et al. 2017), die umgebende Landschaft als Quelle für *D. suzukii* (Pelton et al. 2016, Cahenzli et al. 2018b, Santoiemma et al. 2018) oder die Sortenanfälligkeit durch die phänologische Entwicklung (Mazzi et al. 2017).

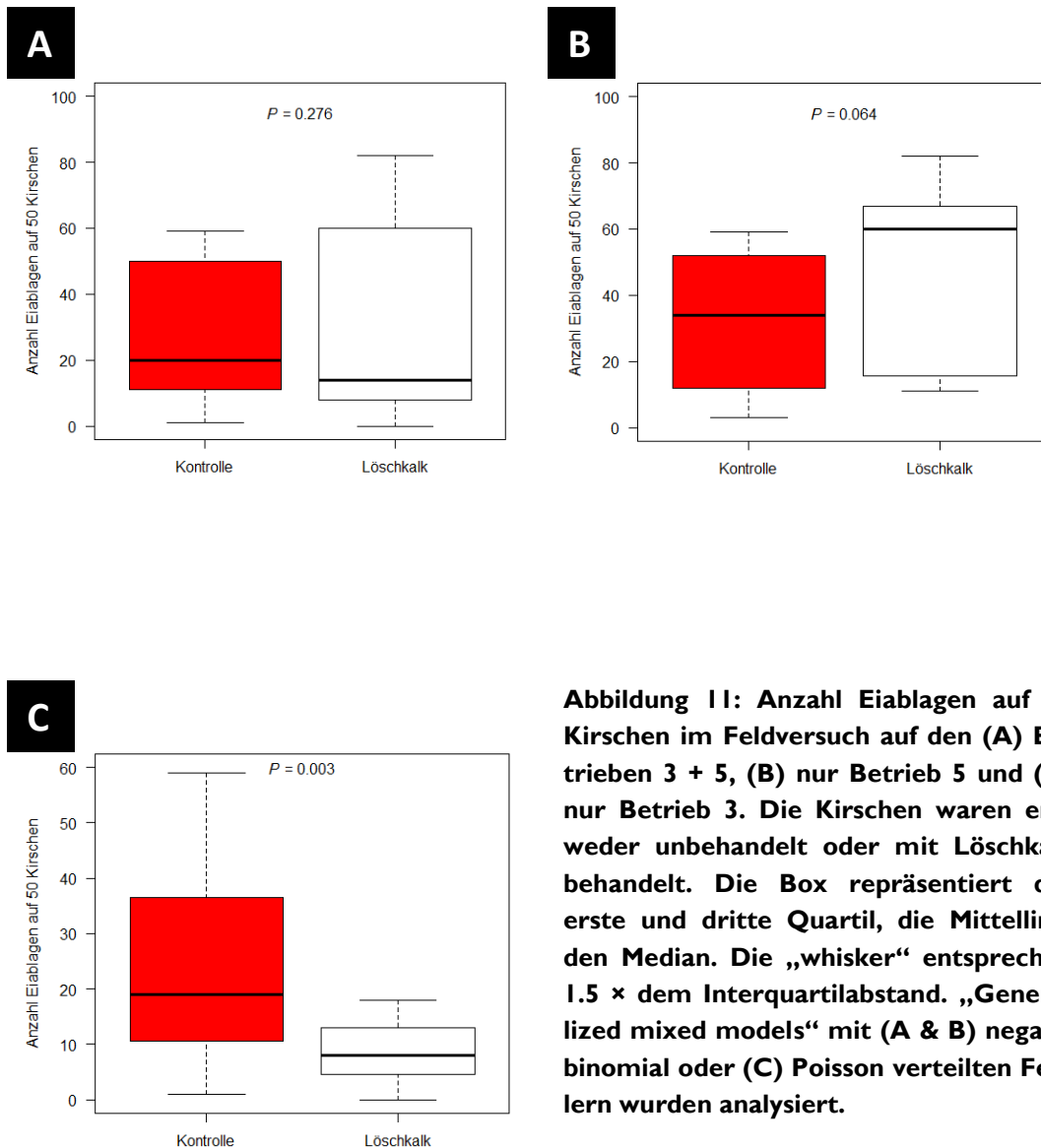


Abbildung 11: Anzahl Eiablagen auf 50 Kirschen im Feldversuch auf den (A) Betrieben 3 + 5, (B) nur Betrieb 5 und (C) nur Betrieb 3. Die Kirschen waren entweder unbehandelt oder mit Löschkalk behandelt. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die „whisker“ entsprechen $1.5 \times$ dem Interquartilabstand. „Generalized mixed models“ mit (A & B) negativ binomial oder (C) Poisson verteilten Fehlern wurden analysiert.

3.4.3 Kaolin und Löschkalk gegen *R. cerasi*

Der Befall durch *R. cerasi* (Anzahl befallene Kirschen aus 50 kontrollierten Früchten) war auf den Betrieben, die mit Kaolin arbeiteten, ebenfalls in den behandelten Kirschen (arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 2.5 ± 0.5 , Median = 1) signifikant tiefer (Abbildung 12A) als in der unbehandelten Kontrolle (arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 5.9 ± 1.2 , Median = 1). Bei den Betrieben, die mit Löschkalk arbeiteten, gab es keinen signifikanten Unterschied im Befall mit *R. cerasi* zwischen den behandelten (arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 9.8 ± 2.7 , Median = 5) und unbehandelten Kirschen (Abbildung 12B; arithmetisches Mittel \pm Standardfehler = 8.4 ± 2.3 , Median = 3). Der Befall stieg über den Erhebungszeitraum signifikant an auf den Betrieben, die mit Kaolin (Abbildung 13A)

und Löschkalk (Abbildung 13B) arbeiteten. Dies war vor allem auf den Betrieben mit Kaolin gegen Ende Juni/Anfangs Juli der Fall (gekrümmte Kurve: $Z_{1,100} = -3.3$, $P < 0.001$). Vermutlich ist dieser Anstieg einerseits dem Umstand zuzuschreiben, dass mit der Kirschfruchtfliege befallene Kirschen mit fortschreitendem Befall besser erkannt werden können. Dazu kommt, dass auf Betrieb 5, der sich phänologisch etwas später als die anderen Betriebe entwickelte, ein sehr hoher Befall mit *R. cerasi* herrschte. Nichts desto trotz konnten adulte *R. cerasi* in grosser Häufigkeit vor allem auch auf den reifen Kirschen beobachtet werden, was weitere Eiablagen und damit einen ansteigenden Befall nicht ausschliesst. Weder Kaolin noch Löschkalk sind vom BLW zur Bekämpfung der Kirschenfliege bewilligt. Eine kombinierte Behandlung beider Schädlinge in den Kirschhalb- und Hochstamm-bäumen wäre aber in Zukunft wünschenswert. Für die Bekämpfung der Schäden durch *R. cerasi* müsste die erste Behandlung aber deutlich früher erfolgen als im diesjährigen Versuch.

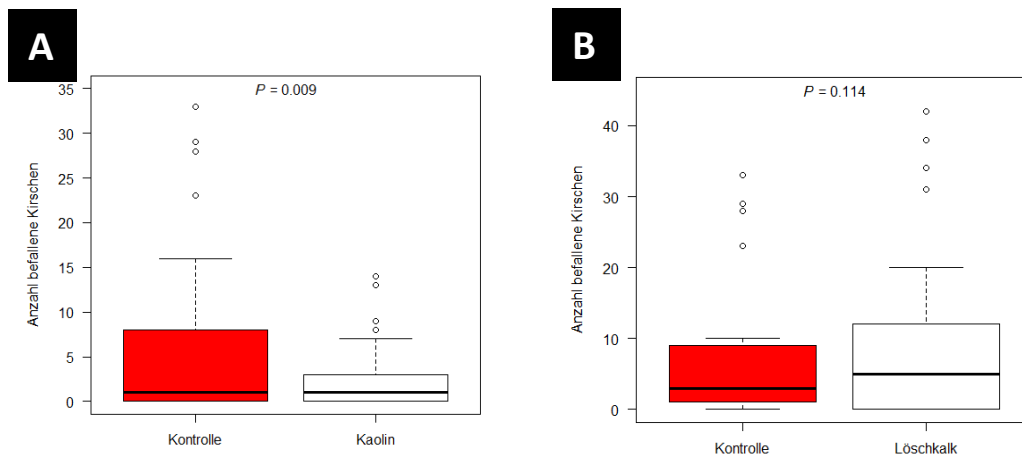


Abbildung 12: Anzahl mit *R. cerasi* befallene Kirschen auf 50 untersuchte Kirschen im Feldversuch. Die Kirschen waren entweder unbehandelt oder mit (A) Kaolin oder (B) Löschkalk behandelt. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median und Kreise Ausreisser. Die „whisker“ entsprechen $1.5 \times$ dem Interquartilabstand. „Generalized mixed models“ mit Poisson verteilten Fehlern wurden zur Datenanalyse verwendet.

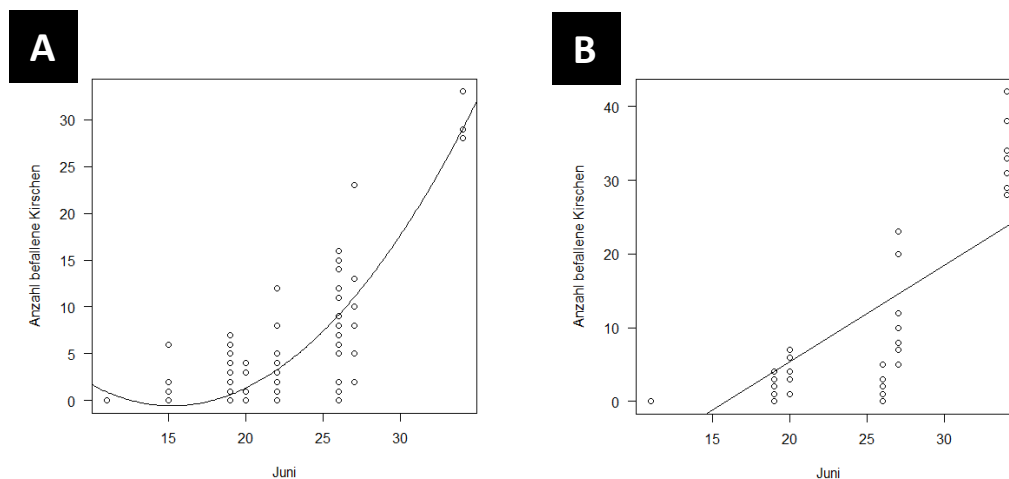


Abbildung 13: Anzahl mit *R. cerasi* befallene Kirschen auf 50 untersuchte Kirschen im Feldversuch. Die Kirschen waren entweder unbehandelt oder mit (A) Kaolin oder (B) Löschkalk behandelt. „Generalized mixed models“ mit Poisson verteilten Fehlern wurden zur Datenanalyse verwendet.

4. Zusammenfassung

Der Druck durch *D. suzukii* auf die Kirschhalb- und Hochstammbäume war wegen der anhaltenden Trockenheit während der gesamten Versuchsperiode tief. In den Monitoring-fällen in den Kirschbäumen wurden aber stets Kirschessigfliegen gefangen. In den Kirschen der unbehandelten Kontrolle hatte es eine signifikant höhere Eiablage als in den mit Kaolin behandelten Kirschen, nicht aber als in den mit Löschkalk behandelten Kirschen. Auf einem der beiden mit Löschkalk behandelten Betriebe wirkte Löschkalk aber dennoch reduzierend auf die Eiablage. Viele Einstichstellen hatten verkorkte Ränder und die Früchte zeigten keinen Verfall. Die Einstiche konnten aber *D. suzukii* zugeordnet werden. Bei im Labor exponierten Kirschen zeigte sich, dass die Stärke des Kaolin-Belages auf den Früchten entscheidend für die Wirksamkeit ist. Die Versuche mit Kaolin und Löschkalk in Kirschhalb- und Hochstammbäumen müssen bei feuchteren Witterungsbedingungen und damit höherem Schädlingsdruck wiederholt werden, um abschliessende Aussagen zur Wirksamkeit zu treffen. Kaolin verringerte ebenfalls den Befall der Kirschenfliege *R. cerasi*. Eine kombinierte Behandlung beider Schädlinge wäre in Zukunft sicher wünschenswert, die optimalen Behandlungszeitpunkte und die Wirksamkeit müssen aber in weiterführenden Studien untersucht werden.

5. Danksagung

Ein ganz herzlicher Dank geht an die Kirschenproduzenten für die Teilnahme an dieser Studie, an Simon Gasser von Stähler und an Netstal für die Spritzmittel und an Hans-Ruedi Schmutz und Timon Lehmann von Biofarm für die Begleitung des Projektes.

6. Literatur

- Asplen, M. K., G. Anfora, A. Biondi, D. S. Choi, D. Chu, K. M. Daane, P. Gibert, A. P. Gutierrez, K. A. Hoelmer, W. D. Hutchison, R. Isaacs, Z. L. Jiang, Z. Karpati, M. T. Kimura, M. Pascual, C. R. Philips, C. Plantamp, L. Ponti, G. Vetek, H. Vogt, V. M. Walton, Y. Yu, L. Zappala, und N. Desneux. 2015. Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* 88: 469-494.
- Baroffio, C., und S. Fischer. 2011. Neue Bedrohung für Obstplantagen und Beerenpflanzen: die Kirschessigfliege. *UFA-Revue* 11: 46-47.
- Beers, E. H., R. A. Van Steenwyk, P. W. Shearer, W. W. Coates, und J. A. Grant. 2011. Developing *Drosophila suzukii* management programs for sweet cherry in the western United States. *Pest Management Science* 67: 1386-1395.
- Bellamy, D. E., M. S. Sisterson, und S. S. Walse. 2013. Quantifying host potentials: indexing postharvest fresh fruits for spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Plos One* 8.
- Cahenzli, F., und C. Daniel. 2016. Mittelprüfung 2016: Kontrolle der Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* auf Weintrauben.
- Cahenzli, F., und C. Daniel. 2017. Surround zur Kontrolle der Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* auf Weintrauben. In *B. z. V.* 2016 [ed.].
- Cahenzli, F., T. Strack, und C. Daniel. 2018a. Screening of 25 different natural crop protection products against *Drosophila suzukii*. *Journal of Applied Entomology* 142: 563–577.
- Cahenzli, F., I. Bühlmann, C. Daniel, und J. Fahrentrapp. 2018b. The distance between forests and crops affects the abundance of *Drosophila suzukii* during fruit ripening, but not during harvest. *Environmental Entomology* 47: 1274–1279.
- Charlot, G., und C. Weydert. 2017. Nets and covers to protect cherry trees from rain and insects, pp. 97-102. In M. J. Serradilla, M. J. BernalteGarcia and M. LopezCorrales (eds.), *Vii International Cherry Symposium*, vol. 1161. *ISHS Acta Horticulturae*.
- Daniel, C., H. J. Schärer, und F. Cahenzli. 2016. Einfluss von mineralischen Mitteln auf die Vinifizierung (Bericht).
- Diepenbrock, L. M., und H. J. Burrack. 2017. Variation of within-crop microhabitat use by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blackberry. *Journal of Applied Entomology* 141: 1-7.
- Diepenbrock, L. M., K. A. Swoboda-Bhattarai, und H. J. Burrack. 2016. Ovipositional preference, fidelity, and fitness of *Drosophila suzukii* in a co-occurring crop and non-crop host system. *Journal of Pest Science* 89: 761–769.
- Dorsaz, M., F. Kuonen, und C. A. Baroffio. 2017. Current spotted wing drosophila IPM tactics and their practical implementation in berry crops in Switzerland, pp. 827-832. In Y. Desjardins (ed.), *Viii International Strawberry Symposium*, vol. 1156.
- Evans, R. K., M. D. Toews, und A. A. Sial. 2017. Diel periodicity of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) under field conditions. *Plos One* 12: e0171718.

- Hamby, K. A., A. Hernandez, K. Boundy-Mills, und F. G. Zalom. 2012.** Associations of yeasts with spotted-wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*; Diptera: Drosophilidae) in cherries and raspberries. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 4869-4873.
- Ioriatti, C., R. Guzzon, G. Anfora, F. Ghidoni, V. Mazzoni, T. R. Villegas, D. T. Dalton, und V. M. Walton. 2018.** *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) contributes to the development of sour rot in grape. *Horticultural Entomology* 111: 283–292.
- Kaneshiro, K. Y. 1983.** *Drosophila* (Siphonophora) *suzukii* (Matsumura). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 24: 179.
- Kenis, M., L. Tonina, R. Eschen, B. Sluis, M. Sancassani, N. Mori, T. Haye, und H. Helsen. 2016.** Non- crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Science* 89: 735-748.
- Kinjo, H., Y. Kunimi, und M. Nakai. 2014.** Effects of temperature on the reproduction and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology* 49: 297-304.
- Little, C. M., T. W. Chapman, D. L. Moreau, und N. K. Hillier. 2017.** Susceptibility of selected boreal fruits and berries to the invasive pest *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Pest Management Science* 73: 160-166.
- Mazzi, D., E. Bravin, M. Meraner, R. Finger, und S. Kuske. 2017.** Economic impact of the introduction and establishment of *Drosophila suzukii* on sweet cherry production in Switzerland. *Insects* 8: 18.
- Pelton, E., C. Gratton, R. Isaacs, S. Van Timmeren, A. Blanton, und C. Guédot. 2016.** Earlier activity of *Drosophila suzukii* in high woodland landscapes but relative abundance is unaffected. *Journal of Pest Science* 89: 725–733.
- Rombaut, A., R. Guilhot, A. Xuereb, L. Benoit, M. P. Chapuis, P. Gibert, und S. Fellous. 2017.** Invasive *Drosophila suzukii* facilitates *Drosophila melanogaster* infestation and sour rot outbreaks in the vineyards. *Royal Society Open Science* 4: 170117.
- Santoemma, G., N. Mori, L. Tonina, und L. Marini. 2018.** Semi-natural habitats boost *Drosophila suzukii* populations and crop damage in sweet cherry. *Agriculture Ecosystems & Environment* 257: 152-158.
- Tochen, S., D. T. Dalton, N. Wiman, C. Hamm, P. W. Shearer, und V. M. Walton. 2014.** Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. *Environmental Entomology* 43: 501-510.
- Tochen, S., J. M. Woltz, D. T. Dalton, J. C. Lee, N. G. Wiman, und V. M. Walton. 2016.** Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry. *Journal of Applied Entomology* 140: 47-57.
- Walsh, D. B., M. P. Bolda, R. E. Goodhue, A. J. Dreves, J. Lee, B. D.J., V. M. Walton, S. D. O’Neal, und F. G. Zalom. 2011.** *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management* 2: G1-G7.