



JKI Datenblätter

Pflanzenkrankheiten und Diagnose



Fotos: Joseph Munyaneza, USDA; Pests and Diseases Image Library, Bugwood.org

Marianne Loiseau, Gritta Schrader, Melanie Camilleri,
Makrina Diakaki, Sybren Vos

Schadorganismensteckbrief für *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Impressum

Die Open-Access-Publikationsreihe „JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose“ beinhaltet deutschsprachige strukturierte Steckbriefe zu allen biotischen Ursachen von Krankheiten und Schädigungen von Kulturpflanzen. Diese umfassen Viruserkrankungen, Nematoden, Pilze und Bakterien sowie tierische Schaderreger und Unkräuter.

Die Reihe ist ebenfalls in englischer Sprache verfügbar als „JKI Data Sheets – Plant Diseases and Diagnosis“ (<https://ojs.openagrar.de/index.php/dsPDD>).

„JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose“ is a German series publishing structured fact sheets about all biotic causes of plant diseases and damages, including viruses, nematodes, fungi, bacteria, pests and weeds.

This series is available in English, too: "JKI data Sheets - Plant Diseases and Diagnosis" (<https://ojs.openagrar.de/index.php/dsPDD>).

Herausgeber
Editor-in-Chief

Präsident und Professor
Prof. Dr. Frank Ordon
Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg, Germany

Schriftleitung
Managing Editor

Dr. Anja Hühnlein
Informationszentrum und Bibliothek
Julius Kühn-Institut
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg
anja.huehnlein@julius-kuehn.de

Einreichung von Beiträgen unter
Manuscript submission via

<https://ojs.openagrar.de/index.php/dbPKD>



ISSN

2191-138X

DOI

<https://doi.org/10.5073/20190828-160419>

Diese Ausgabe zitieren als
Cite this issue as

Marianne Loiseau ... et. al, 2019: Schadorganismensteckbrief für *Candidatus Liberibacter solanacearum*. JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose 2019 (7), 1-25,
DOI: 110.5073/20190828-160419.



Alle Ausgaben dieser Zeitschrift werden unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International Lizenz (CC-BY-NC-ND) zur Verfügung gestellt (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>).

All issues of this journal are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC-BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>).

Marianne Loiseau, Gritta Schrader, Melanie Camilleri, Makrina Diakaki, Sybren Vos

Schadorganismensteckbrief für *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Pest survey card on *Candidatus Liberibacter solanacearum*

European Food Safety Authority (EFSA),

Übersetzung ins Deutsche: Elke Vogt-Arndt, Julius Kühn-Institut, Braunschweig

Zusammenfassung

Dieser Schadorganismensteckbrief wurde im Rahmen des EFSA- Mandats zur Überwachung von Schadorganismen von Pflanzen (M-2017-0137) auf Ersuchen der Europäischen Kommission erstellt. Die Zielsetzung dieses Dokumentes ist, die Mitgliedstaaten bei der Planung der jährlichen Erhebungsaktivitäten zu Quarantäneschadorganismen zu unterstützen, indem ein statistisch fundierter und risikobasierter Ansatz zu Schadorganismenerhebungen in Übereinstimmung mit gültigen internationalen Standards angewendet wird. Die erforderlichen Daten für diese Tätigkeiten umfassen die Verbreitung des Schadorganismus, seinen Wirtspflanzenkreis, seine Biologie, Risikofaktoren sowie verfügbare Methoden zum Nachweis und zur Identifikation. Dieses Dokument ist Bestandteil eines Toolkits, das aus Schadorganismen-spezifischen Dokumenten wie dem Schadorganismensteckbrief und exemplarischen Dokumenten besteht, die für alle zu überprüfenden Schadorganismen relevant sind, einschließlich der allgemeinen Erhebungsrichtlinien und der statistischen Software wie RiBESS+.

Abstract

This pest survey card was prepared in the context of the EFSA mandate on plant pest surveillance (M-2017-0137), at the request of the European Commission. The purpose of the document is to assist the Member States to plan annual survey activities of quarantine organisms using a statistically sound and risk-based pest survey approach, in line with current international standards. The data requirements for such an activity include the pest distribution, its host range, its biology and risk factors as well as available detection and identification methods. This document is part of a toolkit that consists of pest-specific documents, such as the pest survey cards, and generic documents relevant for all pests to be surveyed, including the general survey guidelines and statistical software such as RiBESS+.

Stichwörter: *Bactericera cockerelli*, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, Haplotyp A, Haplotyp B, Haplotyp F, Lso, risikobasierte Überwachung

Keywords: *Bactericera cockerelli*, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, Haplotyp A, Haplotyp B, Haplotyp F, Lso, risk-based surveillance

Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen der EFSA werden unter einer Creative Commons Lizenz (CC by-nc-nd = Namensnennung, keine kommerzielle Nutzung, keine Bearbeitung) veröffentlicht, die die freie Weiterverteilung und Wiederveröffentlichung erlaubt, vorausgesetzt, dass (i) EFSA als Quelle angegeben wird, (ii) der Inhalt nicht verändert wird (oder die Erlaubnis von EFSA eingeholt wird, eine geänderte Version zu reproduzieren) und (iii) das Arbeitsergebnis vollständig in allen wissenschaftlichen Veröffentlichungen aufgeführt wird.

Hinsichtlich Übersetzungen gestattet EFSA nationalen Behörden und Einrichtungen anderer Mitgliedstaaten, die wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse zu übersetzen, sofern (i) die englische Version, die im EFSA Journal oder den EFSA Supporting Publications veröffentlicht wird, das offizielle legale Dokument bleibt und (ii) EFSA nicht verantwortlich für Fehler oder Bedeutungsverschiedenheiten gemacht wird, die durch den Übersetzungsvorgang oder jegliche Aktionen durch das Nutzen des übersetzten Dokuments auftreten können. Die Verwendung des Inhalts wird unter der Voraussetzung genehmigt, dass die Quelle genannt wird:

EFSA (European Food Safety Authority), Loiseau M., Schrader G., Camilleri M., Diakaki M., Vos S., 2019: Pest survey card on *Candidatus Liberibacter solanacearum*. EFSA supporting publication 2019: EN-1632. 26pp. doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1632

Ausgenommen sind die folgenden Abbildungen, deren Reproduktion verboten ist. Eine Genehmigung muss direkt beim Inhaber des Urheberrechts eingeholt werden:

Abb. 1: © EPPO global database; Abb. 2: © EPPO global database ; Abb. 4: © Joseph Munyaneza, USDA; Abb. 5: © Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org; chaub et al. 2016; Abb. 6: © Eugene E. Nelson, Bugwood.org; Abb. 7: ©Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org

Einleitung

Die Informationen in diesem Schadorganismensteckbrief sind eine Zusammenfassung der Risikoanalyse der EPPO für *Candidatus Liberibacter solanacearum* (EPPO, 2012), der Express Risikoanalyse von FERA für das Bakterium (FERA, online), den EPPO Datenblättern zu *Candidatus Liberibacter solanacearum* und *Bactericera cockerelli* (EPPO, 2013a, b), dem EPPO National Regulatory Control System für *Candidatus Liberibacter solanacearum* (EPPO, 2017), und anderen Dokumenten.

Zielsetzung dieses Schadorganismensteckbriefes ist, die relevanten biologischen Informationen zur Verfügung zu stellen, die für die Erstellung von Erhebungen für *Candidatus Liberibacter solanacearum* (nachfolgend 'Lso' genannt) in den Mitgliedstaaten der EU (EFSA, 2018) erforderlich sind. Dieses Dokument ist Bestandteil eines Toolkits, das entwickelt wird, um Mitgliedstaaten bei der Planung eines statistisch fundierten und risikobasierten Ansatzes zur Schadorganismenerhebung entsprechend den Richtlinien zur Überwachung gemäß Internationalem Pflanzenschutzübereinkommen (IPPC) (FAO, 2016) zu unterstützen. Das Toolkit besteht aus Schadorganismen-spezifischen und allgemeineren Dokumenten, die relevant für alle zu erhebenden Schadorganismen sind:

i. Schadorganismen-spezifische Dokumente:

- a. Der Schadorganismensteckbrief für *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

ii. Allgemeine Dokumente:

- a. Die allgemeinen Richtlinien für Erhebungen
- b. Das Online-Handbuch RiBESS+
- c. Die online verfügbaren statistischen Tools RiBESS+ und SAMPELATOR mit freiem Zugang nach Registrierung.

Der Schadorganismus und seine Biologie

Taxonomie

Wissenschaftlicher Name: *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Klasse: Alphaproteobacteria **Ordnung:** Rhizobiales **Familie:** Phyllobacteriaceae

Gattung: *Liberibacter*

Synonym(e): *Liberibacter psyllaourous* Hansen, Trumble, Stouthamer & Paine

Trivialname des Schadorganismus: Zebra chip disease

Viele verschiedene Haplotypen des Bakteriums sind beschrieben worden (Haplotypen A, B C, D, E, F und U) (Tabelle 1). Dieses Dokument gewährt einen Überblick über alle bisher identifizierten Haplotypen und bekannten Vektoren von Lso.

In Abstimmung mit der Europäischen Kommission liegt der Fokus dieses Schadorganismen-Steckbriefes auf den Lso Haplotypen A, B, und F. Diese kommen in der EU nicht vor und es ist bekannt, dass sie nur Solanaceen-Arten befallen.

Bactericera cockerelli (Synonym *Paratrioza cockerelli* oder *Triozza cockerelli*) ist ein Insekt (Hemiptera), gewöhnlich Kartoffelblattfloh oder Tomatenblattfloh genannt. Ein Zusammenhang mit dem Bakterium Lso wurde festgestellt (EPPO, 2013a, b). Vor allem wurde das Insekt als ein Vektor der drei Haplotypen von Lso, die untersucht werden (A, B und vermutlich F), identifiziert.

Regelungsstatus des Schadorganismus in der EU

Lso ist nicht durch die Richtlinie des Rates 2000/29/EG geregelt.

Bactericera cockerelli, der Vektor der Haplotypen A, B, und vermutlich F ist in der Richtlinie des Rates 2000/29/EC in Anhang I A1 aufgeführt.

Solanum tuberosum ist ein hauptsächlicher Wirt für Lso A, B und F und *B. cockerelli*. Deshalb ist erwähnenswert, dass die Einfuhr von Pflanzkartoffeln aus Drittländern (außer der Schweiz) gemäß Richtlinie des Rates 2000/29/EG, Anhang III Teil A, verboten ist. Die Einfuhr von Speisekartoffeln ist auch verboten, ausgenommen aus einer begrenzten Anzahl von Ländern in Europa und dem Mittelmeerraum, in denen Lso A, B und F nicht vorkommen.

Verbreitung des Schadorganismus

Verbreitung von *Candidatus Liberibacter solanacearum*

In Abb. 1 wird die weltweite Verbreitung aller bekannten Haplotypen von Lso gezeigt. Tab. 1 enthält detailliertere Einzelheiten zu der gemeldeten Verbreitung der verschiedenen Haplotypen.

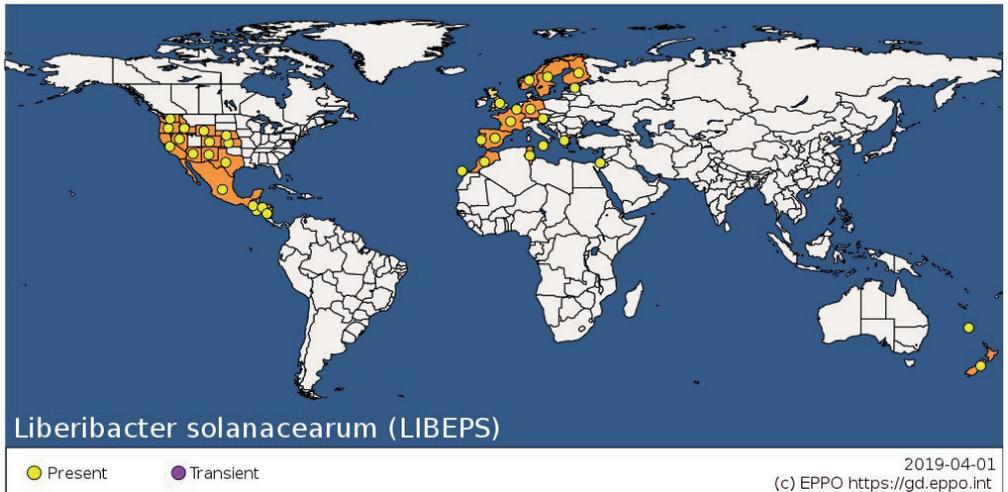


Abb. 1: Weltweite Verbreitung von *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Diese weltweite Verbreitungskarte zeigt Meldungen für alle bekannten Haplotypen ohne Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Verbreitung (Quelle: EPPO Global Database, www.eppo.int)

• **Lso Haplotypen A, B und F:**

Die Lso Haplotypen A, B und F kommen in der EU nicht vor. Die Lso Haplotypen A und B treten in Mittel- und Nordamerika an Solanaceen-Arten auf (Haplotyp A tritt in El Salvador, Nicaragua, Honduras, Guatemala, im Westen von Mexiko und im Westen der USA auf; Haplotyp B tritt von Ostmexiko bis nach Texas auf). Haplotyp A wird auch in Neuseeland und auf den Norfolk Inseln gefunden. Im Jahr 2017 wurde Haplotyp F von Swisher Grimm und Garczynski (2019) an einer Kartoffelknolle in Süd-Oregon, USA beschrieben (EPPO, 2017).

• **Lso Haplotypen C, D und E:**

Lso Haplotyp C hängt mit einer Möhrenerkrankung in Nordeuropa zusammen (Österreich, Estland, Finnland, Norwegen, Schweden, Vereinigtes Königreich und Deutschland (EPPO, 2017; EPPO Global Database; Haapalainen et al., 2018a)). Die Lso Haplotypen D und E wurden in Zusammenhang mit Doldenblütler-Arten in mehreren Ländern in Belgien, Frankreich, Griechenland, Italien, Portugal, Spanien einschließlich Kanarischer Inseln, in Nordafrika (Marokko und Tunesien) und in Israel nachgewiesen (EPPO Global Database). Diese beiden Haplotypen wurden nur selten oder mit einer begrenzten Verbreitung (Abb. 1) beschrieben.

Im Laufe einer Erhebung von Lso in historischem Saatgut aus Sammlungen von Möhren und verwandten Doldenblütler-Arten (Samenanalysen datiert von 1973 bis 2006) wurde das Bakterium in Samen mit Ursprung in Ländern entdeckt, in denen das Auftreten bisher noch nicht gemeldet

wurde: Tschechien (Pastinake), Dänemark (Möhre, Petersilie), Ägypten (Möhre), Japan (Möhre), Libanon (wilde Möhre und *Daucus aureus*), Niederlande (Möhre, Sellerie, Petersilie) und Syrien (Möhre). Anhand dieser Information kann vermutet werden, dass Lso weiterverbreitet sein könnte als bisher beschrieben (Monger und Jeffries, 2017).

Obwohl Haplotyp C an asymptomatischen Kartoffelknollen in Finnland (Haapalainen et al., 2018a) und Haplotyp E an symptomatischen Speisekartoffeln in Spanien gefunden wurde (Palomo et al., 2014), ist die Übertragung zwischen verschiedenen Wirtspflanzenfamilien begrenzt, da Vektoren nicht an Apiaceae und Solanaceae fressen. Das Feststellen an Kartoffeln wird deshalb als ein sporadisches Ereignis angesehen (Palomo et al., 2014).

Lso Haplotyp U

2018 wurde von Haapalainen et al. Haplotyp U an *Urtica dioica* und *Trioza urticae* in Finnland beschrieben (Haapalainen et al., 2018b).

Verbreitung von Vektoren von Lso

Wie in Tabelle 1 gezeigt, ist *B. cockerelli* für Solanaceen-Arten der hauptsächliche Psyllidenvektor von Lso. *Trioza apicalis* ist der hauptsächliche Vektor im nördlichen Europa, wobei *B. trigonica* der hauptsächliche Psyllidenvektor an Doldenblüter-Arten im Süden Europas und dem Mittelmeerbecken ist.

Vektor von Lso Haplotypen A, B und vermutlich F

Bactericera cockerelli, der Psyllidenvektor in Solanaceen-Arten, kommt in den Ländern vor, in denen die Haplotypen A, B und F gemeldet wurden. Er kommt in Europa nicht vor (siehe Abb. 2)

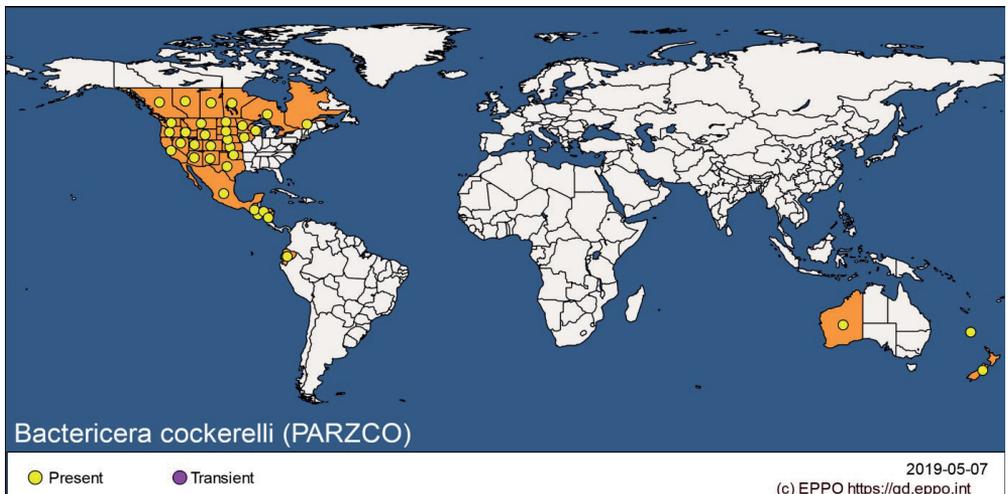


Abb. 2: Weltweite Verbreitung von *Bactericera cockerelli* (Quelle: EPPO Global Database, www.eppo.int).

Vektoren von Lso Haplotypen C, D, E und U

Trioza apicalis ist der hauptsächliche Psyllidenvektor in Möhrenfeldern in Nordeuropa. Möhrenpflanzen sind ein Wirt für Lso Haplotyp C. Dieser Vektor kommt in Europa vor und bevorzugt die Fichte als Wirt für die Überwinterung (Kristoffersen und Anderbrant, 2007).

Bactericera trigonica ist der hauptsächliche Psyllidenvektor in Südeuropa und dem Mittelmeerraum für Doldenblütler-Arten. Doldenblütler-Arten sind Wirtspflanzen für Lso Haplotypen D und E. Der Vektor kommt auch in anderen Ländern im Mittelmeerraum außerhalb der EU und im Mittleren Osten vor.

Haplotyp U wurde in Finnland in *Trioza urticae* gefunden (Haapalainen et al., 2018b).

Bactericera nigricornis kommt in Asien und Westeuropa vor, aber seine Fähigkeit zum Übertragen des Bakteriums wurde nicht bewiesen. *Bactericera tremblayi* kommt in Griechenland, Iran, Italien, Serbien, Schweiz und Türkei vor (Ouvrard, 2019). Es wurde demonstriert (unter Nutzung von Kartoffel, Möhre und Lauch als Wirtspflanzen), dass er nicht in der Lage ist, Lso zu übertragen (Antolinez et al., 2017). Haapalainen et al. (2018b) fanden Haplotyp C in *Trioza anthrisci*, geben aber an, dass 'anscheinend der in *T. anthrisci* und *A. (Anthriscus) sylvestris* gefundene CLso derzeit keine Hauptquelle für einen Befall mit CLso an Möhren, Pastinaken oder Kartoffeln darstellt'. Deshalb ist dieser Blattfloh nicht in Tabelle 1 aufgeführt.

Lebenszyklus

Lso wird von Blattfloh-Insektenvektoren auf neue Wirtspflanzen übertragen (FERA, online). Außerdem kann es durch Vermehrungsmaterial übertragen werden. In einem Versuchsaufbau wurde demonstriert, dass es auch durch *Cuscuta campestris* (Nordamerikanische Seide) auf *Catharanthus roseus* (Immergrün) und andere krautige Pflanzen übertragen werden kann (Bertolini et al., 2015). Die Blattflöhe übertragen Lso auf die Wirtspflanzen (Abbildung 3). Die Übertragung hängt von ihrem Lebenszyklus ab, der in diesem Abschnitt beschrieben wird.

Der Lebenszyklus der Blattflöhe beginnt mit der Paarung von zwei Adulten, gefolgt von der Eiablage durch das Weibchen an den Wirtspflanzen. Nach dem Schlüpfen durchlaufen die Blattflöhe fünf Nymphenstadien. Sie fressen an den Blättern der Wirtspflanze. Nach der Metamorphose schlüpfen die Adulten. Die jungen Adulten können dann zu neuen Wirtspflanzen oder Wirten für die Überwinterung fliegen und einen neuen Lebenszyklus beginnen. Die Länge des Lebenszyklus, die Anzahl der Eier, die Flugweite, die Anzahl von Generationen pro Jahr und die Wirte für die Überwinterung hängen von der Art der Blattflöhe und den Umweltbedingungen ab (Haapalainen, 2014). Normalerweise hat *Bactericera cockerelli* drei bis sieben Generationen pro Jahr. Eine Generation wird innerhalb von 3 – 5 Wochen abgeschlossen (EPPO, 2013b).

Wenn ein Blattfloh sich von dem Phloem-Saft einer mit Lso-infizierten Pflanze ernährt, kann das Bakterium durch den Blattfloh aufgenommen werden. Die Bakterienzellen müssen die Wand des Verdauungskanals passieren, durch die Hämolymphe wandern und erreichen danach die Speicheldrüsen. Die Bakterien können dann während der Nahrungsaufnahme der Blattflöhe über Speichelsekretion auf eine neue Wirtspflanze übertragen werden. Der Latenzzeitraum liegt zwischen der

Aufnahme des Erregers und der Möglichkeit des Blattflahs, ihn auf eine neue Pflanze zu übertragen (Haapalainen, 2014). Die Bakterien können auch durch transovariable Übertragung auf den Nachwuchs eines befallenen weiblichen Blattflahs gelangen (Hansen et al., 2008). Wenn die Bakterienkonzentration in der Pflanze gering ist, können die Pflanzen asymptomatisch bleiben (EPPO, 2012). Laut Rondon et al. (2017) sollte der Fallenfang von Blattflähern zu Anfang der Kartoffelsaison beginnen. In einem Versuch durch Klein und Rondon (2019) wurde die Probenahme 10 -12 Wochen lang durchgeführt.

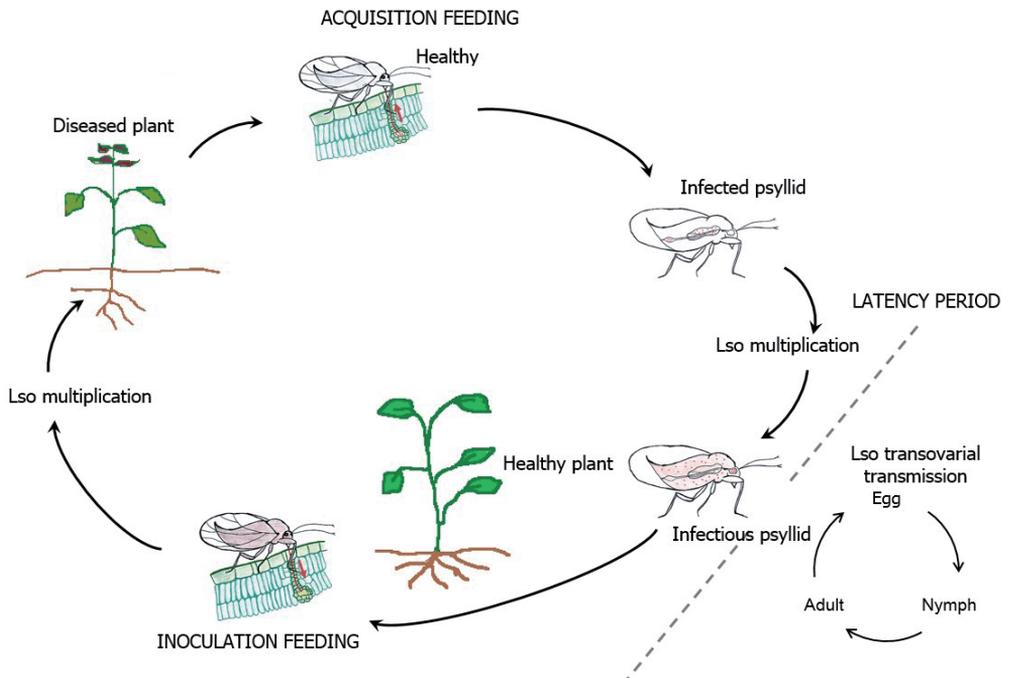


Abb. 3: Krankheitszyklus von *Candidatus Liberibacter solanacearum* und seinen Blattflah-Vektoren

Wirtspflanzenkreis und Hauptwirtspflanzen

EPPO (2017) stellt einige Informationen zu den verschiedenen Haplotypen des Bakteriums und deren Wirtspflanzen bereit.

Lso Haplotypen A und B, die sogenannten 'Solanaceen-Haplotypen', können Krankheiten an Solanaceen-Pflanzen verursachen (z. B. *Solanum tuberosum* ('Zebra Chip Disease'), *S. lycopersicum*, *Capsicum annuum*, *Nicotiana spp.*). In Nord- und Südamerika wurde es an verschiedenen wilden Wirtspflanzen wie Ölweidenblättriger Nachtschatten (*Solanum elaeagnifolium*), Goji-Beere (*Lycium barbarum*) oder Schwarzer Nachtschatten (*S. ptychanthum*) festgestellt (Wen et al. 2009). 2017 wurde Haplotyp F in den USA in einer Kartoffelknolle beschrieben (Swisher Grimm und Garczynski, 2019).

Lso Haplotypen C, D und E wurden in mehreren Ländern der EU und im Mittelmeerraum (Einzelheiten siehe Abschnitt 'Ausbreitung des Schadorganismus') in Pflanzen der Familie Apiaceae festgestellt. Alle drei können mit Möhren in Verbindung gebracht werden (*Daucus carota*), während die Lso Haplotypen D und E auch mit anderen Doldenblütler-Arten zusammenhängen – Sellerie (*Apium graveolens*), Kerbel (*Anthriscus cerefolium*), Fenchel (*Foeniculum vulgare*), Petersilie (*Petroselinum crispum*) und Pastinake (*Pastinaca sativa*) (Alfaro-Fernández et al., 2017; Hajri et al., 2017). In Finnland wurde Lso Haplotyp C in asymptomatischem Kartoffeldurchwuchs (Haapalainen et al., 2018a) und in Spanien Haplotyp E in symptomatischen Kartoffelknollen festgestellt (Palomo et al., 2014; NPPO Spanien, 2017).

Lso Haplotyp U wurde an Brennnessel gemeldet (*Urtica dioica*) (Haapalainen et al., 2018b).

Eine allgemeine Übersicht über die verschiedenen Lso Haplotypen zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Übersicht über die verschiedenen Haplotypen von *Candidatus Liberibacter solanacearum* einschließlich ihrer Ausbreitung, Wirtspflanzen, Vektoren und Ausbreitung von Vektoren

Haplo- typ	Haplotyp kommt vor in	Wirts- pflanze	Vektor	Vektor kommt vor in	Literatur (Auswahl)
A	El Salvador, Ni- caragua, Hondu- ras, Guatemala, Westmexiko, West USA, Neuseeland, Norfolk Inseln	Solana- ceen-Arten	<i>Bactericera cockerelli</i>	Kanada, USA, Guatemala, Honduras, El Salvador, Mexiko, Nicaragua, Austra- lien, Neuseeland	Swisher Grimm und Garczynski, 2019; EPPO, 2017, EPPO Global Data- base
B	Ostmexiko bis Texas				
C	Österreich, Estland, Finnland, Norwe- gen, Schweden, Vereinigtes König- reich und Deutsch- land	Möhren	<i>Trioza apicalis</i> (bevorzugt Fichte als Wirt für die Über- winterung)	Mongolei, Österreich, Tsche- chien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Lettland, Schweden, Polen, Vereinigtes König- reich, Norwegen, Schweiz, Russland, Ukraine	EPPO Global Database, Haapalainen et al. 2018a
D	Belgien, Frankreich, Griechenland, Italien, Spanien, Marokko, Tunesien, Israel	Dolden- blütler	<i>Bactericera trigonica</i>	Algerien, Ägypten, Marokko, Tunesien, Iran, Israel, Zypern, Tschechien, Frankreich, Griechenland, Ungarn, Itali- en, Malta, Portugal, Spanien, Serbien, Schweiz, Türkei	EPPO, 2017, EPPO Global Database
E	Frankreich, Italien, Portugal, Spanien, Marokko, Tunesien				
F	Südoregon	Kartoffel- knollen	<i>Bactericera cockerelli</i> (vermutet)	Kanada, USA, Guatemala, Honduras, Mexiko, Nicara- gua Australien, Neuseeland	Swisher Grimm und Garczynski, 2019
U	Finnland	<i>Urtica dioica</i>	<i>Trioza urticae</i> (Die Fä- higkeit zur Über- tragung des Bakte- riums ist noch nicht bewiesen worden)	Afghanistan, Algerien, Asien – gemäßigte Zonen, Österreich, Weißrussland, Kaukasus, China, Tschechien, Dänemark, Finnland, Frank- reich, Vereinigtes Königreich, Griechenland, Ungarn, Indi- en, Iran, Irland, Israel, Japan, Libanon, Litauen, Madeira, Mongolei, Nordafrika, Rus- sischer Ferner Osten, Slowa- kei, Slowenien, Schweden, Tadschikistan, Türkei, West Himalaya	Haapalainen et al., 2018b, Ouvrard, 2019

Das Wirtspflanzenspektrum von *B. cockerelli* ist wesentlich größer als das von Lso. Dieser Blattfloh ist polyphag und kann an Arten aus 20 Pflanzenfamilien gefunden werden (insbesondere Solanaceae, Convolvulaceae und Lamiaceae) (EPPO, 2012) mit klarer Bevorzugung von Tomate (*Solanum lycopersicum*), Kartoffel (*Solanum tuberosum*), Aubergine (*Solanum melongena*) und Paprika (*Capsicum* spp.) (Biosecurity Australien, 2009; Yang und Liu, 2009). Der Insektenvektor frisst an den grünen Teilen der Pflanzen und könnte deswegen mit den Früchten von Tomate, Aubergine und Paprika in Verbindung gebracht werden, wenn sie aus Gebieten eingeführt werden, wo der Kartoffel-Blattfloh vorkommt. Außerdem sind Solanaceen-Arten Wirtspflanzen von Lso Haplotypen A, B und F, insbesondere Kartoffelknollen und Pflanzen von Tomate und Paprika.

Schlussendlich sollte bei einer Erhebung zum Nachweis der Lso Haplotypen A, B und F eine Überwachung von Solanaceen-Arten stattfinden, insbesondere an Kartoffelknollen und Pflanzen von Tomate und Paprika.

Geeignete Umweltbedingungen

Das Bakterium kommt in einem großen geografischen Bereich vor und zeigt so, dass es in verschiedenen Klimabedingungen überleben kann (siehe Abb. 1). Der begrenzende Faktor ist deshalb das Vorkommen des Vektors. In Hinsicht auf die Haplotypen, deren Vektor *B. cockerelli* ist, könnte es eine Begrenzung auf milderes Klima geben, das für die Etablierung dieses Blattfloh benötigt wird (EPPO, 2012).

Unter Berücksichtigung der Ausbreitung von *B. cockerelli* in Nord- und Südamerika und in Neuseeland wird vermutet, dass eine permanente Etablierung von *B. cockerelli* im Freiland in Süd- und Mitteleuropa möglich wäre, sowie in nördlichen Gebieten mit milden Wintern, wo die klimatischen Bedingungen vergleichbar mit denen in Neuseeland sind. Eine Etablierung im Osten von Polen und weiter nördlich ist unwahrscheinlich, aber vorübergehende Populationen könnten möglich sein (EPPO, 2012).

Außerdem würden Gewächshäuser in der gesamten EU, wo Solanaceen-Pflanzen angezogen werden, gute Bedingungen für die Etablierung von *B. cockerelli* bieten.

Ausbreitungsfähigkeit

Natürliche Ausbreitung

Die natürliche Ausbreitung von Lso hängt von der Ausbreitung seiner Vektoren ab. Eine sehr schnelle Ausbreitung ist zu erwarten, falls ein Vektor vorhanden ist oder zusammen mit dem Bakterium eingeschleppt wird. In Neuseeland wurde festgestellt, dass Lso sich innerhalb von vier Jahren nach Einschleppung des Vektors über mehr als 1000 km ausgebreitet hat, sowohl durch natürliche Ausbreitung als auch durch menschliches Zutun (Teulon et al., 2009). In Nordamerika wurde *B. cockerelli* in Migrationsphasen durch den Wind über weite Entfernungen verbreitet (Abdullah, 2008).

Ausbreitung durch menschliches Zutun

Pitman et al. (2011) entdeckten die Übertragung von Lso durch Kartoffelknollen. Munyaneza et al. (2011) schlossen jedoch aus ihren Untersuchungen auf ein geringes Risiko einer Übertragung von Lso durch Knollen. Nur wenige Knollen übertragen das Bakterium. Die Kartoffelpflanzen, die aus diesen Knollen hervorgehen, sind schwach und sterben schnell ab (EPPO, 2013a). Deshalb ist die Bedeutung von Kartoffelknollen und Kartoffelerzeugung für die Verbreitung von Lso A, B und F wahrscheinlich begrenzt.

Das Risiko, dass eine Etablierung von Lso über infiziertes Möhrensaatgut stattfindet, ist nicht bewiesen (FERA, online). Verschiedene Versuche zur Übertragung bei Möhren und anderen Apiaceae durch Saatgut wurden durchgeführt, jedoch konnten die Ergebnisse von Bertolini et al. (2014), die eine Übertragung durch Saatgut unterstützen, in jüngeren Versuchen nicht bestätigt werden (z. B. Loiseau et al., 2017a,b; Oishi et al., 2017; Mawassi et al., 2018).

Lso könnte durch Beförderung von und Handel mit befallenen Pflanzen zum Anpflanzen (insbesondere Tomatenpflanzen und Kartoffelknollen) oder durch Pfropfen von jungen Tomaten- oder Paprikapflanzen verbreitet werden (Crosslin et al., 2010; Crosslin und Munyaneza, 2009). Neue Befallsherde, insbesondere für Solanaceen-Arten, werden sich jedoch erst etablieren, wenn ein Vektor an Solanaceen-Kulturen in den neuen Gebieten vorkommt (EPPO, 2012).

Vektoren könnten durch den Handel mit Wirtspflanzen zum Anpflanzen oder Früchten von Solanaceen verbreitet werden, die noch grüne Teile haben (z. B. Rispentomaten). Die Verbringung mit Gegenständen wie Kleidung kann wohl zu lokaler Verbreitung führen. Adulte Blattflöhe können nur für einen kurzen Zeitraum von ein paar Tagen ohne Nahrungsaufnahme aktiv bleiben. In Neuseeland wurde Verbreitung über infiziertes Material von Wirtspflanzen und Gegenstände (z. B. Kleidung) vermutet (Teulon et al., 2009; EPPO, 2012).

Zusammengefasst stellt der Transport von Wirtspflanzen zum Anpflanzen, einschließlich Kartoffelknollen und Setzlingen von Tomate und Paprika, einen Übertragungsweg für die Einschleppung in die EU und einen Mechanismus der Ausbreitung von Lso A, B und F Haplotypen innerhalb der EU dar. Sollten außerdem infizierte *B. cockerelli* in die EU eingeschleppt werden, würde der Blattfloh die Lso-Haplotypen A, B oder (vermutlich) F über den Handel mit Wirtspflanzen, an denen der Blattfloh vorhanden ist, oder durch Winddrift verbreiten.

Identifizierung von Risikofaktoren

Die Identifikation der Risikofaktoren und die Abschätzung des relativen Risikos sind für die Durchführung einer risikobasierten Erhebung wesentlich. Sie muss auf die Situation jeden Mitgliedstaates zugeschnitten sein.

Ein Risikofaktor ist ein biotischer oder abiotischer Faktor, der die Wahrscheinlichkeit eines Befalls mit dem Schadorganismus in dem betrachteten Gebiet erhöht. Die für die Überwachung relevanten Risikofaktoren sind diejenigen, die mehr als eine Risikoebene für die Zielpopulation haben. Die Risikofaktoren, die für die Erhebungen betrachtet werden, müssen durch ihr relatives Risiko und das Verhältnis der Gesamt-Pflanzenpopulation gekennzeichnet sein, für die sie angewendet werden. Für die Ausweisung der Risikogebiete, die vorrangig überwacht werden sollen, ist es notwendig, zuerst

die Risikotätigkeiten zu identifizieren, die zur Einschleppung oder Verbreitung von Lso beitragen könnten. Diese Tätigkeiten müssen dann mit spezifischen Orten, sogenannten "Risiko-Orten", in Verbindung gebracht werden. Durch Berücksichtigung der Ausbreitungskapazität des Schadorganismus und der Verfügbarkeit von Wirtspflanzen um diese Orte herum, können Risikogebiete bestimmt werden.

Die Einfuhr von Kartoffelknollen aus Ländern, in denen Lso A, B oder F vorkommt, ist gemäß Richtlinie des Rates 2000/29/EG Anhang III verboten. Aus diesem Grund wird die Einfuhr von Kartoffeln nicht als eine Risikotätigkeit angesehen.

Die Einfuhr von Pflanzen zum Anpflanzen von Tomate, Paprika und Aubergine aus Gebieten, in denen das Bakterium Lso A, B, F und/oder ihr Vektor *B. cockerelli* auftreten, kann als eine Risikotätigkeit angesehen werden. Die unbeabsichtigte Einschleppung des geregelten Blattflohs *B. cockerelli* kann nicht ausgeschlossen werden, da diese Blattflöhe sehr kleine Insekten sind, die übersehen werden können. Die Baumschulen, Gartencenter und anderen Grundstücke, wo solche Pflanzen zum Anpflanzen gehandelt, gelagert oder weitergegeben werden, können als die Risiko-Orte definiert werden. Die Baumschulen selbst sind schon Gegenstand der regelmäßigen amtlichen Untersuchungen, die durch die Mitgliedstaaten der EU durchgeführt werden (Richtlinie des Rates 2000/29/EG, Artikel 6, Absatz 5). Dies ist insbesondere der Fall bei Baumschulen, die Pflanzenmaterial von Wirtspflanzen einführen. Die Risikogebiete können anhand der Solanaceen-Kulturen bestimmt werden, die an diese Orte angrenzen.

Für *B. cockerelli* schlägt EPPO (2017) auch vor, dass Grundstücke, wo Wirtsfrüchte aus Ländern, in denen der Schadorganismus bekanntermaßen vorkommt, eingeführt oder verpackt werden, als Risiko-Ort angesehen werden. In diesen Fällen können die Risikogebiete auch anhand der Solanaceen-Kulturen bestimmt werden, die an diese Orte angrenzen.

Für die Schätzung des relativen Risikos entsprechend der Risikogebiete, können die Beanstandungsangaben zu Lso A, B und F und ihres Vektors berücksichtigt werden bezüglich:

- Ursprung der Beanstandungen
- Beanstandete Warenarten
- Handelsumfang der Warenart
- Bestimmungsort der beanstandeten Warenarten.

Außerdem sollte die Bedeutung der Solanaceen-Kulturen, die in den Risikogebieten angebaut werden, bezüglich der Anzahl der Anbauer solcher Kulturen, der Gewächshäuser oder der Größe (Hektar) berücksichtigt werden.

Nachweis und Identifikation

Visuelle Untersuchung

Der Nachweis von Lso muss an symptomatischen Pflanzen durchgeführt werden. Er kann auch an asymptomatischen Pflanzen (Blätter und Stängel) durchgeführt werden. Der Nachweis an asymptomatischen Kartoffelknollen ist jedoch weniger verlässlich und wird nicht empfohlen, während Knollen mit erkennbaren Symptomen für Zebra Chip einen verlässlichen Nachweis ergeben (FAO, 2017).

Symptome

Durch Lso hervorgerufene Symptome

Abb. 4 zeigt die Symptome von Lso auf Solanaceen-Arten. Die nachstehend beschriebenen Symptome werden zitiert aus Munyaneza (2012), EPPO (2013a, mit Verweis auf andere Publikationen), Haapalainen (2014), Teresani et al. (2014) und FAO (2017).

An Kartoffelpflanzen

Symptome von Lso an Kartoffelpflanzen werden als ähnlich denen durch Vergilbung der Astern (Phytoplasma aster yellows) und ‚psyllid yellows‘ (durch Blattflöhe verursachte Vergilbung) beschrieben (EPPO, 2013b, siehe auch unten), was es erschwert, die durch Lso hervorgerufenen Symptome von denen des Blattflohs zu unterscheiden, einschließlich Chlorose, zickzackförmigen Stängeln, Besenwuchs von Achselknospen, geschwollenen Knoten, Stängelgliedern, die kürzer sind als normalerweise, oberirdischen Knollen, vaskulärer Verfärbung, Blattnekrose, Welken der Pflanzen.

An Kartoffelknollen

Im Boden zeigen sich Symptome in Form von kleineren und geringerer Anzahl von Knollen und kurzen Stolonen. Außerdem können die Knollen verformt sein, eine raue Schale und verkürzte Dormanz aufweisen, was zu vorzeitiger Keimung führt. Die Keime sind dünn, haarig und sehr schwach. Diese Knollen können nicht für das Anpflanzen genutzt werden. Es gibt eine braune Verfärbung des vaskulären Rings mit nekrotischen Sprengseln im inneren Gewebe und Streifenbildung des Markstrahlengewebes. Diese Symptome werden vor allem an frittierten Kartoffeln festgestellt, daher der Name ‚Zebra Chip‘ für diese Krankheit an Kartoffeln.

An Pflanzen von Solanaceen (oberirdisch) allgemein, einschließlich Pflanzen von Paprika und Tomate

In Allgemeinen variieren Symptome an Solanaceen in der Ausprägung und werden durch die Wirtsorte, Temperatur und Wachstumsbedingungen beeinflusst – sie können schwach sein und sind nicht sehr charakteristisch. Die Pflanzen können auch asymptomatisch bleiben. Die Symptome können Wachstumsstörung, Aufwärtswachsen von jungen Blättern, Chlorose, Violettfärbung der Blätter mit Vertiefungen an der Stängelbasis (*basal cupping*), Blattrollen, Blattkräuselung, verlängerte Stängelknoten, Axillärzweige oder oberirdische Knollen, Blattbrand, Störung der Fruchtbildung und Erzeugen einer Vielzahl von kleinen, missgebildeten Früchten von geringer Qualität beinhalten.



Abb. 4: Symptome von Lso an Solanaceen-Arten: a) an einer Kartoffelpflanze; b) an Kartoffelknollen (links: roh, rechts: frittiert); c) an einer Paprikapflanze; d) an einer Tabakpflanze und e) an einer Tomatenpflanze (Quelle: Joseph Munyaneza, USDA)

Durch *B. cockerelli* hervorgerufene Symptome

An den oberirdischen Pflanzenteilen von Kartoffeln und Tomaten kann *B. cockerelli* Folgendes verursachen: charakteristisches Aufwärtswachsen von jungen Blättern, verlangsamtes Wachstum, Chlorose, Violettfröbung und Vertiefungen an der Stängelbasis, Blattrollen, kürzere und dickere Endknoten, welche Rosetten verursachen, vergrößerte Knoten, Achselzweige oder oberirdische Kartoffelknollen, Erzeugung von gar keinen oder zahlreichen kleinen Früchten von schlechter Qualität. Im Boden kann der Blattfloh eine große Anzahl von sehr kleinen missgebildeten Kartoffelknollen oder Kettenknollen und ein verfrühtes Beenden der Dormanz von Knollen verursachen (List, 1939; Pletsch, 1947; Daniels, 1954; Wallis, 1955).

Die Symptome an Tomaten werden ‚psyllid yellows‘ (durch Blattflöhe verursachte Vergilbung) genannt (EPPO 2013a), selbst wenn diese nicht durch *B. cockerelli* hervorgerufen werden, weil die Symptome denen ähneln, die durch ein Toxin hervorgerufen werden, wenn die Nymphenstadien der Blattflöhe an den Pflanzen fressen (EPPO, 2013b). Dies beinhaltet stacheligen, chlorotischen Spitzenwuchs, Blattflecken, Verdrehung von mittleren Blattadern, Verkümmern der Pflanzen und Verformung der Früchte bei manchen Sorten.

Morphologische Identifikation des Vektors

Die Adulten sind ungefähr 2,5–2,75 mm lang, mit zwei Paar durchsichtiger Flügel. Die Vorderflügel sind wesentlich größer als die Hinterflügel. Die Fühler haben ungefähr die Länge des Thorax. Beim Schlupf sind die Adulten hellgrün. Innerhalb von 2–3 Tagen werden sie dunkelgrün oder braun, später grau oder schwarz. Kopf und Thorax sind weiß oder gelb. Charakteristisch für *B. cockerelli* ist, dass das erste Abdominalsegment ein breites querlaufendes weißes Band und das letzte Abdominalsegment eine weiße Zeichnung in Form eines umgedrehten V aufweist (Pletsch, 1947; Wallis, 1955) (Abb. 5).

Von oben gesehen sind Nymphen elliptisch und im Profil sehr flach, Schildlaus-ähnlich. Sie können mit den Nymphen von weißen Fliegen verwechselt werden, aber die Blattflöhe bewegen sich, wenn sie gestört werden. Die fünf Nymphenstadien sind morphologisch sehr ähnlich, aber unterscheiden sich in der Größe, sie sind 0,23 bis 1,60 mm lang. Anfangs sind die Nymphen orange, später gelblich-grün und dann grün. Die auffallenden Facettenaugen sind rötlich. Flügelpäckchen zeigen sich ab dem dritten Stadium und werden mit jeder weiteren Häutung ausgeprägter. Entlang der seitlichen Ränder des Körpers gibt es einen kurzen Rand von Wachsfilamenten (EPPO, 2017, Zitat) (Abb. 5, 6 und 7).

Bactericera cockerelli (und andere Blattfloh-Vektoren von Lso) können mithilfe von Identifikationschlüsseln von Ossiannilsson (1992) und Carnegie et al. (2017) morphologisch identifiziert werden. Letzterer umfasst Illustrationen und Fotos und ist online verfügbar.

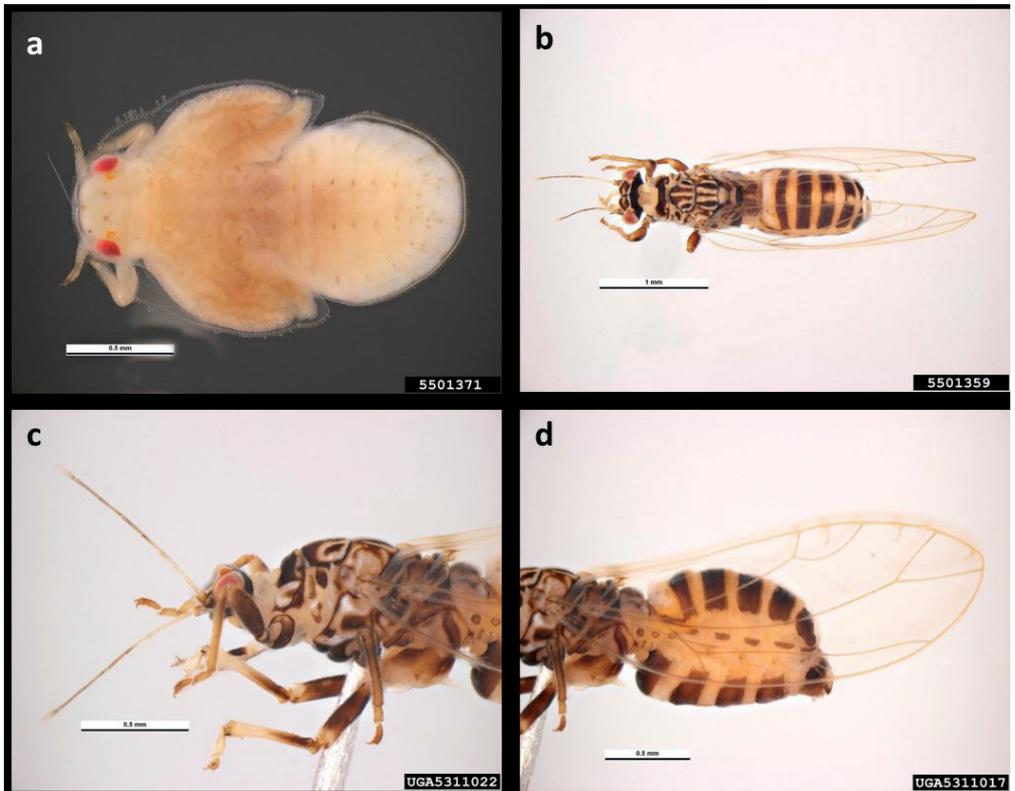


Abb. 5: Kartoffel/Tomatenblattfloh (*Bactericera cockerelli*). a) dorsale Ansicht einer Nymphe; b) dorsale Ansicht eines Adulten; c) Seitenansicht eines Adulten und d) laterale Ansicht eines Adulten (Fotos: Pests and Diseases Image Library, Bugwood.org)



Abb. 6: Nymphe des Kartoffelblattfloh (*Bactericera cockerelli*) an einer Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.)
Foto: Eugene E. Nelson, Bugwood.org)



Abb. 7: Dorsale Ansicht von Nymphe und frisch geschlüpfter adulter Kartoffelblattfloh (*Bactericera cockerelli*)
(Foto: Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org)

Probenahme

Probenahme von Pflanzenmaterial

Die Verteilung von Lso in Pflanzenteilen kann heterogen sein, das hängt von der Pflanzenart ab und dementsprechend ist eine sachgemäße Probenahme erforderlich, um den Nachweis zu verbessern (FAO, 2017).

Drei bis fünf Blätter und/oder Stängel von symptomatischen Teilen der Pflanze sollten gesammelt werden. Unterirdische Pflanzenteile wie Knollen, Wurzeln und Stolonen können auch zum Nachweis von Lso genutzt werden (siehe Kommentar in Abschnitt „Visuelle Untersuchung“) (FAO, 2017).

Kartoffelknollen, die eindeutige Symptome für Zebra Chip zeigen, müssen einzeln getestet werden. Die Knolle wird aufgeschnitten und symptomatisches Gewebe von dem Gefäßbündelring und dem Nabelende wird beprobt (FAO, 2017).

Vor der Extraktion werden Teilproben von dem gesamten Pflanzenmaterial genommen, so dass das genutzte Material so viel vaskuläres Gewebe wie möglich enthält (z. B. Blattstiele, Mittelrippe des Blattes, Kambium und Nabelende oder Gefäßbündelring von Kartoffelknollen) (FAO, 2017).

Probenahme bei Vektoren

Zu Beginn der Saison ist die Abundanz der Blattflöhe am Feldrand höher als im Inneren von Feldern, aber im Verlauf der Saison verteilen sie sich gleichmäßiger über das Feld (Rondon et al., 2017). Für geschützte Kulturen können Fallen auch in der Nähe von potentiellen Stellen für das Eindringen von Schadorganismen positioniert werden (EPPO, 2017).

*Sammeln von adulten *B. cockerelli**

Adulte von *B. cockerelli* können mit der Hand von symptomatischen oder asymptomatischen Pflanzen gesammelt werden. Für die Probenahme von Eiern und Nymphen ist eine visuelle Untersuchung der Blätter erforderlich (EPPO, 2017).

*Fallenfang von adulten *B. cockerelli**

Die wirksamste Art, adulte *B. cockerelli* zu beproben, ist mit gelben Klebefallen oder Gelbfallen mit Wasser. Etwas tiefer angebrachte Fallen (z. B. knapp unter dem Pflanzendach) scheinen bessere Ergebnisse zu bringen (EPPO, 2017). Im Zuge der wachsenden Kultur müssen sie weiter oben angebracht werden und sollten wöchentlich umgehängt werden. Außerdem kann ein effektives Monitoring für *B. cockerelli* mithilfe eines umgedrehten Laubgebläses oder Klebtafeln durchgeführt werden, ist aber arbeitsintensiver. Ein Monitoring kann auch Kulturen von Nicht-Wirtspflanzen umfassen, wenn Durchwuchs-Kartoffeln vorhanden sind (Klein und Rondon, 2019).

Hodge et al. (2019) bestätigten die Effektivität von Gelbfallen mit Klebstoff auch für das Monitoring für *B. cockerelli* bei Tomaten im Gewächshaus. Sie geben an, dass die Einheitlichkeit beim Fallenfang verbessert werden könnte, indem die Fallen in der gleichen Höhe platziert und mit ultraviolettem Licht beleuchtet werden und die Auswertung auf die Mitte der Fallen beschränkt wird.

Siehe auch Horton et al. (2019) zur Entwicklung einer neuartigen Insektenfalle, die mittels dreidimensionaler Drucktechnologie hergestellt wird.

Labortests und Identifikation von Schadorganismen

Testen von Pflanzenmaterial

Die FAO (2017) stellt Diagnoseprotokolle zur Verfügung, die für alle Arten von Wirtspflanzen geeignet sind, und beschreibt verschiedene molekulare Methoden für die Identifikation von Lso (PCRs). Es wird darauf hingewiesen, dass EPPO derzeit ein detailliertes Diagnoseprotokoll für dieses Bakterium und seine Blattfloh-Vektoren erstellt.

Zwei Echtzeit PCR Tests werden für den Nachweis von Lso in Pflanzenmaterial oder in Vektoren empfohlen (Li et al., 2009 und Teresani et al., 2014).

Der Haplotyp kann durch Amplifikation und Sequenzierung von drei Genomregionen bestimmt werden. Die Tests von Li et al. (2009) konzentrieren sich auf die 16S rRNA Genregion, Ravindran et al. (2011) auf die intergenische 16 – 23S rRNA Spacerregion und Munyaneza et al. (2009) auf eine Region der rplL-rplJ Genregion (50S rRNA). Fragmente dieser drei PCRs müssen sequenziert werden, um die Art und den Haplotyp des Bakteriums in verdächtigen Proben zu bestimmen. Diese PCRs können auch als Screening Tests bei symptomatischem Material genutzt werden. Es ist auf alle Fälle anzumerken, dass wegen der besseren analytischen Empfindlichkeit eine Echtzeit PCR empfohlen wird.

Die Mindestanforderung für die Identifikation von Lso ist ein positives Ergebnis eines PCR Tests. Für kritische Fälle wird eine Bestätigung empfohlen, nachdem Lso durch einen Schnell-Screening Test nachgewiesen wurde. Eine zweite PCR muss ausgeführt werden. Bei einer konventionellen Endpunkt-PCR muss das Ergebnis sequenziert werden. Damit die Sequenz als die gleiche Art wie Lso gilt, muss eine $\geq 98\%$ ige Identität mit der Sequenz des Referenzisolates bestehen (GenBank Zugangsnummer EU834130).

Laut Levy et al. (2011) kann Lso mit molekularen Methoden unentdeckt bleiben, falls Pflanzen innerhalb der ersten drei Wochen nach der Nahrungsaufnahme durch infizierte Vektoren getestet werden.

Testen von Vektoren

Lso kann in *B. cockerelli* durch konventionelle und Real-Time PCR verlässlich nachgewiesen werden, die für Pflanzenmaterial empfohlen werden. Crosslin et al. (2011) empfehlen für Tests, 30 adulte Blattflöhe die im Labor aufgezogen wurden, zusammen zu testen, während EPPO (2017) angibt, dass die Menge auf 10 Blattflöhe begrenzt sein sollte, falls die Proben im Feld entweder durch Klebfallen oder Einsammeln per Hand genommen wurden (EPPO, 2017).

Schlüsselemente für das Erhebungsdesign

Auf Grundlage der Analyse der Informationen zu dem Schadorganismus-Wirtspflanze-System müssen die verschiedenen Einheiten, die zur Planung der Erhebung nötig sind, definiert und auf die Situation in jedem Mitgliedstaat zugeschnitten werden. Die Größe der definierten Zielpopulation und ihrer Struktur in der Anzahl von epidemiologischen Einheiten muss bekannt sein. Wenn mehrere Schadorganismen in der gleichen Kultur erhoben werden müssen, wird empfohlen, die gleichen epidemiologischen und Untersuchungseinheiten für jeden Schadorganismus zu nutzen, um das Erhebungsprogramm größtmöglich zu optimieren. Das würde Inspektionen im Feld verbessern, da sie pro Besuch der Kultur und nicht bezogen auf den Schadorganismus organisiert werden. Tab. 2 zeigt Beispiele dieser Definitionen.

Tab. 2: Beispiele für Definitionen der Zielpopulation, epidemiologischen Einheit und Inspektionseinheit für eine Erhebung von *Candidatus Liberibacter solanacearum* an Solanaceen-Arten

	Definition	Einheit
Zielpopulation	Gesamtzahl von Kartoffelpartien, Feldern, Hektar oder Gewächshäusern in einem Mitgliedstaat mit Solanaceen-Arten	Eine Partie Kartoffeln oder ein Feld oder ein Hektar oder ein Gewächshaus
Epidemiologische Einheiten	Partien oder Hektar oder Gewächshäuser in einem Mitgliedstaat mit mindestens einer Wirtspflanze	Eine Partie Kartoffeln oder ein Feld oder ein Hektar oder ein Gewächshaus
Inspektionseinheiten (Wirt)	Pflanzen von Solanaceen, Blätter von Pflanzen von Solanaceen	Anzahl von Pflanzen oder Blättern
Inspektionseinheiten (Vektor)	Einzelne Pflanzen, die für das Sammeln von Hand oder Fallen genutzt erden	Anzahl von Pflanzen oder Fallen

Die allgemeinen Leitlinien für die risikobasierte statistisch begründete Überwachung werden in einem separaten Dokument vorgestellt und beschreiben Schritt für Schritt den Prozess für das Erhebungsdesign und umfassen:

1/ die Wahl der Erhebungsart, die abhängig von der Zielsetzung der Erhebung entwickelt werden muss

2/ ein Handbuch, um Nutzer durch die statistischen Bestandteile für die Kalkulation für die Probengröße zu leiten

3/ Grundsätzliche Erwägungen zu:

- Auswahl der Beprobungsorte und Probenahme
- Datenaufzeichnung
- Berichten von Daten und Erhebungsergebnissen

Literatur

- Abdullah NM, 2008. Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research*, 3, 1, 060-067.
- Alfaro-Fernández A, Hernández-Llopis D and Font MI, 2017. Haplotypen of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' identified in umbelliferous crops in Spanien. *European Journal of Plant Pathology*, 149, 1, 127-131. doi:10.1007/s10658-017-1172-2
- Antolinez CA, Fereres A and Moreno A, 2017. Risk assessment of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. *Scientific Reports*, 7, 45534. doi: 10.1038/srep45534
- Bertolini E, Felipe RTA, Sauer AV, Lopes SA, Arilla A, Vidal E, Mourão Filho FAA, Nunes WMC, Bové JM, López MM and Cambra M, 2014. Tissue-print and squash real-time polymerase chain reaction for direct detection of '*Candidatus Liberibacter*' species in citrus plants and psyllid vectors. *Plant Pathology*, 63, 1149-1158.
- Bertolini E, GR Teresani, M Loiseau, FAO Tanaka, S Barbé, C Martínez, P Gentit, MM López and Cambra M, 2015. Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathology*, 64, 2, 276-285.
- Biosecurity Australien, 2009. Final pest risk analysis report for "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in fresh fruit, potato tubers, nursery stock and its vector the tomato-potato psyllid. Biosecurity Australien, Canberra. 110 pp.
- Carnegie M, Greenslade A and Ouvard D, 2017. A Simple Key to the Potential Vectors of CaLsol. Pest Organisms Threatening Europe. Online erhältlich: www.ponteproject.eu/factsheets-calsol/simple-key-potential-vectors-calsol [Aufgerufen: 16 April 2019].
- Crosslin JM and Munyaneza JE, 2009. Evidence that the zebra chip disease and the putative causal agent can be maintained in potatoes by grafting and in vitro. *American Journal of Potato Research*, 86, 3, 183-187.
- Crosslin JM, Munyaneza JE, Brown JK and Liefiting LW, 2010. Potato zebra chip disease: A phytopathological tale. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2010-0317-01-RV.
- Crosslin JM, Lin H and Munyaneza JE, 2011. Detection of '*Candidatus Liberibacter Solanacearum*' in the potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) 1, by conventional and real-time PCR. *Southwestern Entomologist*, 36, 2, 125-136.
- Daniels LB, 1954. The nature of the toxicogenic condition resulting from the feeding of the tomato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), PhD Dissertation, University of Minnesota.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2018. Technical report of the methodology and work-plan for developing plant pest survey guidelines. EFSA supporting publication 2018: EN-1399. 36 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2018.EN-1399
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2012. Report of a Pest Risk Analysis for *Candidatus Liberibacter solanacearum* in Solanaceae and its vector *Bactericera cockerelli*. 12-18190 (12-17834, 12-17593, 12-17485).
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2013a. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. EPPO bulletin 43(2): 197-201. doi: 10.1111/epp.12043.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2013b. *Bactericera cockerelli*. EPPO Bulletin 43(2): 202-208.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2017. PM 9/25 (1) *Bactericera cockerelli* and '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. EPPO Bulletin 47(3):513-523. doi: 10.1111/epp.12442.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), online. EPPO Global Database. Online erhältlich: <https://gd.eppo.int/> [Aufgerufen: 2. November 2018].

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2016. Plant Pest Surveillance: A guide to understand the principal requirements of surveillance programmes for national plant protection organizations. Version 1.1. FAO, Rome, Italien. Online erhältlich: <https://www.ippc.int> [Aufgerufen: 10. Dezember 2018].
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2017. ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests Annex 21 - DP 21: '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. FAO, Rome, Italien. Online erhältlich: <https://www.ippc.int> [Aufgerufen: 14. Februar 2019]
- FERA (The Food and Environment Research Agency, UK), online. Rapid Pest Risk Analysis for *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Online erhältlich: <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternal-Pra.cfm?id=3822> [Aufgerufen: 15. April 2019].
- Haapalainen M, 2014. Biology and epidemics of *Candidatus Liberibacter* species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. *Annals of applied biology*, 165, 2, 172-198. doi: 10.1111/aab.12149.
- Haapalainen M, Latvala S, Rastas M, Wang J, Hannukkala A, Pirhonen M and Nissinen AI, 2018a. Carrot Pathogen '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' Haplotyp C Detected in Symptomless Potato Plants in Finland. *Potato Research*, 61, 1, 31-50. doi: 10.1007/s11540-017-9350-3
- Haapalainen M, Wang J, Latvala S, Lehtonen MT, Pirhonen M and Nissinen AI, 2018b. Genetic Variation of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' Haplotyp C and Identification of a Novel Haplotyp from *Trioza urticae* and Stinging Nettle. *Phytopathology*, 108, 8, 925-934. doi: 10.1094/PHYTO-12-17-0410-R.
- Hajri A, Loiseau M, Cousseau-Suhard P, Renaudin I and Gentit P, 2017. Genetic characterization of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' Haplotypen associated with apiaceous crops in Frankreich. *Plant Disease*, 101, 8, 1383-1390. doi:10.1094/PDIS-11-16-1686-RE
- Hansen AK, Trumble JT, Stouthamer R and Paine TD, 2008. A new huanglongbing species, '*Candidatus Liberibacter psyllaerous*,' found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 18, 5862-5865.
- Hodge S, Bennett J, Merfield CN and Hofmann RW, 2019. Effects of sticky trap colour, UV illumination and within-trap variation on tomato potato psyllid captures in glasshouses. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 47, 1, 48-62.
- Horton D, Miliczky E, Lewis T, Wohleb C, Waters T, Dickens A, Halbert SE, Ramadugu C and Jensen A, 2019. Building a better Psylloidea (Hemiptera) trap? A field-look at a prototype trap constructed using three-dimensional printer technology. *The Canadian Entomologist*, 151, 1, 115-129. doi:10.4039/tce.2018.59
- Klein ML and Rondon SI, 2019. Captures of *Bactericera cockerelli* (Sulc)(Hemiptera: Triozidae) Adults Affected by the Presence of Volunteer Potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *American Journal of Potato Research*, 1-9.
- Kristoffersen L and Anderbrant O, 2007. Carrot psyllid (*Trioza apicalis*) winter habitats—insights in shelter plant preference and migratory capacity. *Journal of Applied Entomology*, 131, 3, 174-178.
- Levy J, Ravindran A, Gross D, Tamborindeguy C and Pierson E, 2011. Translocation of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*', the zebra chip pathogen, in potato and tomato. *Phytopathology*, 101, 1285-1291.
- Li W, Abad JA, French-Monar RD, Rascoe J, Wen A, Gudmestad NC, Secor GA, Lee IM, Duan Y and Levy L, 2009. Multiplex real-time PCR for detection, identification and quantification of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in potato plants with zebra chip. *Journal of Microbiological Methods* 78, 1, 59-65.
- List GM, 1939. The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch and nymphal development of *ParaTrioza cockerelli* (Sulc). *Journal of Economic Entomology*, 32, 30-36.
- Loiseau M, Renaudin I, Cousseau-Suhard P, Poliakov F and Gentit P, 2017a. Transmission tests of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' by carrot seeds. *Acta Horticulturae*, 1153, 41-46.
- Loiseau M, Renaudin I, Cousseau-Suhard P, Lucas PM, Forveille A and Gentit P, 2017b. Lack of evidence of vertical transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' by carrot seeds suggests that seed is not a major pathway for transmission. *Plant Disease*. doi:10.1094/PDIS-04-17-0531-RE.

- Mawassi M, Dror O, Bar-Joseph M, Piasezky A, Sjolund JM, Levitzky N, Shoshana N, Meslenin L, Haviv S, Porat C, Katsir L, Kontsedalov S, Ghanim M, Zelinger-Reichert E, Arnsdorf YM, Gera A and Bahar O, 2018. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' is Tightly Associated with Carrot Yellows Symptoms in Israel and Transmitted by the Prevalent Psyllid Vector *Bactericera trigonica*. *Phytopathology*, 108, 9, 1056-1066. doi: 10.1094/PHYTO-10-17-0348-R
- Monger WA and Jeffries CJ, 2017. A survey of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in historical seed from collections of carrot and related Apiaceae species. *European Journal of Plant Pathology* 150, 3, 803-815. doi: 10.1007/s10658-017-1322-6
- Munyaneza JE, Sengoda VG, Crossling JM, Rosa-Lozano G and Sanchez A, 2009. First report of '*Candidatus Liberibacter psyllaurosus*' in potato tubers with zebra chip disease in Mexico. *Plant Disease*, 93, 552.
- Munyaneza JE, Buchman J, Heilman BE, Sengoda-Gounder V and Henne D, 2011. Effects of zebra chip and potato psyllid on potato seed quality, pp. 37–40. In: Workneh F, Rashed A, and Rush CM (Eds.). *Proceedings of the 11th Annual Zebra Chip Reporting Session*. Dallas, TX (November 6–9, 2011).
- Munyaneza, 2012. *Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management*. *American Journal of Potato Research*, 1-22.
- NPPO (National Plant Protection Organization) Spanien, 2017. Detection of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in Cantabria. Online erhältlich: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/Candidatus_liberibacter_solanacearum/ [Aufgerufen: 15. Februar 2019].
- Oishi M, Hoshino S, Fujiwara Y, Ushiku S, Kobayashi Y and Namba I, 2017. A Comparison of Protocols to Detect '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' from Carrot Seeds. Research on the Effectiveness of Propidium Monoazide Treatment and Evaluation of Seed Transmission in Carrot. *Research bulletin of the plant protection service*, 53, 111-117. Online erhältlich: http://www.maff.go.jp/pps/j/guidance/r_bulletin/pdf/rb053_016.pdf [Aufgerufen: 15. Februar 2019].
- Ossiannilsson F, 1992. The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Dänemark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 26, Brill, Leiden, The Netherlands, 347 pp.
- Ouvrard D, 2019. Psyllist – The World Psylloidea Database. Online erhältlich: <http://www.hemiptera-databases.com/psyllist> [Aufgerufen: 21. Februar 2019] doi:10.5519/0029634
- Palomo JL, Bertolini E, Martín-Robles MJ, Teresani G, López MM, Cambra M, 2014. Detección en patata en España de un haplotipo de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' no descrito en solanáceas. Abstracts of XVII Congress of Spanish Phytopathological Society, pp. 125. Lleida, Spanien.
- Pletsch DJ, 1947. The potato psyllid *ParaTrioza cockerelli* (Sulc) its biology and control. *Montana Agricultural Experiment Station Bulletin*, 446, 95.
- Pitman AR, Drayton GM, Kraberger SJ, Genet RA and Scott IAW, 2011. Tuber transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology* 129, 3, 389-398.
- Ravindran A, Levy J, Pierson E and Gross DC, 2011. Development of primers for improved PCR detection of the potato zebra chip pathogen, '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. *Plant Disease*, 95, 1542-1546.
- Rondon SI, Schreiber A, Hamm PB, Olsen N, Wenninger E, Wohleb C, Waters T, Cooper W, Walenta D and Reitz SR, 2017. Potato psyllid vector of zebra chip disease in the Pacific Northwest. *Oregon State University Extension Service*.
- Swisher Grimm KD and Garczynski SF, 2019. Identification of a New Haplotype of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in *Solanum tuberosum*. *Plant Disease*. PDIS06180937RE. doi: 10.1094/PDIS-06-18-0937-RE
- Teresani GR, Bertolini E, Alfaro-Fernández A, Martínez C, Tanaka FA, Kitajima EW, Roselló M, Sanjuán S, Ferrándiz JC, López MM, Cambra M and Font MI, 2014. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a Vegetative Disorder of Celery in Spanien and Development of a Real-Time PCR Method for Its Detection. *Phytopathology*, 104, 8, 804-811.

- Teulon DAJ, Workman PJ, Thomas KL and Nielsen MC, 2009. *Bactericera cockerelli*: incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 62, 136-144.
- Wallis RL, 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. *USDA Technical Bulletin*, 1107.
- Wen A, Mallik I, Alvarado VY, Pasche JS, Wang X, Li W, Levy L, Lin H, Scholthof HB, Mirkov TE, Rush CM and Gudmestad NC, 2009. Detection, distribution, and genetic variability of '*Candidatus Liberibacter*' species associated with zebra complex disease of potato in North America. *Plant Disease*, 93, 1102-1115.
- Yang XB and Liu TX, 2009. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. *Environmental Entomology*, 38, 6, 1661-1667.

Das Julius Kühn-Institut ist eine Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

