

# Anfälligkeit der Kartoffel auf Nassfäule hervorgerufen durch *Dickeya* spp.

David Gerardin<sup>1</sup>, Jérémie Rouffiange<sup>2</sup>, Isabelle Kellenberger<sup>3</sup>, Santiago Schaerer<sup>3</sup> und Brice Dupuis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFR PEPS, Université de Haute Alsace, 68000 Colmar, Frankreich

<sup>2</sup>Institut Supérieur Industriel agronomique Huy-Gembloux, 4500 Huy, Belgien

<sup>3</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon, Schweiz

Auskünfte: Brice Dupuis, E-Mail: brice.dupuis@agroscope.admin.ch, Tel. +41 22 363 47 48

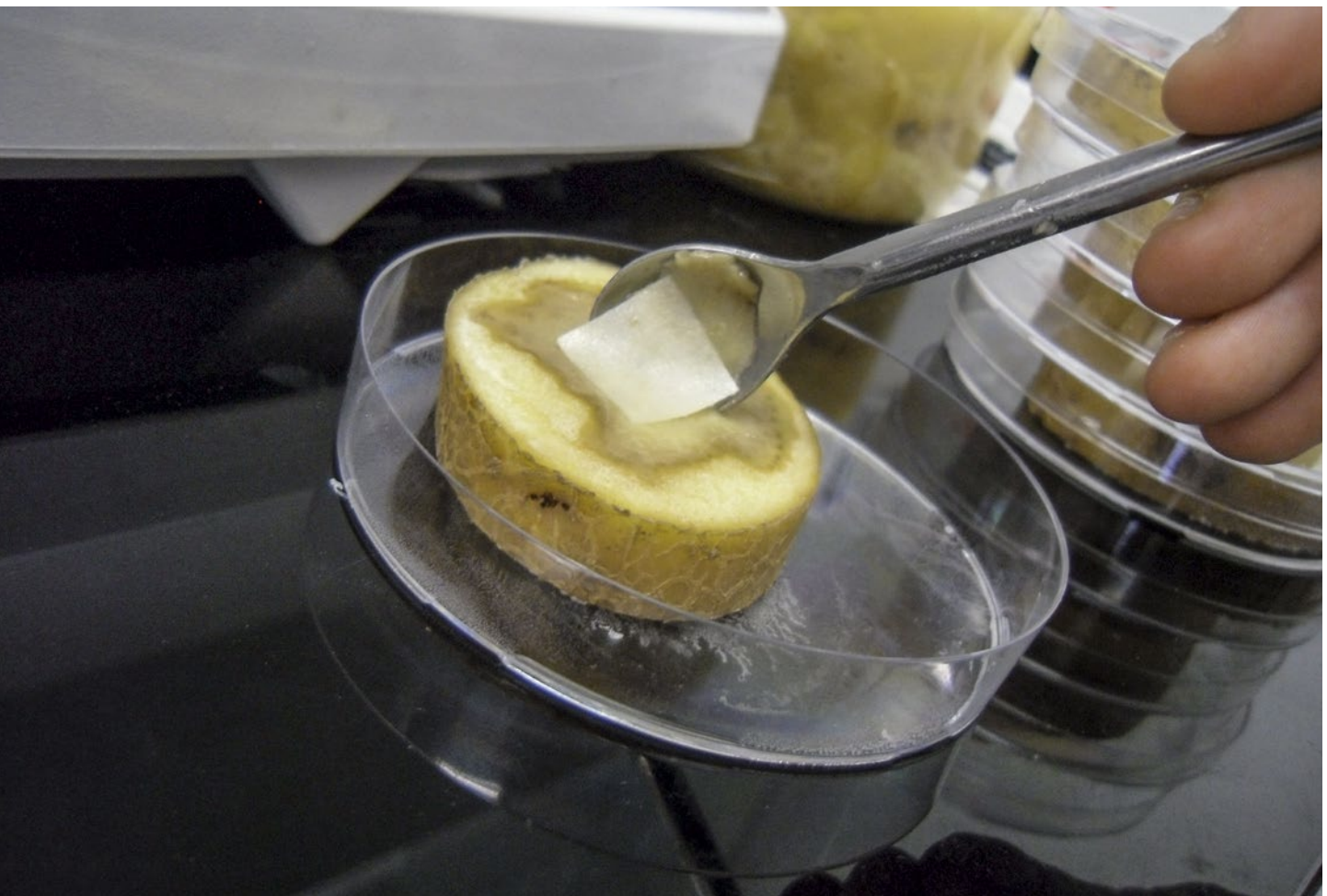


Abb. 1 | Entfernen des von der Nassfäule zerstörten Gewebes auf einer Kartoffelscheibe. (Photo: D. Gerardin)

## Einleitung

Bakterien der Gattung *Erwinia* können verschiedene Krankheiten der Kartoffel verursachen. Dazu zählen Fäulnisse des Stängels, welche Schwarzbeinigkeit genannt werden, und Fäulnisse der Knollen, die als Nassfäulen bezeichnet werden. Die Symptome der Schwarz-

beinigkeit reichen, in Abhängigkeit der klimatischen Bedingungen, von einer Nassfäule bis zu einer Trockenfäule der Stängel, während die Knollen im Feld und bei der Lagerung von Nassfäulen befallen werden (Helias, 2008). Jüngste taxonomische Arbeiten haben zu einer Neugestaltung der Nomenklatur der für diese Symptome verantwortlichen Pathogene geführt, die von nun

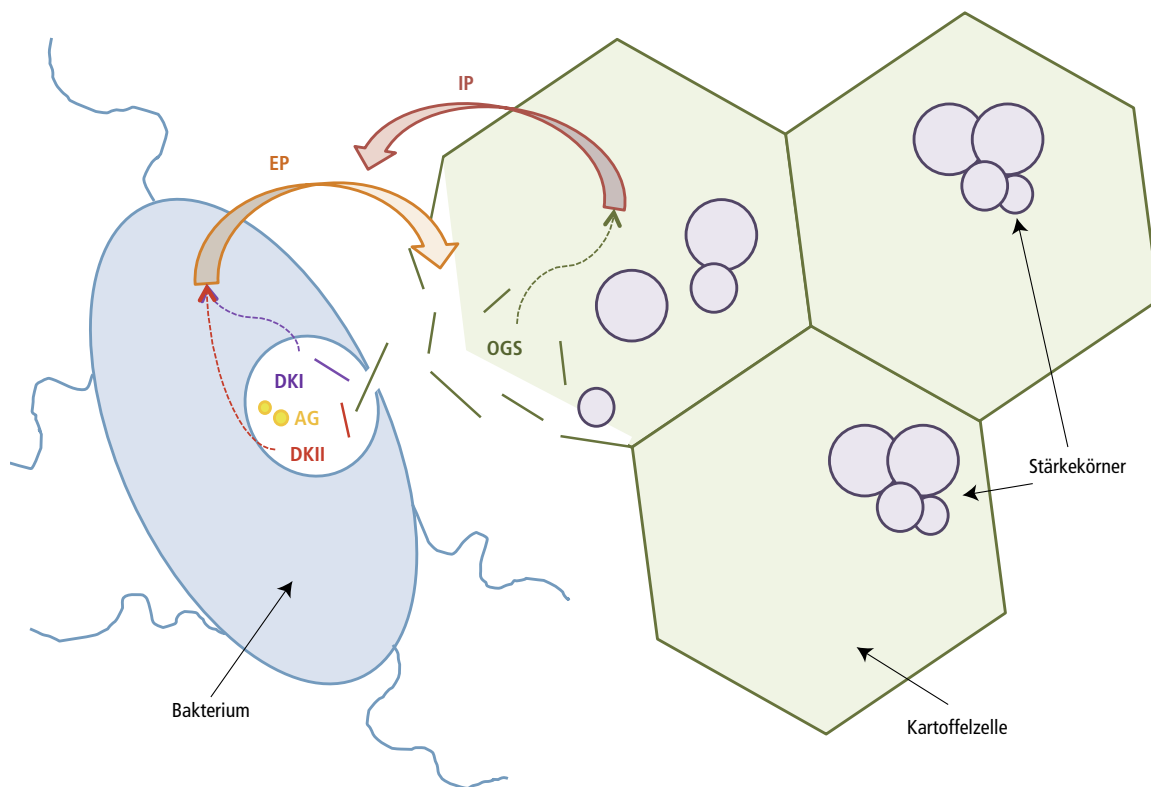
an zwei Gattungen angehören: *Pectobacterium*, früher *Erwinia carotovora*, und *Dickeya*, früher *Erwinia chrysanthemi* (Helias 2008). Von 1986 bis 2010 wurden in der Schweiz 718 Proben kranker Stängel und Knollen untersucht. Im Durchschnitt gehörten 66 % der Bakterien zur Gattung *Dickeya* und 34 % zu *Pectobacterium* (Cazelles et Schwaerzel 1992; Dupuis et al. 2010). Die *Dickeya*-Bakterien dringen durch die Lentizellen, die Stolonen oder durch Verletzungen in die Knollen ein. Infektionen können auch während der Lagerung auftreten, vor allem wenn eine kranke Knolle in Kontakt mit einer gesunden Knolle kommt (Rousselle et al. 1996). Die Bakterien können auch in der Knolle in einem latenten Zustand verharren und sich erst beim Eintreten günstiger Milieubedingungen vermehren (Hélias 2008). Weber et al. (1996) haben die Mechanismen, welche bei der Entwicklung von Nassfäulen auftreten, zu einem Gesamtbild zusammengefasst. Diese Mechanismen sind in Abbildung 2 dargestellt.

Zuerst bildet das Bakterium pektinolytische Enzyme (EP), vor allem Pektin abbauende Enzyme und Polygalakturonasen (McMillan et al. 1993), welche das polymerisierte Pektin der Kartoffelzellwände in einfache Bausteine zerlegen. Die Oligogalakturonate (OGS), welche bei dieser Entpolymerisierung entstehen, werden vom Bakterium absorbiert und mittels oligogalakturonischen Enzymen zu 5-Keto-4-Deoxyuronate (DKI), 2,5-Diketo-3-Deoxy-Gluconate (DKII) sowie Galacturonsäure (AG) abgebaut. Die DKI, DKII sowie weitere Produkte, die als Resultat des Zellwandabbaus entstehen, lösen eine Kettenreaktion aus, welche zu einer Zunahme der EP-Produktion führt und damit die Virulenz des Bakteriums erhöht (Yang et al. 1992). Die OGS, welche beim Abbau des Pektins durch die EP entstehen, lösen bei der Pflanze gegen diese Infektionen Resistenzmechanismen aus wie etwa die Erzeugung von Proteasen-Inhibitoren und anderen Phytoalexinen (Weber et al. 1996).

Einige Arbeiten haben Unterschiede bei der Sortenempfindlichkeit gegenüber der Schwarzbeinigkeit im Feld aufgezeigt (Allefs et al. 1996, Radtke & Rieckmann, 1991). Die Studie von Haynes et al. (1997) hat hingegen bei Kartoffelscheiben, die künstlich infiziert wurden, keine Unterschiede der Sortenempfindlichkeit gegenüber Nassfäulen nachgewiesen. In dieser Studie erweist es sich als schwierig zu bestimmen, ob fehlende Unterschiede in der Sortenempfindlichkeit auf die verwendete Methode zurück zu führen sind, oder ob die getesteten Sorten Atlantic, Norchip und Superior der gleichen Sensibilitätsgruppe angehören. In derselben Studie wurde die Virulenz von zwei Isolaten von *Pectobacterium* und einem Isolat von *Dickeya* bei denselben drei Sorten verglichen. Bei den überprüften Isolaten konnten

### Zusammenfassung

Die Nassfäule auf Kartoffelknollen wird hervorgerufen durch Bakterien der Arten *Pectobacterium* und *Dickeya*. Auf Grund der Untersuchung kranker Pflanzen wurden als häufigste Bakterienarten *Dickeya solani* und *Dickeya dianthicola* in Posten schweizerischer Kartoffelknollen bestimmt. Zur Ermittlung von Sortenunterschieden in Bezug auf die Empfindlichkeit gegenüber der Nassfäule wurden Labortests durchgeführt. Mit diesen Tests wurden auch Unterschiede in der Aggressivität der Isolate von *D. dianthicola* und *D. solani* ermittelt. Es wurden fünf Kartoffelsorten überprüft, wobei sich zeigte, dass Agria empfindlicher ist als Annabelle. Von den fünf getesteten *Dickeya*-Isolaten waren die drei Isolate von *D. solani* virulenter als die zwei Isolate von *D. dianthicola*. In dieser Arbeit werden mehrere Hypothesen diskutiert, welche diese Unterschiede erklären könnten. Die Resultate der vorliegenden Studie sollten eine Optimierung der Lagerung von Kartoffeln erlauben, wobei die Empfindlichkeit der Sorten und die Virulenz der vorhandenen Bakterienarten zu berücksichtigen sind. Damit sollte der Einfluss der Nassfäule auf die Kartoffeln während der Lagerung vermindert werden können.



**Abb. 2 |** Schematische Darstellung der einwirkenden Mechanismen beim Befall der Kartoffel durch *Dickeya* spp. Die hier verwendeten Abkürzungen sind im Text erläutert.

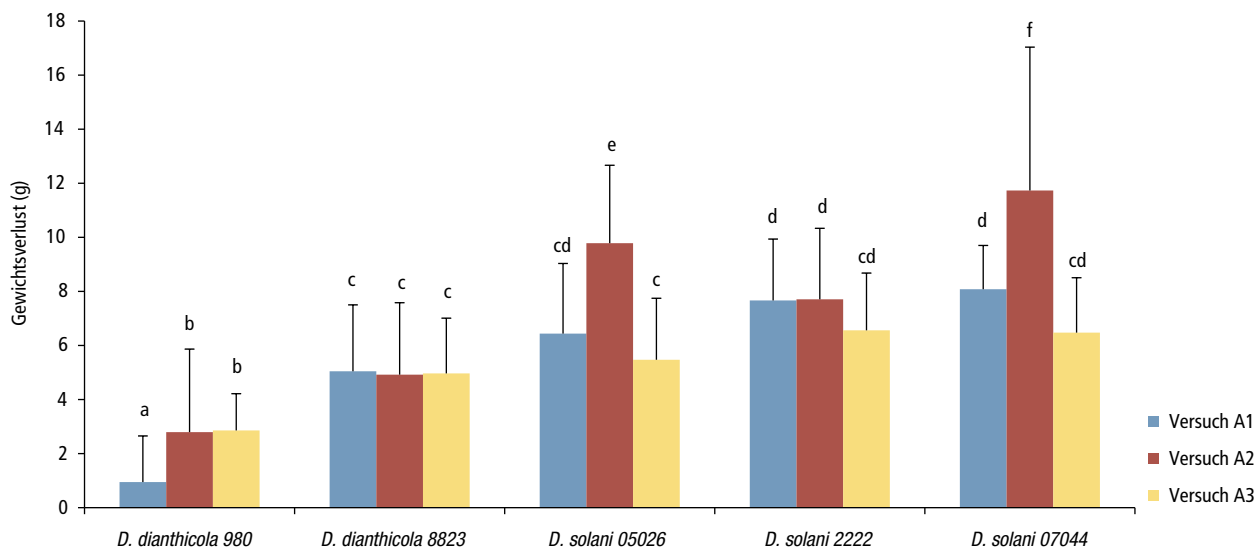
keinerlei signifikante Unterschiede in Bezug auf die Schnelligkeit der Nassfäulenentwicklung auf Kartoffelknollenscheiben beobachtet werden. Indessen ist die Art von *Dickeya*, die in diesem Test verwendet wurde, nicht bekannt. Es scheint daher angebracht, die Aggressivität der beiden Arten von *Dickeya*, die in der Schweiz vorkommen, nämlich *Dickeya dianthicola* und *Dickeya solani* (Dupuis et al., 2010) zu vergleichen. Um das Risiko der Entwicklung von Lagerfäulen besser zu erfassen, stellt sich die vorliegende Studie zwei Hauptfragen: a) Lassen sich Unterschiede in der Empfindlichkeit in Bezug auf die Fäulnis bei den wichtigsten Kartoffelsorten, die in der Schweiz angebaut werden, nachweisen? b) Lässt sich bestimmen, ob gewisse Isolate von *Dickeya*, die unterschiedlichen Arten angehören, virulenter sind als andere in Bezug auf die Entwicklung von Nassfäulen.

## Material und Methoden

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwei Versuche durchgeführt.

Im Versuch A wurde die Aggressivität von fünf Isolaten von *Dickeya* auf der Sorte Agria studiert. Für diesen Versuch wurden zwei Isolate von *D. dianthicola* und drei von *D. solani* ausgewählt, nämlich *D. dianthicola* 980, *D.*

*dianthicola* 8823, *D. solani* 07044, *D. solani* 05026 und *D. solani* 2222. Im Versuch B wurde die Empfindlichkeit von fünf Kartoffelsorten studiert: Agria, Victoria, Charlotte, Innovator und Annabelle. Diese fünf Sorten wurden mit dem Stamm *D. dianthicola* 8823 inokuliert. Beide Versuche wurden dreimal wiederholt. Das verwendete Versuchsprotokoll ist jenem von Haynes et al. (1997) entliehen. Die Knollen wurden oberflächlich sterilisiert in dem sie in 70% Ethanol eingetaucht und anschliessend kurz durch eine Bunsenbrenner-Flamme gezogen wurden. Eine etwa 5 mm dicke Scheibe wurde aus der Mitte der Knolle herausgeschnitten und anschliessend in eine Petrischale mit 1 ml sterilem Wasser gelegt. Ein 1 cm<sup>2</sup> grosses Filterpapier wurde in die Mitte der Scheibe gelegt, und es wurde eine erste Wägung vorgenommen, um das Anfangsgewicht festzuhalten. Danach wurden 100 µl einer Bakteriensuspension (10<sup>7</sup> ufc/ml) auf das Filterpapier aufgebracht. Die Verdünnungen wurden in einem Phosphatpuffer (PBS) vorgenommen. Die Petrischale wurde mit Parafilm verschlossen, um den Gasaustausch zu beschränken, und anschliessend bei 27 °C während 48 Stunden in einem Inkubationsschrank inkubiert. Am Ende der Inkubationsdauer wurde das durch die Bakterien verfäulte Gewebe entfernt (Abb. 1). Mit einer zweiten Wägung wurde das Endgewicht bestimmt und



**Abb. 3 |** Mittlerer Gewichtsverlust von Kartoffelscheiben der Sorte Agria als Folge der Entwicklung von Nassfäule, hervorgerufen durch verschiedene Isolate von *Dickeya* spp. Als Mass für die Variabilität ist über den Säulen der Standardfehler eingezeichnet und signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

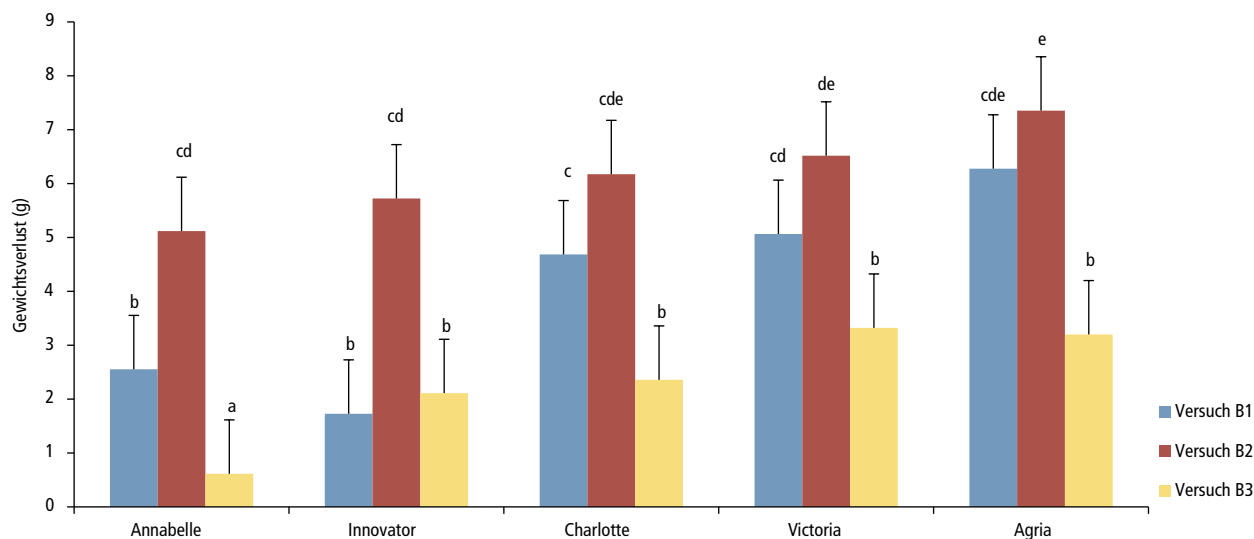
der Gewichtsverlust berechnet. Dieser Gewichtsverlust entspricht jenem Teil der Kartoffelscheibe, welcher durch die Bakterien abgebaut worden ist. Für das Studium der Aggressivität der Isolate wurden 250 Kartoffelscheiben geschnitten. Jedes Isolat wurde auf 40 Scheiben geprüft und zehn Scheiben pro Versuch wurden als nicht-inokulierte Kontrollen mitgeführt. Auf diesen zehn Scheiben wurde PBS anstelle von Bakteriensuspension aufgebracht. Für den Versuch zur Sortenresistenz wurden 50 Kartoffelscheiben pro Sorte geschnitten. Davon wurden 40 Scheiben inokuliert und zehn dienten als Kontrolle (PBS wurde aufgebracht anstelle von Bakteriensuspension). Bei beiden Versuchen stammte jede Kartoffelscheibe von einer anderen Knolle. Die statistische Analyse wurde mit dem Programm STATISTICA (StatSoft, Tulsa, USA) durchgeführt. Für jeden Versuch wurde eine zwei-faktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt ( $\alpha=0,05$ ). Der erste Faktor bezieht sich auf die Wiederholung des Versuches über die Zeit. Der zweite Faktor bezieht sich auf das Versuchsobjekt, das heisst auf das Isolat von *Dickeya* für Versuch A und auf die Sorte für Versuch B. Schliesslich wurde auch die Interaktion der beiden Faktoren untersucht. Falls für einen der Faktoren der Studie ein signifikanter Unterschied nachgewiesen wurde, hat man einen Vergleichstest der Mittelwerte ausgeführt (Test von Newman und Keuls). In diesen Versuchen wurde auch die zelluläre Struktur der Knollen der fünf untersuchten Kartoffelsorten beobachtet. Es wurden dazu histologische Schnitte durch das medulläre Parenchym bei jeweils vier Knollen pro Sorte vorgenommen. Diese Schnitte wurden unter dem Mikro-

skop bei einer Vergrösserung von 400X (Leica DMLB) beobachtet. Es wurden Abbildungen (Leica DFC 490) gemacht, um die Zellwände vermessen zu können. Damit konnte die Zellwanddicke der verschiedenen Sorten verglichen werden (ANOVA bei Faktor 1).

## Resultate

### Aggressivität der Isolate

Die Resultate aus Versuch A zeigen, dass die Entwicklung der Fäulnisprozesse auf den Kartoffelscheiben höchst unterschiedlich ausfällt (Variationskoeffizient des Versuches = 60%). Die als Kontrolle mitgeführten Kartoffelscheiben (PBS) zeigten keine Anzeichen von Fäulnis, was belegt, dass die verwendeten Knollen gesund waren. Betrachtet man die Gesamtheit der Versuchswiederholungen (Versuch A1, A2 und A3) stellt man Unterschiede in der Sensibilität der Isolate fest. Die beiden Isolate von *D. dianthicola* sind weniger aggressiv als die drei Isolate von *D. solani* ( $F(4; 485)=98,21; p<0,001$ ). *D. solani* 07044 hat beispielsweise zu einem mittleren Gewichtsverlust geführt, der etwa viermal grösser war als jener von *D. dianthicola* 980. Betrachtet man die Gesamtheit der Isolate, so war der mittlere Gewichtsverlust in der zweiten Versuchswiederholung mit 7,39 g pro Knollenscheibe höher als in der ersten und dritten Versuchswiederholung. Die erste und dritte Versuchswiederholung ergab statistisch identische Resultate mit 5,64 g beziehungsweise 5,27 g ( $F(2;485) = 31,66; p<0,001$ ). Schliesslich wurde auch eine Interaktion zwischen den geprüften Isolaten und der Versuchswiederholung beob-



**Abb. 4** | Mittlerer Gewichtsverlust (g) von Kartoffelscheiben bei fünf verschiedenen Sorten auf Grund der Entwicklung von Nassfäule, hervorgerufen durch *D. dianthicola* 8823. Die Variabilität wird durch die eingezeichnete Standardabweichung (n=40) dargestellt und signifikante Unterschiede werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Säulen angezeigt.

achtet ( $F(8; 485) = 9,63; p < 0,05$ ). Diese erklärt sich aus der Tatsache, dass die mit den Isolat *D. dianthicola* 980, *D. solani* 05026 und *D. solani* 01044 erhaltenen Resultate zwischen den Versuchswiederholungen unterschiedlich ausfielen (Abb. 3).

#### Empfindlichkeit der Sorten

Die Variabilität war beim Versuch B grösser als beim Versuch A (Variationskoeffizient des Versuches = 76 %). Wie im Versuch A wiesen die nicht-inokulierten Kartoffelscheiben (PBS) auch im Versuch B keinen Gewichtsverlust auf, was belegt, dass die verwendeten Knollen zu Beginn gesund waren. Betrachtet man die Gesamtheit der Versuchswiederholungen (Versuch B1, B2 und B3) zeigen sich Unterschiede in der Empfindlichkeit der Sorten ( $F(4; 559) = 27,50; p < 0,001$ ) und es können drei Empfindlichkeitsgruppen unterschieden werden. Die erste Gruppe umfasst die wenig sensiblen Sorten, nämlich Annabelle und Innovator. Die entsprechenden mittleren Gewichtsverluste betragen 2,59 und 3,19 g pro Knollenscheibe. Die zweite Gruppe bilden die Sorten Charlotte und Victoria mit 4,33 g und 4,78g. Agria ist die empfindlichste Sorte mit einem mittleren Gewichtsverlust von 5,61 g, was mehr als dem Doppelten der Sorte Annabelle entspricht. Über alle Sorten betrachtet war der mittlere Gewichtsverlust in der zweiten Versuchswiederholung mit 6,20 g pro Knollenscheibe am höchsten, während der entsprechende Wert in der ersten Versuchswiederholung bei 4,06 g lag und bei 2,32 g in der dritten Versuchswiederholung ( $F(2; 559) = 114,59; p < 0,001$ ). In diesem Versuch wurde eine Interaktion zwischen der Sorte

und der Versuchswiederholung festgestellt ( $F(8; 559) = 3,63; p < 0,001$ ). Trotz dieser Interaktion stellt man fest, dass die Sorte Agria unabhängig vom betrachteten Versuch signifikant mehr Fäulnis entwickelt als die Sorte Annabelle (Abb. 4).

#### Beobachtung unter dem Mikroskop

Bei den einzelnen Sorten wurde eine unterschiedliche Zellwanddicke beobachtet ( $F(4; 29) = 5,33; p < 0,01$ ). Die Sorte Victoria wies dünnere Zellwände auf als die anderen geprüften Sorten (Tab. 1).

**Tab. 1** | Mittlere Dicke und Standardabweichung der Zellwände des medullären Parenchyms bei den verschiedenen getesteten Sorten. Statistisch gesicherte Gruppenunterschiede werden durch unterschiedliche nachgestellte Kleinbuchstaben angegeben (Test von Newman und Keuls).

Sorte	Dicke der Zellwand ( $\mu\text{m}$ )
Victoria	12,5 $\pm$ 2,2 a
Agria	15,6 $\pm$ 1,9 b
Innovator	16,2 $\pm$ 3,3 b
Charlotte	17,3 $\pm$ 2,8 b
Annabelle	18,8 $\pm$ 2,3 b

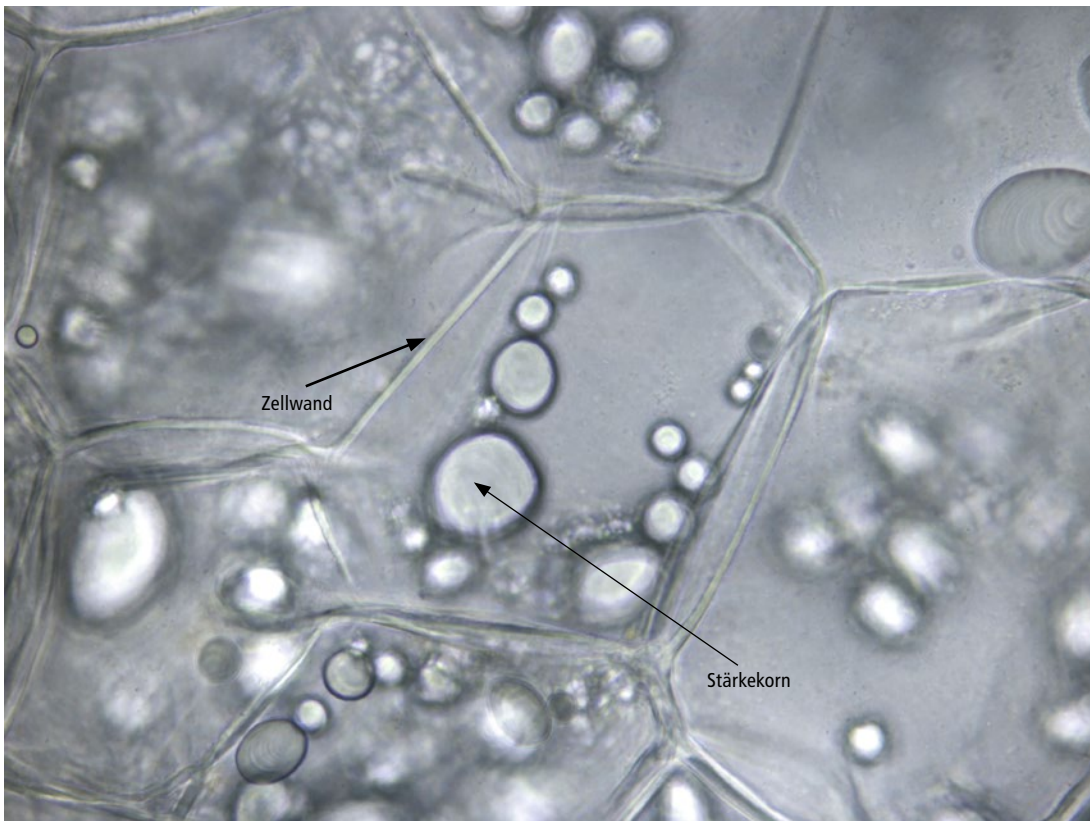


Abb. 5 | Histologischer Schnitt durch das medulläre Parenchym der Sorte Victoria (Vergrößerung 400x)

## Diskussion

Zwischen den beiden Arten von *Dickeya* wurde ein Unterschied in der Virulenz beobachtet. Die Isolate von *D. solani* erwiesen sich in der Mehrheit der Fälle als aggressiver als jene von *D. dianthicola*. Eine Studie von Toth *et al.* (2011) konnte aufzeigen, dass die Temperatur eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Symptome spielt. Diese Studie belegte, dass *D. solani* bei erhöhten Temperaturen aggressiver ist als *D. dianthicola*. Es ist daher möglich, dass bei der verwendeten Temperatur in diesen Versuchen (27 °C) die Isolate von *D. solani* die kortikalen und medullären Parenchyme schneller abbauen, dies dank einer intensiveren enzymatischen Aktivität oder dank einer schnelleren Vermehrung der Bakterien. Es wurden auch Unterschiede in der Virulenz innerhalb derselben Bakterienart beobachtet, vor allem für die Art *D. dianthicola*. Diese Unterschiede könnten durch die genetische Vielfalt erklärt werden, welche bei *D. dianthicola* ausgeprägter vorliegt als bei *D. solani* (Saddler G., Science and Advice for Scottish Agriculture SASA, persönliche Mitteilung).

Die durchgeführten Versuche haben aufgezeigt, dass Unterschiede in der Sortenempfindlichkeit gegenüber der Entwicklung von Nassfäulen, die durch *Dickeya* hervorgerufen werden, bestehen. In der Tat hat sich die Sorte Annabelle im Vergleich zur Sorte Agria gegenüber diesem Pathogen als weniger empfindlich erwiesen. Es kommen zwei Hypothesen in Frage, um diesen Unterschied zu erklären. Die erste Hypothese besagt, dass die Zellwände der Sorte Agria möglicherweise reicher an Pektinen sind als jene der Sorte Annabelle. Dies könnte bedeuten, dass beim Abbau der Zellwände bei Agria durch die EP des Bakteriums mehr OGS produziert würden, was den Abbauprozess des Knollengewebes beschleunigen dürfte. Tatsächlich konnte in früher durchgeführten Studien auf andern Sorten gezeigt werden, dass es im Pektingehalt zwischen den Sorten Unterschiede gibt (Potter & McComb, 1957, Tajner-Czopek, 2003, Tajner-Czopek & Figiel, 2003). Die zweite Hypothese geht dahin, dass die Sorte Annabelle dank einem wirkungsvolleren Resistenzmechanismus gegenüber der Infektion mehr IP produziert als die Sorte Agria. >

Zur Überprüfung der ersten Hypothese haben wir die Zellwanddicken der fünf Sorten im Versuch (Abb. 5) verglichen. Gemäss der Hypothese würden dickere Zellwände einen höheren Pektin Gehalt sowie einen höheren Gehalt an Zellulose und Hemizellulose aufweisen. Unsere Resultate erlauben jedoch nicht, die erste Hypothese zu untermauern, da die Zellwanddicken bei den Sorten *Agria* und *Annabelle* vergleichbar sind (Tab. 1). Die Sorte *Annabelle* könnte als Folge einer erhöhten Produktion von IP und anderen Phytoalexinen weniger infiziert werden. Diese Hypothese könnte durch eine vergleichende Studie über die Akkumulation von ARN-Botenstoffen, die die Phytoalexine codieren, bestätigt werden (Yang *et al.* 1992).

Die Resultate der vorliegenden Studie basieren auf Laborversuchen, welche mit Scheiben von Kartoffelknollen durchgeführt wurden. Wir können daher die Schlussfolgerungen nicht auf ganze Knollen übertragen. Wir können bloss mutmassen, dass die erhaltenen Resultate ein wirklichkeitsgetreues Abbild der Sortenempfindlichkeit gegenüber der Fäulnisentwicklung und der Virulenz der Isolate von *Dickeya* spp auf Kartoffelknollen wiedergeben. Auf Grund der Studien zur Verbreitung von *D. solani*, namentlich durch den Handel mit Kartoffelknollen (Toth *et al.* 2011; Cazelles *et al.* 1992), sind die Auswirkungen insbesondere auf die Entwicklung bei der Nassfäule, welche dieses Bakterium auf den Kartoffelkulturen verursachen kann, beunruhigend. Diese Auswirkungen könnten durch die globale Klimaerwärmung noch schwerwiegender werden, da diese die Entwicklung von Bakterien begünstigt (Toth *et al.* 2011).

## Schlussfolgerungen

Im Hinblick auf eine optimale Lagerung wird der Lagerbetreiber die Empfindlichkeit der Sorten und die Virulenz der möglicherweise vorhandenen Bakterienart mitberücksichtigen, um das Risiko für das Auftreten von Nassfäulen zu verringern. Werden beispielsweise zwei Sorten, bei denen starke Infektionen vermutet werden, eingelagert, wobei eine empfindlich und die andere weniger empfindlich auf Fäulnis ist, kann der Lagerbetreiber die empfindlichere Sorte in erster Priorität für den baldigen Verkauf bestimmen. ■

### Dank

Die Autoren bedanken sich bei Swissem, Swissspatat und der Kommission für Technologie und Innovation CTI, welche diese Studie finanziell unterstützt haben.

## Riassunto

### Sensibilità della patata al marciume molle provocato da *Dickeya* spp.

I batteri del genere *Pectobacterium* e *Dickeya* sono all'origine dello sviluppo dei marciumi molli sui tuberi della patata. In base all'analisi di campioni prelevati da piante ammalate *Dickeya solani* e *Dickeya dianthicola* risultano essere le specie più correntemente rilevate nei lotti di patate svizzeri. Si sono condotte delle prove in laboratorio su fette di patate in modo da individuare delle differenze di sensibilità varietale allo sviluppo di marciumi molli e delle differenze di aggressività tra isolati di *D. dianthicola* e *D. solani*. Sulle 5 varietà di patate confrontate Agria si è dimostrata più sensibile di Annabelle. Sui 5 isolati di *Dickeya* testati i 3 isolati di *D. solani* si sono rivelati in media più virulenti dei 2 isolati di *D. dianthicola*. In questo articolo sono discusse diverse ipotesi miranti a spiegare queste differenze. I risultati di questo studio dovrebbero permettere di ottimizzare lo stoccaggio delle patate tenendo conto della sensibilità varietale e della virulenza delle specie batteriche presenti e di diminuire gli impatti del marciume molle durante lo stoccaggio.

## Literatur

- Allefs J., Vandooijeweert W., Prummel W., Keizer L. C. P. & Hoogendoorn J., 1996. Components of partial resistance to potato blackleg caused by pectolytic *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *E-chrysanthemii*. In: *Plant Pathology* **45**, 486–96.
- Cazelles O. & Schwaerzel R., 1992. Enquête sur les bactérioses causées par *Erwinia* dans les cultures de plants de pommes de terre en Suisse romande. *Revue suisse Agric* **24**, 215–8.
- Dupuis B., Schaerer S., Gilliland H. & Cazelles O. The *Dickeya* and *Pectobacterium* situation in Switzerland. Proceedings of the *Dickeya* Workshop, 2010. Emmeloord, The Netherlands.
- Haynes K. G., Potts M. J. E. & Goth R. W., 1997. Evaluation of the reliability of determining soft rot resistance in potatoes by the tuber slice method. *American Potato Journal* **74**, 265–75.
- Helias V., 2008. *Pectobacterium* spp. and *Dickeya* spp. on potato: a new nomenclature for *Erwinia* spp., symptoms, epidemiology and disease prevention. In: *Cahiers Agricultures* **17**, 349–54.
- McMillan G. P., Hedley D., Fyffe L. & Perombelon M. C. M., 1993. Potato resistance to soft-rot *Erwinias* is related to cell-wall pectin esterification. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **42**, 279–89.
- Potter A. L. & McComb A., 1957. Carbohydrate composition of potatoes. Pectin content. *American Journal of Potato Research* **34**, 342–6.
- Radtke W. & Rieckmann W., 1991. *Maladies et ravageurs de la pomme de terre*. Gelsenkircher-Buer: Th. Mann.
- Rousselle P., Robert Y. & Crosnier J. C., 1996. *La pomme de terre*. INRA, Paris.
- Tajner-Czopek A., 2003. Changes of pectic substances concentration in potatoes and French fries and the effect of these substances on the texture of the final product. *Nahrung-Food* **47**, 228–31.
- Tajner-Czopek A. & Figiel A., 2003. Effect of the content of potato non-starch polysaccharides (NSP) and lignin on the mechanical properties of french fries. *Polish journal of food and nutrition sciences* **12/53**, 136–40.
- Toth I. K., Van Der Wolf J. M., Saddler G. et al., 2011. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathology* **60**, 385–99.
- Weber J., Olsen O., Wegener C. & Von Wettstein D., 1996. Digalacturonates from pectin degradation induce tissue responses against potato soft rot. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **48**, 389–401.
- Yang Z., Cramer C. L., Lacy G. H., 1992. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* pectic enzymes – in planta gene activation and roles in soft-rot. *Molecular Plant-Microbe Interactions* **5**, 104–12.

## Summary

### Potato susceptibility to soft rot caused by *Dickeya* spp.

Soft rot on potato tubers is caused by bacteria belonging to the genus *Pectobacterium* and *Dickeya*. The most often detected species in rotting tubers or plants sampled from Swiss potato lots are *Dickeya dianthicola* and *Dickeya solani*. Laboratory tests on tuber slices were set up to determine differences in cultivar susceptibility and isolate aggressiveness. Among the five cultivars tested, Agria was more susceptible than Annabelle. Among the five bacterial isolates tested, the 3 *D. solani* isolates were in most cases more virulent than the 2 *D. dianthicola* isolates. Several hypothesis are discussed in this article to explain the differences in cultivar susceptibility and isolate virulence. The results of this study should allow an optimization of the potato storage, after considering the susceptibility of a given cultivar to soft rot development and the aggressiveness of the *Dickeya* specie which infected the lot.

**Key words:** *Dickeya*, potato, soft rot, bacteria, *Pectobacterium*.