

Pflanzenextrakte gegen Bakterien-Nassfäule der Kartoffeln

Heinz KREBS und Werner JÄGGI, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Auskünfte: Heinz Krebs, e-mail: heinz.krebs@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 71 11

In einer Versuchsserie wurde die Wirkung ätherischer Öle und von Hanfblütenextrakt gegen die bakterielle Nassfäule der Kartoffeln, verursacht durch *Erwinia carotovora* (Helmers et Dowson) Dye, geprüft. Getestet wurden die Extrakte sowohl *in vitro* an einer Bakterienreinkultur als auch *in vivo* an natürlich kontaminierten Kartoffelknollen. Die ätherischen Öle bewirkten teilweise eine deutliche Hemmung des Erregers. Am ausgeprägtesten war sie bei Verwendung von Hanfblütenextrakt.

Die Bakterien der Gruppe *Erwinia carotovora* sind in praktisch allen Böden und auf jeder Kartoffelknolle anzutreffen. Sie können Schwarzbeinigkeit, bakterielle Welke, Stengelfäule und Knollen-Nassfäule verursachen. Diese Krankheiten haben mit verstärkter Mechanisierung der Landwirtschaft zugenommen. Bodenverdichtung, Bodenvernässung und Sauerstoffmangel erhöhen die Befallsgefahr. Besonders nach feuchten Erntebedingungen und bei unsachgemässer Lagerung sind diese Bakterien Ursache für Knollennassfäule (Jäggi *et al.* 1991a+b). Ungünstige Lagerbedingungen können zu einem Totalverlust führen (Radtko und Rieckmann 1990). Die Ausbreitung von *Erwinia carotovora* erfolgt hauptsächlich über latent infizierte Pflanzknollen. Via Saftstrom gelangen die Bakterien in junge Triebe und neu gebildete Tochterknollen. Eine direkte Bekämpfung war bisher nicht möglich.

Zahlreiche pflanzliche Extrakte finden in der traditionellen Medizin erfolgreich Verwendung. Auch in der Landwirtschaft besteht ein Interesse an natürlichen Stoffen zur Kontrolle von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen. Die natürlichen Wirkstoffe dienen oft als Vorlage für die Entwicklung neuer synthetischer Pflanzenbehandlungsmittel oder werden im naturnahen Landbau direkt eingesetzt (Jespers und De Waard 1993). Im vorliegenden Bericht wird die Wirkung einiger ätherischer Öle und eines Hanfblütenextrakts gegen *Erwinia carotovora* dargestellt.

Pflanzliche Extrakte im Test

Die Auswahl der ätherischen Öle erfolgte aufgrund eines *In-Vitro*-Plattentests mit einem Isolat von *Erwinia carotovora* sub-

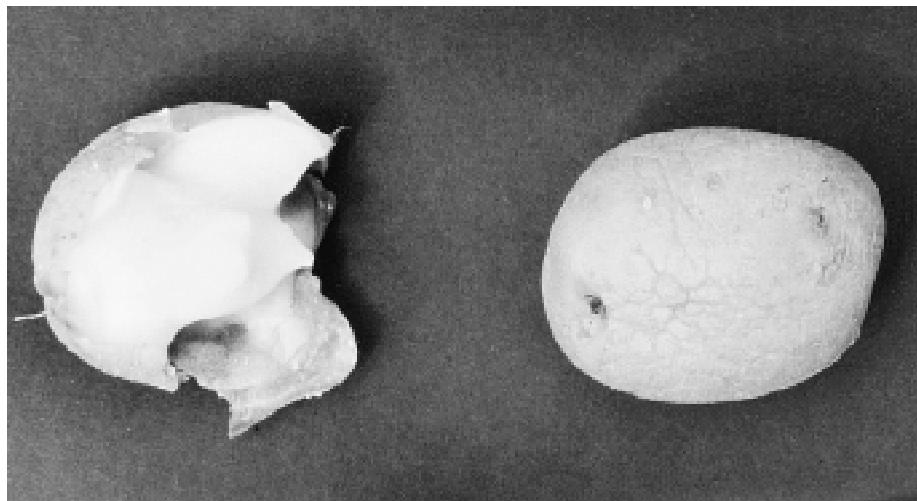
sp. *atroseptica* (Eca 74), bei dem erste Hinweise auf die Wirksamkeit der Stoffe in Erfahrung gebracht werden konnten. Dazu wurde der Erreger als Reinkultur auf ein geeignetes Nährmedium übertragen, das die zu testenden Extrakte enthielt. Nach 24 Stunden Inkubationszeit konnte die Wachstumshemmung im Vergleich zur Kontrolle bewertet werden.

Für die *In-Vivo*-Prüfung wurden kühl gelagerte Kartoffelknollen der Sorten Erntestolz und Désirée mit natürlich latentem *Erwinia*-Befall verwendet. Dazu wurden fünf oder zehn Knollen pro Verfahren in eine mit den Extrakten versetzte wässrige Lösung eingetaucht und dort während 48 Stunden Einwirkungszeit belassen. Danach wurden die Knollen einzeln gewogen und zusammen mit 1 ml Wasser in einem Druckverschlussbeutel hermetisch verschlossen. Dadurch entstand im Innern der Beutel eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 %. Während fünf bis sieben Ta-

gen wurden sie bei 20°C in einem Brutschrank gelagert. Diese Bedingungen begünstigten die Infektion der Kartoffelknollen durch die latent vorhandenen Krankheitserreger. Nach der Inkubation wurde das durch *Erwinia carotovora* zersetzte nassfaule Knollenfleisch ausgewaschen und der noch gesunde Knollenanteil gewogen. Aus der Differenz zum Ausgangsgewicht wurde der relative Gewichtsverlust berechnet. Bei einigen Testreihen wurde auch die Anzahl Infektionsstellen pro Knolle erfasst.

Im **Knollentest I** wurden pro Verfahren fünf Knollen der Sorte Erntestolz in die zu testenden ätherischen Öle in Konzentrationsstufen von 0,4 % und 0,2 % während 48 Stunden eingetaucht. Als Emulgator wurde Tween 80 (Polysorbat) in einem Mengenverhältnis zu den Ölen von 2:1 verwendet. Um den Effekt von Tween 80 als Lösungsvermittler auf den Erreger *Erwinia carotovora* abzuschätzen, wurde dieser allein, das heisst ohne Ölzusatz getestet. Leitungswasser ohne Fremdzusätze diente als Kontrollverfahren. Die Inkubationszeit bei 20°C betrug in dieser Testreihe 5 Tage.

Im **Knollentest II** wurden wiederum mit der Sorte Erntestolz die drei wirksamsten ätherischen Öle des Knollentests I in den



Wirkung eines Hanfblütenextrakts gegen die bakterielle Nassfäule *Erwinia carotovora* der Kartoffeln (Sorte: Erntestolz); links: unbehandelt; rechts: nach Tauchbehandlung in Hanfblütenabsud.

Konzentrationsstufen 0,2 % und 0,1 % mit dem Lösungsvermittler Rimulgan (gewonnen aus Rizinusöl) geprüft. Als weiteres Prüfverfahren wurde in dieser Versuchsanordnung ein Hanfblütenextrakt aus einer Mischung THC-armer Sorten auf deren Wirksamkeit gegen *Erwinia carotovora* getestet. Zur Herstellung von 1 Liter Absud wurden 50 g trockene Hanfblüten in 1,5 Liter Wasser während 20 Minuten gekocht, anschliessend abfiltriert und der Wasserverlust des Extrakts durch den Siedevorgang auf 1 Liter ergänzt. In dieser Testreihe wurden 10 Knollen pro Versuchsvariante behandelt. Nach 48 Stunden Tauchexposition wurde bei fünf Knollen wiederum der relative Gewichtsverlust durch Nassfäule und zudem die Anzahl Infektionsstellen pro Knolle ermittelt. Die Inkubationszeit wurde in dieser Testreihe von fünf auf sieben Tage verlängert. Bei den anderen fünf Knollen wurde unter natürlichen Licht- und Temperaturbedingungen bei zirka 20°C die Knollenkeimung beobachtet.

Zur Ermittlung der minimal notwendigen Hanfblütenmenge wurde im **Knollentest III** eine Konzentrationsreihe mit Hanfblütenabsud angesetzt. Die Hanfblütenmenge betrug in der höchsten Konzentrationsstufe 50 g lufttrockene Hanfblüten auf 1 Liter Absud, in den mittleren beiden Abstufungen 25 beziehungsweise 12,5 g und in der tiefsten Konzentration 5 g. Diese Testreihe wurde mit den beiden Kartoffelsorten Erntestolz und Désirée durchgeführt. Die Tauchexposition betrug, wie in Knollentest II, 48 Stunden und die Inkubationszeit wiederum sieben Tage.

Im **Knollentest IV** wurde die Hemmwirkung abhängig von der Expositionsdauer der Kartoffelknollen im Hanfblütenabsud bei Eintauchzeiten von 1 Minute sowie 2, 6, 12, 24 und 48 Stunden geprüft. In dieser Testreihe wurde die Kartoffelsorte Erntestolz und eine Hanfblütenmenge von 50 g pro Liter Absud verwendet. Der relative Gewichtsverlust nach einer Inkubationszeit von sieben Tagen durch die Knollennassfäule wurde wiederum im Verhältnis zum ursprünglichen Ausgangsgewicht der einzelnen Knollen berechnet.

Wirkung der ätherischen Öle ...

Die Ergebnisse des Plattentests I lassen eine stoff- und konzentrationsabhängige Wirkung der ätherischen Öle erkennen (Tab. 1). Sowohl bei einer Prüfkonzentration von 0,4 % als auch von 0,2 % zeigten

Tab. 1. Plattentest I: Hemmwirkung verschiedener Pflanzenextrakte auf das Wachstum von *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (Eca 74) in %

Verfahren	Prüfkonzentration in %			
	0,8	0,4	0,2	0,04
Kontrolle	-	0,0	-	-
Tween 80	0,0	-	-	-
Grapefruitkernextrakt	-	0,0	-	-
Eukalyptusöl	-	0,0	-	-
Bergbohnenkrautöl	-	0,0	-	-
Atlaszederöl	-	18,3	-	-
Niaouliöl	-	23,3	-	-
Teebaumöl	-	31,7	-	-
Kümmelöl	-	35,0	-	-
Lavendelöl	-	48,3	25,0	10,0
Pfefferminzöl	-	76,7	63,3	21,7
Koriandersamenöl	-	100,0	0,0	0,0
Rosenholzöl	-	100,0	73,3	31,7
Palmarosaöl	-	100,0	95,0	0,0
Thymianöl	-	100,0	100,0	0,0
Zimtrindenöl	-	100,0	100,0	8,3
Nelkenknospenöl	-	100,0	100,0	33,3

Nährmedium: Standard I-Nährbouillon MERCK + Lactose-Bouillon + Agar
Grapefruitkernextrakt: 67 % Glyzeringehalt

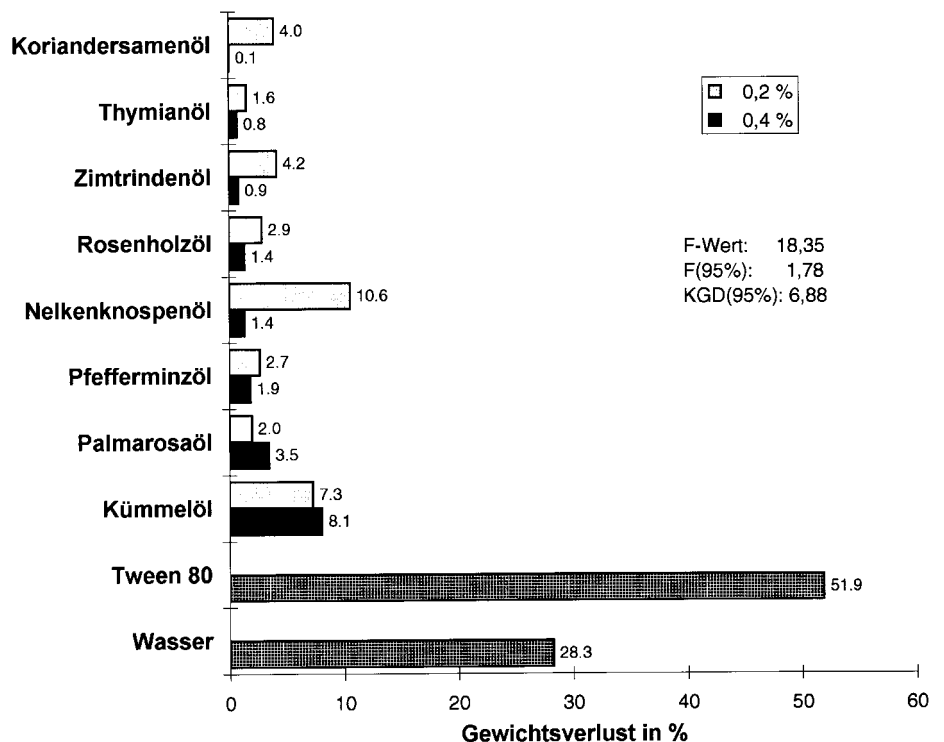


Abb. 1. Relativer Knollengewichtsverlust in % (Sorte: Erntestolz) durch die Nassfäule *Erwinia carotovora* nach einer Behandlung mit verschiedenen ätherischen Ölen.

einige ätherische Öle keine, andere eine teilweise und wiederum andere eine vollständige Hemmung der Vermehrung von *Erwinia carotovora*.

Diese *in vitro* festgestellte Hemmwirkung einiger ätherischer Öle konnte auch *in vivo* bei Knollen der Sorte Erntestolz anhand der deutlich geringeren Nassfäulebildung bestätigt werden (Abb. 1). In dieser Testreihe wurde Tween 80 (Polysorbat) als Lösungsvermittler verwendet. Diese Substanz erwies sich jedoch nicht als befalls-

neutral, sondern als befallsfördernd. Als Netzmittel hebt sie die wasserabstossende Eigenschaft der Lentizellen auf und begünstigt dadurch das Eindringen der Krankheitserreger. Deshalb wurde im Knollentest II Tween 80 durch Rimulgan ersetzt. Der bei Zugabe von Rimulgan entstandene Fäulnisverlust war erheblich geringer als jener des Kontrollverfahrens (Tab. 2). In Kombination mit den ätherischen Ölen zeigte Rimulgan jedoch keine nennenswerte Zusatzwirkung.

... und der Hanfblüten

Im Knollentest II war zudem eine ausgezeichnete Wirkung des Hanfblütenabsuds gegen die Knollennassfäule zu beobachten (Abb. 2). Die Knollenkeimung, ein wesentliches Qualitätsmerkmal bei Saatkartoffeln, wurde nach einer Hanfblütenbehandlung leicht verzögert, bei den ätherischen Ölen hingegen nachhaltig gestört (Tab. 2). In der Folge wurden Fragen der Konzentration des Hanfblütenabsuds und der Behandlungsdauer abgeklärt. Im Knollentest III mit den beiden Sorten Erntestolz und Désirée wurde ein evidenten Zusammenhang zwischen der Hanfblütenkonzentration und dem relativen Fäulnisverlust sowie der Anzahl Infektionsstellen pro Knolle festgestellt (Tab. 3). Bei der Sorte Désirée war der relative Gewichtsverlust durch die bakterielle Nassfäule höher als bei der Sorte Erntestolz. Eine hinreichende Wirkung wurde bei beiden Kartoffelsorten mit 50 g Hanfblüten pro Liter Absud erzielt. Die enge Abhängigkeit der Bakterienhemmung von der Konzentration des Hanfblütenabsuds wurde zudem *in vitro* (Plattentest II) bestätigt (Abb. 3). Im Knollentest IV wurde der Einflussfaktor Zeit geprüft. Diese Testreihe zeigte, dass sich die Expositionsdauer der Knollen im Hanfblütenabsud massgebend auf die Nassfäuleentwicklung auswirkt (Tab. 4). Am wirksamsten war die Hanfblütenbehandlung bei einer Eintauchzeit von 48 Stunden.

In einem weiteren Plattentest konnte nachgewiesen werden, dass die Hanfblüten-Inhaltsstoffe auf die Fäulniserreger nicht bakterizid, sondern bakteriostatisch wirken. Werden 1 ml Bakteriensuspension von *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* in 100 ml Hanfblüten-Nährmedium überimpft, so werden diese nicht abgetötet, sondern lediglich in ihrer Vermehrung gehemmt. Dies bedeutet, dass *Erwinia carotovora* mit einer Hanfblütenbehandlung an der Ausbreitung wohl gehindert, aber nicht eliminiert werden kann.

Bedeutung für die Praxis

Die vorliegenden Resultate zeigen eine deutliche Wirkung des Hanfblütenextrakts gegen die *Erwinia*-Nassfäule der Kartoffeln. Damit wird eine ausländische Beobachtung über antibiotische Effekte von Hanfextrakten *in vitro* gegen die Nassfäuleerreger bei Kartoffeln (Vijai P. *et al.* 1993) bestätigt. Um eine Nutzungsmöglichkeit in der Praxis abzuschätzen, bedarf

Tab. 2. Knollentest II: Relativer Gewichtsverlust in % (Sorte: Erntestolz) durch die Nassfäule *Erwinia carotovora* sowie Knollenkeimung nach einer Behandlung mit verschiedenen Pflanzenextrakten

		Fäulnis in %	P=5 %	Knollenkeimung 2 Wochen nach der Behandlung
Kontrolle (=Wasser)		25,3	A.	normale Keimung
Rimulgan	0,4 %	5,3	.B	Verzögerung nicht mehr sichtbar
Pfefferminzöl	0,1 % + ¹	6,2	.B	nur vereinzelt noch gekeimt
Pfefferminzöl	0,2 % + ²	6,3	.B	Keimung vollständig unterdrückt
Thymianöl	0,1 % + ¹	5,8	.B	Keimung vollständig unterdrückt
Thymianöl	0,2 % + ²	3,0	.B	Keimung vollständig unterdrückt
Zimtrindenöl	0,1 % + ¹	1,0	.B	nur vereinzelt noch gekeimt
Zimtrindenöl	0,2 % + ²	4,3	.B	Keimung vollständig unterdrückt
Hanfblüten	50 g/l	0,0	.B	Verzögerung kaum noch sichtbar

¹ 0,2 % Rimulgan ² 0,4 % Rimulgan

Duncan-Test (P=5 %): Werte mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

Anzahl

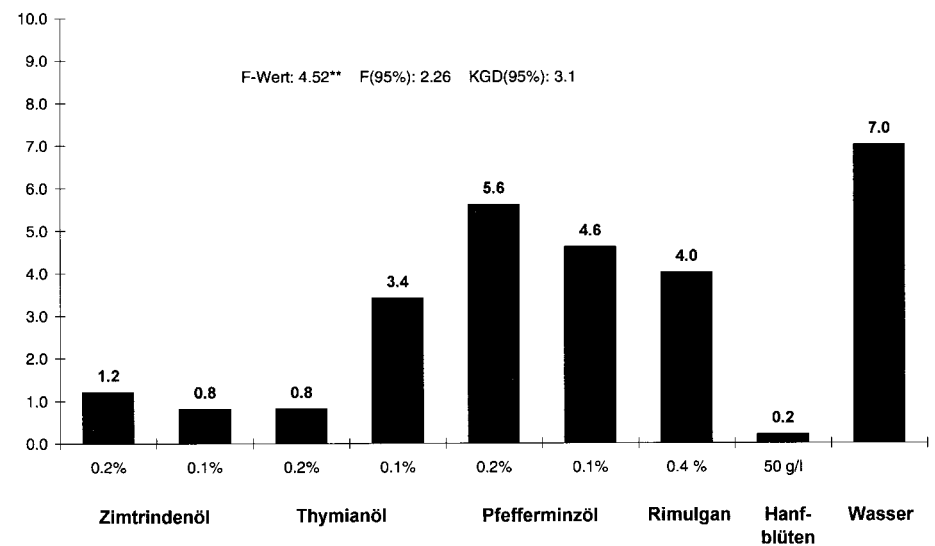


Abb. 2. Anzahl Infektionsstellen pro Knolle (Sorte: Erntestolz) verursacht durch die Nassfäule *Erwinia carotovora* nach einer Behandlung mit verschiedenen Pflanzenextrakten.

es weiterer Abklärungen. Neben den technischen und kostenrelevanten Fragen wie Ernte- und Extraktionsverfahren der Hanfblüten sollten auch mögliche Unterschiede der Wirksamkeit verschiedener Hanfsorten bekannt sein. Eine Behandlung von Saatkartoffeln würde noch interessanter, wenn damit auch andere wirtschaftlich wichtige Krankheitserreger (z.B. *Rhizoctonia solani*) erfasst werden könnten.

Bei Speisekartoffeln könnte mit einer Hanfblütenabsud-Behandlung das Risiko der Nassfäule am Lager vermindert werden. Allerdings ist fraglich, ob sich hierfür die Tauchbehandlung eignet. Denn es hat sich gezeigt, dass frisch geerntete Kartoffeln weniger Wasser und dadurch auch weniger gelöste Substanzen aufnehmen, als gelagerte Knollen.

Weitere Anwendungen

In einem Feldversuch gegen *Phytophthora infestans* hat sich gezeigt, dass der Krautbe-

fall nach einer Hanfblütenabsud-Behandlung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle verzögert wird. Die Wirkung gegen die Krautfäule ist aber unzureichend, so dass die umstrittenen Kupferfungizide kaum gleichwertig ersetzt werden könnten. Auch bei Behandlung mit einigen ätherischen Ölen war eine begrenzte Anfangswirkung festzustellen, aber auch eine deutlich stärkere Nekrosenbildung auf den Blättern als beim Hanfblütenabsud.

In Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt Wädenswil (FAW) wurden in einem *In-Vitro*-Plattentest einige Pflanzenextrakte ebenfalls hinsichtlich ihrer Wirkung gegen *Erwinia amylovora*, dem Erreger des Feuerbrandes, geprüft. Auch gegen diesen gefährlichen Erreger des Kernobstes konnte mit einigen Extrakten eine suppressive Wirkung beobachtet werden, dies namentlich mit Nelkenknospen-, Koriandersamen-, Palmarosa-, Rosenholz-, Teebaum-, Thymian- und Zimtrindenöl.

Tab. 3. Knollentest III: Relativer Gewichtsverlust und Anzahl Infektionsstellen der Kartoffelknollen verursacht durch die Nassfäule *Erwinia carotovora* nach Behandlung mit Hanfblütenabsud verschiedener Konzentrationen

Verfahren	Relativer Gewichtsverlust				Infektionsstellen pro Knolle			
	Erntestolz		Désirée		Erntestolz		Désirée	
	in %	P=5 %	in %	P=5 %	Anz.	P=5 %	Anz.	P=5 %
Wasser	63,0	A..	93,5	A..	> 10	A..	> 10	A.
Hanfblüten 5 g/l	37,4	.B.	43,0	.B.	8,4	AB.	8,0	A.
Hanfblüten 10 g/l	40,1	.B.	48,3	.B.	9,2	A..	8,0	A.
Hanfblüten 25 g/l	14,4	..C	37,2	.B.	6,0	.B.	9,0	A.
Hanfblüten 50 g/l	4,5	..C	5,2	..C	2,8	..C	3,3	.B

Werte mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

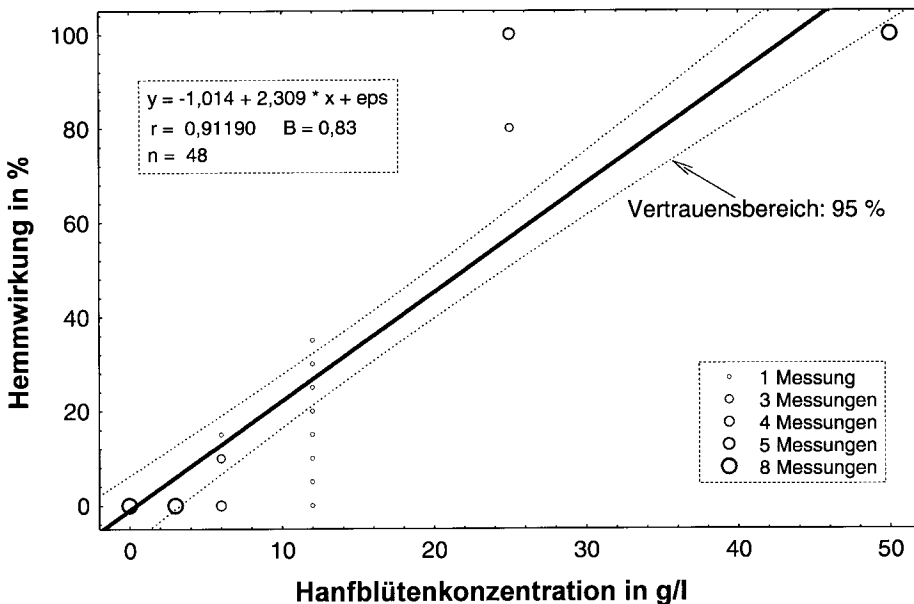


Abb. 3. Interaktion zwischen Hanfblütenkonzentration und der Hemmwirkung gegen *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (In-Vitro-Plattentest II).

Tab. 4. Knollentest IV: Relativer Gewichtsverlust und Knolleninfektionen (Sorte: Erntestolz) verursacht durch die Nassfäule *Erwinia carotovora* nach unterschiedlichen Tauchzeiten in Hanfblütenabsud (50 g/l)

Verfahren	Tauchzeit	Gewichtsverlust		Infektstellen pro Knolle	
		in %	P=5 %	Anzahl	P=5 %
Wasser	48 Std.	66,02	A..	> 10	A.
Hanfblütenabsud	1 Min.	65,98	A..	> 10	A.
Hanfblütenabsud	2 Std.	29,54	.B.	> 10	A.
Hanfblütenabsud	6 Std.	35,92	.B.	> 10	A.
Hanfblütenabsud	12 Std.	21,66	.B.	8,4	A.
Hanfblütenabsud	24 Std.	6,44	..C	3,6	.B
Hanfblütenabsud	48 Std.	0,98	..C	1,6	.B

Werte mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

Mit dem Hanfblütenextrakt war die Wachstumshemmung der Feuerbrandbakterien etwas weniger ausgeprägt. Auch für diesen möglichen Anwendungsbereich sind weitere systematische Untersuchungen erforderlich, um eine allfällige Schutzwirkung unter Freilandbedingungen abzuklären.

In den vorliegenden Untersuchungen zeigten einige pflanzliche Extrakte beachtliche antibiotische Effekte. Aller-

dings ist für den Einsatz dieser Naturstoffe unter Feldbedingungen eine pflanzenverträgliche und ausreichend stabile Formulierung erforderlich.

DANK

Herrn Jakob Vogelsanger, von der Eidgenössischen Forschungsanstalt Wädenswil (FAW), sei für die In-Vitro-Prüfung der Stoffe gegen den Feuerbrand *Erwinia amylovora* gedankt.

LITERATUR

■ Jäggi W., Oberholzer H.-R., Winiger F. 1991a. Krautkrankheiten und Knollen-Nassfäule von Kartoffeln, verursacht durch *Erwinia carotovora*, *Landwirtschaft Schweiz* **8**, 413-419.

■ Jäggi W., Oberholzer H.-R., Winiger F. 1991b. Einfluss der Ernte- und Lagerbedingungen auf den Befall von Kartoffeln durch *Erwinia carotovora*, *Landwirtschaft Schweiz* **8**, 421-426.

■ Radtke W. und Rieckmann W. 1990. Schwarzbeinigkeit, Bakterielle Welke, Stengelfäule der *Erwinia*, Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, 60-63

■ Jaspers A.B.K. and De Waard M.A. 1993. Natural products in plant protection, *Neth. J. Pl. Path.* **99** Supplement 3, 109-117

■ Vijai P., Jalali I. and Parashar R.D. 1993. Suppression of bacterial soft rot of potato by common weed extracts. *J. Indian Potato Association* **20**, 206-209.

RÉSUMÉ

Efficacité des extraits de plantes contre la pourriture bactérienne de la pomme de terre: *Erwinia carotovora*

Dans une série d'expériences, nous avons examiné des huiles essentielles et un extrait aqueux de fleur de chanvre contre le pathogène bactérien des pommes de terre *Erwinia carotovora* (Helmers et Dowson) Dye. Nous avons testé les extraits *in vitro* dans un milieu en culture pure et *in vivo* avec des tubercules de pomme de terre atteintes par infection naturelle. Les huiles essentielles ont effectué une remarquable inhibition partielle du pathogène. Toutefois l'effet était encore plus prononcé avec l'extrait de fleurs de chanvre.

SUMMARY

Effect of plant extracts against the bacterial soft rot of potatoes: *Erwinia carotovora*

In a series of experiments some essential oils and a water extract of hemp flowers have been tested against the bacterial pathogen of potatoes *Erwinia carotovora* (Helmers et Dowson) Dye. The extracts have been examined *in vitro* in a pure culture and *in vivo* on potatoes latently infected by the pathogen. In some cases the essential oils produced a considerable inhibition of the soft rot. The effect was most pronounced with the hemp flowers extract.

KEY WORDS: *Erwinia carotovora*, soft rot, *Erwinia amylovora*, essential oils, hemp, *Phytolpha infestans*