

W. Leibinger und K. Mendgen  
Lehrstuhl für Phytopathologie  
Universität Konstanz

## Biologische Bekämpfung der Lagerfäule an Äpfeln durch nützliche Pilze (Antagonisten)

### 1. Einleitung

Lagerfäulen am Apfel werden durch verschiedene pathogene Pilze hervorgerufen. Von besonderer Bedeutung sind die Totalfäuleerreger *Botrytis cinerea* (Graufäule), *Penicillium expansum* (Grünfäule) und *Monilinia fructigena* (Monilia-Fäule) sowie die Fleckfäuleerreger *Pezizula malicorticis*, *Pezizula alba* (Gloeosporiumfäulen) und *Nectria galligena* (Obstbaumkrebs) (Kennel 1986). Die Infektion der Früchte durch die Pathogene erfolgt in der Regel bereits während der Vegetationsperiode über Wunden auf der Fruchtoberfläche oder an Lentizellen. Die Ausbildung der Faulstellen dagegen ist häufig erst im Lager nach einer gewissen Latenzzeit zu beobachten.

Die Bekämpfung der Lagerfäuleerreger erfolgt in konventionell bewirtschafteten Anlagen durch zwei bis vier Abschlußspritzungen mit Dichlofluaniden oder Benzimidazolderivaten. Diese Behandlungen wirken schädigend auf Nützlinge wie Raubmilbe und Regenwurm (Kennel 1972) sowie auf die natürlich vorhandene Mikroflora der Blatt- und Fruchtoberfläche (Auer 1992). Zudem wurden insbesondere gegen Benzimidazolderivate in den letzten Jahren Resistenzerscheinungen beobachtet (Spotts and Cervantes 1986).

An dem Lehrstuhl für Phytopathologie an der Universität Konstanz wird deshalb der Einsatz antagonistisch wirksamer Mikroorganismen gegenüber Lagerfäuleerregern geprüft.

### 2. Methoden

Aus unbehandelten Apfelanlagen wurden verschiedene Pilz-, Hefe- und Bakterienisolate gewonnen. Diese wurden im Labor kultiviert und auf deren antagonistische Wirkung gegenüber Lagerfäuleerregern hin untersucht (Falconi und Mendgen 1993, Schiewe und Mendgen 1992).

Die Untersuchungen wurden auf Äpfeln der Sorte Golden Delicious durchgeführt. Diese wurden oberflächensterilisiert und an vier Stellen verwundet (Wundengröße: 2x5 mm). Zwei gegenüberliegende Wunden dienten als Kontrolle und wurden mit dem Pathogen infiziert (Konzentration:  $1 \times 10^5$  Sporen pro ml). Die beiden anderen Wunden wurden zusätzlich mit dem potentiellen Antagonisten inokuliert. Der Antagonist wurde in einer jeweils

100fach (Bakterien 1000fach) höheren Sporenkonzentration eingesetzt als der Pathogen.

Nach einer Inkubationszeit von vier Wochen bei 4°C wurde der Durchmesser der auftretenden Faulstellen bestimmt und die prozentuale Reduktion durch den Antagonisten berechnet.

Aus jeweils drei Isolaten mit guter Einzelwirkung wurden Mischungen hergestellt. Deren antagonistische Aktivität wurde nach der gleichen Methode bestimmt. In der Mischung wurden die Konzentration der Antagonisten um einen Faktor 10 bzw. 100 reduziert.

### 3. Ergebnisse

Die nachfolgende Tabelle zeigt die prozentuale Reduktion der Faulstellenentwicklung von drei Totalfäuleerregern durch verschiedene Isolate.

Isolat	Artbezeichnung	Red. 1	Red.2	Red. 3
KN 5835	<i>Acremonium strictum</i>	84	46	75
KC 1560	<i>Chaetomium globosum</i>	19	22	25
CF 10	<i>Aureobasidium pullulans</i>	95	99	89
KN 7574	<i>Epicoccum purpurascens</i>	88	99	99
KN 2213	<i>Epicoccum purpurascens</i>	88	99	99
KC 1712	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	65	61	82
CF 35	<i>Rhodotorula spp.</i>	98	79	46
CF 21	<i>Cryptococcus spp.</i>	98	97	21
CF 40	<i>Trichosporum spp.</i>	99	85	66
CF 6	<i>Hanseniaspora spp.</i>	88	84	40
CF 16	<i>Candida spp.</i>	99	28	53
HG 77	<i>Bacillus subtilis</i>	99	47	52
KN 40	<i>Bacillus subtilis</i>	71	49	33
FC 212	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	87	55	73
HG 79	<i>Bacillus subtilis</i>	99	47	72

Red. 1 = Prozentuale Reduktion der Faulstellenentwicklung von *P. expansum*

Red. 2 = Prozentuale Reduktion der Faulstellenentwicklung von *B. cinerea*

Red. 3 = Prozentuale Reduktion der Faulstellenentwicklung von *M. fructigena*

Eine sehr gute Reduktion der Faulstellenentwicklung von *P. expansum* konnte durch Isolate von *A. pullulans*, *E. purpurascens*, *A. strictum* sowie durch die Hefe- und zwei der Bakterienisolate erreicht werden. Gegenüber *B. cinerea* zeigten die Isolate von *A. pullulans* und *E. purpurascens* sowie *Cryptococcus spp.* eine gute Wirkung. *M. fructigena* konnte in seiner Entwicklung durch *A. pullulans* und *E. purpurascens* sehr gut gehemmt werden.

Durch die Verwendung von Mischungen, konnte die Konzentration der Antagonisten verringert werden. Ein Konzentrationsverhältnis von Antagonisten zu Pathogenen von 1 zu 1, reichte aus um eine signifikante Reduktion der Fäulniserreger zu erreichen (Abb. 1)

Bei einem Konzentrationsverhältnis von 10 zu 1 (Antagonist zu Pathogen), wird der Befall mit *P. expansum* und *B. cinerea* bereits um 80 Prozent reduziert. Bedingt durch das langsame Wachstum des Fleckfäuleerregers *P. malicorticis* wurden bei diesem Pathogen etwas geringere Reduktionsraten erzielt (Abb.2). Diese lagen dennoch höher, als bei der Verwendung von Einzelisolaten (Daten nicht gezeigt).

Abb. 1: Reduktion der Pathogene *P. expansum*, *B. cinerea* und *P. malicorticis* durch Antagonistenmischungen. (Konzentrationsverhältnis Pathogen : Antagonisten = 1 : 1)

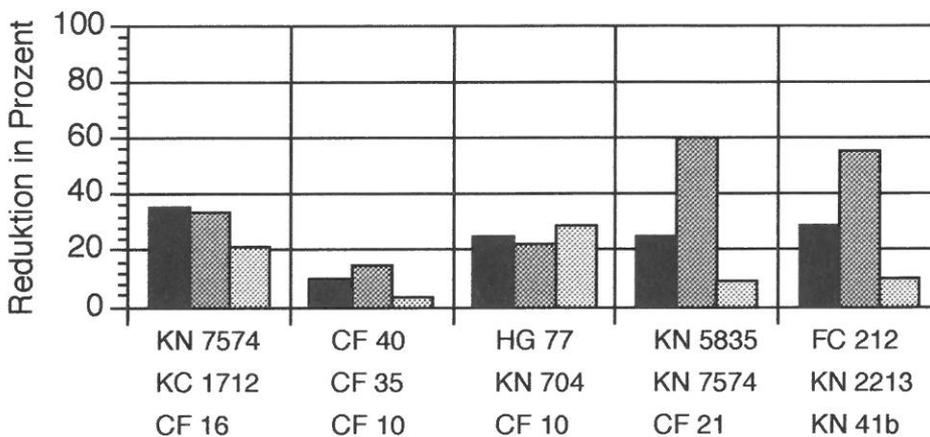
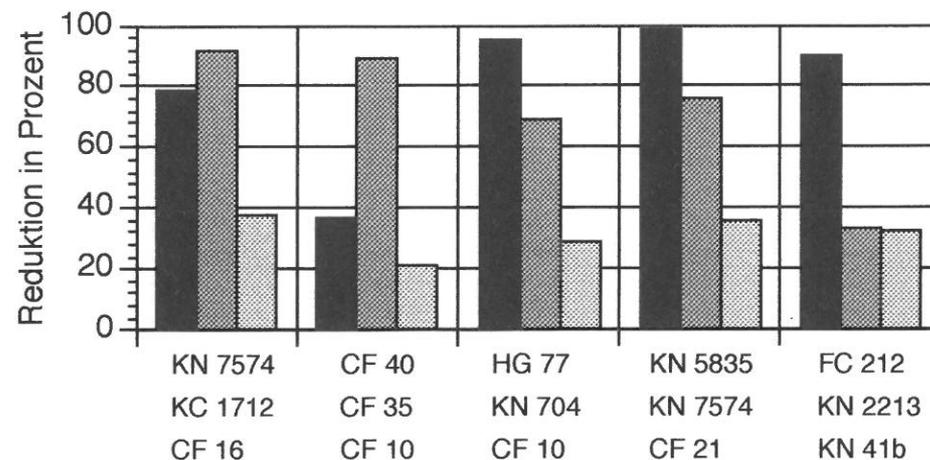


Abb. 2: Reduktion der Pathogene *P. expansum*, *B. cinerea* und *P. malicorticis* durch Antagonistenmischungen. (Konzentrationsverhältnis Pathogen : Antagonisten = 1 : 10)



■ Red. v. *P. expansum*    ▨ Red. v. *B. cinerea*    ▩ Red. v. *P. malicorticis*

#### 4. Diskussion

Durch eine geschickte Kombination von verschiedenen Antagonisten konnten sich die Wirkungsmechanismen der Einzelisolate ergänzen und es wurde eine gesteigerte Wirkung erzielt. Mechanismen die dabei zum Tragen kommen, sind Nährstoffkonkurrenz (Hefen), Abgabe antibiotisch wirksamer Substanzen (*Epicoccum purpurascens*, *Bacillus subtilis*) oder Hyperparasitismus (*Trichoderma spp.*).

In diesem Herbst wurden Teile einer konventionellen Apfelanlage mit drei der erfolgreichen Mischungen behandelt. Bestimmt werden soll dabei die Etablierungsfähigkeit der Mikroorganismen und deren Wirkung unter Freilandbedingungen, um den Einsatz von Antagonistenmischungen als alternative Pflanzenschutzmaßnahme zu überprüfen.

#### Abstract

Isolates of fungi, yeasts and bacteria were collected in untreated apple orchards. Those isolates were cultivated and tested against postharvest diseases on apples. Antagonistic strains were mixed together and screened again against the postharvest diseases. Compared to the single isolates, the mixtures often obtained a much higher inhibition of the pathogen. Therefore, mixtures could be used less concentrated than the single antagonist.

#### Literatur

- Auer, B. (1992) Der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Blattmikroflora von Apfelbäumen. Diplomarbeit, Universität Konstanz
- Falconi C. J., Mendgen K. (1993) Epiphytic fungi on apple leaves and their value for control of the postharvest pathogens *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena* and *Penicillium expansum*. J. of Plant Disease and Protection (in press)
- Kennel, W. (1972) Schadpilze als Objekte integrierter Pflanzenschutzmaßnahmen im Obstbau. Pflanzenkrankheiten **7**, 400-406
- Kennel, W. (1986) Parasitäre Lagerkrankheiten beim Apfel. Obst und Garten **3**, 150-152
- Schiewe, A. and Mendgen K. (1992) Identification of antagonists for biological control for the postharvest pathogens *Pezizula malicorticis* (Jacks.) Nannf., and *Nectria galligena* Bres. on apples. J. Phytopathology **134**, 229-237
- Spotts R. A. and Cervantes L. A. (1986) Populations, pathogenicity and benomyl resistance of *Botrytis spp.*, *Penicillium spp.* and *Mucor piriformis* in packinghouses. Plant Dis. **70**, 106-108