

# Schicht (im Schacht) für ACB

## Saft- und Konzentratfiltration mit Tiefenfilterschichten – ein Lösungsansatz gegen *Alicyclobacillus spp.*

| Alicyclobacillus spp. | Mikroorganismen | Saft- und Konzentratfiltration | TAB | Tiefenfilterschichten |

In der heutigen Fruchtsaftindustrie ist der Begriff Sicherheit eng mit der Produktqualität eines Unternehmens verbunden. Dabei hängt die Produktqualität maßgeblich von der Frucht und dem Verarbeitungsprozess ab. Denn Mikroorganismen, die zum Beispiel über bei der Ernte verunreinigte Früchte, aus der Prozessumgebung selbst oder während Lagerung und Transport in den Saft gelangen, können das Produkt verderben. Diese Exposition führt jedoch nicht zwangsläufig zu einer Infektion, da verschiedene Selektionsfaktoren im Fruchtsaft wie pH-Wert und osmotischer Druck bei dem Großteil der natürlich vorhandenen Mikroflora wachstumshemmend wirken und so eine Massenvermehrung dieser Organismen schon auf natürlichem Wege verhindern. Dennoch gibt es Mikroorganismen, deren Vermehrung so nicht verhindert wird, was wiederum eine geschmackliche Veränderung des Produktes bis hin zum vollständigen Verderben bedeuten kann.

### pH-Wert und Hitze – die Tools gegen Bakterien

Die meisten Fruchtsäfte liegen bei einem sauren pH-Wert zwischen 3,0 und 4,0. Da ein Großteil der Bakterien neutrale oder basische Lebensräume bevorzugt, ist dies ein natürlicher Schutz für die meisten Säfte. Unterstützend dazu und um die Haltbarkeit zu verbessern, durchlaufen klare Fruchtsäfte und Fruchtsaftkonzentrate in der Regel einen Pasteurisierungsprozess, der die Vermehrung der Sporen verhindern soll. Dabei wird der Fruchtsaft für einen Zeitraum von 15 bis 20 Sekunden auf 90 bis 95 °C erhitzt, was die meisten Bakterien abtötet und damit den mikrobiologischen Status stabilisiert. Für die weitere Haltbarmachung wird meist der Hot-Fill-Hold-Prozess angewendet, bei dem der gerade pasteurisierte Saft bei ca. 82 bis 92 °C in den sterilen Behälter abgefüllt wird. Hier wird die Temperatur dann für weitere rund zwei Minuten aufrechterhalten, bevor die Behälter verschlossen und abgekühlt werden.

### *Alicyclobacillus spp.* – eine besondere Herausforderung

Eine Ausnahme bilden jedoch die Endo-Sporen der *Alicyclobacillus acidoterrestris*-Spezies, die bei der Internationalen Fruchtsaftunion (IFU) unter dem Kürzel ACB (englisch TAB – *thermo acidophilic bacteria*) geführt werden. Bei den Vertretern der Gattung *Alicyclobacillus spp.* handelt es sich um große, unbewegliche, sporenbildende Bakterien. Entgegen der meisten anderen Bakterien sind ACB sowohl thermo- als auch acidophil, weshalb Dauer, Temperatur und Haltezeiten der Pasteurisierung nicht ausreichen, um die Sporen (Dauerform) des Bakteriums abzutöten. Ein Ansatz aus der Praxis, um die Sporen dennoch zu inaktivieren, ist die Verlängerung der Hitzebehandlung um ein Vielfaches (zwischen einer und fünfeinhalb Minuten). Das hat jedoch zwei gravierende Nachteile: Zum einen leidet die Saft-/Konzentratqualität, je länger der Saft/das Konzentrat erhitzt wird. Zum anderen ist der Erfolg bei einer länger anhaltenden Wärmebehandlung nicht garantiert, sodass die hohen Temperaturen bei dem thermophilen Mikroorganismus sogar die Auskeimung der Sporen anregen können. Diese wirkt in diesem Fall wie eine Hitzeschockbehandlung auf die Sporen. <sup>[1]</sup>

Auch die hohe Säureresistenz der Sporen trägt dazu bei, dass die Sporenzahl in kontaminierten Säften auch bei längerer Lagerung (> 40 Tagen) konstant bleibt oder zunimmt. <sup>[2]</sup> Eine Beeinträchtigung der Vitalität der Sporen durch den produktbedingt niedrigen pH-Wert konnte sich im Labor bislang nicht nachweisen lassen. Nach Auskeimung der Sporen kommt es in ungekühlt gelagerten Produkten und insbesondere bei höheren Umgebungstemperaturen zu einem raschen Wachstum der Keime. <sup>[3]</sup> Dabei können bereits äußerst geringe Ausgangskeimgehalte von 1 Spore/ml ausreichen, um eine Auskeimung und Vermehrung vegetativer Zellen zu verursachen. Da dies letztlich den Verderb der betroffenen Produkte bedeutet, wird in der Getränkeindustrie immer wieder eine Nulltoleranz gefordert.

Da der *Alicyclobacillus spp.* nicht gesundheitsschädlich ist, bedeutet Verderb in diesem Fall die Bildung von Fehlparomen. [4] Eine Kontamination von Fruchtsäften und Fruchtsaftkonzentraten durch *Alicyclobacillus spp.* macht sich vor allem durch die Fehlparomen Guajacol, 2,6-Dichlorphenol und 2,6-Dibromphenol bemerkbar. Die Fehlparomen werden als medizinisch, desinfektionsmittelähnlich, antiseptisch, phenolisch oder rauchig beschrieben. [5]

Doch nicht alle *Alicyclobacillus spp.* können Fehlparomen bilden. Insgesamt sind 18 verschiedene Spezies des *Alicyclobacillus spp.* bekannt, doch die Fehlparomen-Bildung wurde vor allem bei *Alicyclobacillus acidoterrestris*, aber auch bei anderen Spezies wie beispielsweise *Alicyclobacillus acidiphilus* und *Alicyclobacillus herbarius* nachgewiesen. [5] Sowohl im Hinblick auf die Häufigkeit als auch auf die Fähigkeit zur Bildung von Fehlparomen kommt *Alicyclobacillus acidoterrestris* die größte Bedeutung zu. Im Falle einer Kontamination mit diesem Bakterium werden die oben genannten Stoffwechselprodukte gebildet, die den Saft zwar ungenießbar machen, aber nicht gesundheitsschädlich sind. Optisch ist die Veränderung nicht zu erkennen, da es weder zu Verfärbungen noch zu Gasentwicklung kommt.

### Lösungsansatz: Tiefenfilterschichten – Abtrennung von Sporen

Herkömmliches Pasteurisieren sowie die Ultrafiltration reichen in der Saftproduktion nicht aus, um den *Alicyclobacillus acidoterrestris* auszuschalten. Auf der Suche nach Alternativen hat die Hochschule Lippe im Auftrag des Servicelabors von Eaton Technologies in Langenlonsheim Untersuchungen mit Sporensuspensionen durchgeführt. Ziel war es, zum einen die Wirksamkeit von Tiefenfilterschichten

zu belegen und zum anderen Empfehlungen für die sichere Entfernung von ACB aus Fruchtsäften oder deren Halb- und Vollkonzentraten aussprechen zu können.

Für beide Ziele müssen die Keimrückhalteraten LRV (*Logarithm Reduction Value*) für die ACB-Sporen in den Tiefenfilterschichten ermittelt werden. Die Prüfung der LRV-Werte ist dabei ein aufwändiger Prozess, der fünf Tage dauert. In dieser Versuchsanstellung definiert Eaton Technologies die Filtration mit einer Tiefenfilterschicht mit einem LRV-Wert von  $\geq 5$  als entkeimend für ACB. Das bedeutet, dass bei einem LRV-Wert von  $\geq 5$  und damit einer Ausgangskeimbelastung von  $\geq 10^5$  KbE/ml (kolonienbildende Einheiten) pro ml im Unfiltrat keine Sporen im Filtrat mehr nachgewiesen werden können.

### Der Versuch – Aufbau und Ergebnisse

Im Versuch wurden Laborfiltrationen mit Sporensuspensionen von *Alicyclobacillus acidoterrestris* durchgeführt. Dabei wurden insgesamt fünf Tiefenfilterschichten mit drei unterschiedlichen Abscheideraten getestet: zwei Tiefenfilterschichten für die Sterilfiltration (BECOPAD® 170 von Eaton sowie eine Tiefenfilterschicht A des Wettbewerbs), zwei Tiefenfilterschichten für die keimreduzierende Filtration (BECOPAD 270 und Tiefenfilterschicht B des Wettbewerbs) sowie eine BECOPAD 350-Tiefenfilterschicht für die Feinfiltration. Zu beachten ist, dass die Definition von „steril“ in der Getränkeindustrie ausschließlich die Rückhaltung von getränkeschädlichen Keimen meint. Bei den Vergleichstiefenfilterschichten A und B ist zu betonen, dass diese den BECOPAD-Tiefenfilterschichten bestmöglich gleichen. Alle Versuchsfiltrationen sind in Doppelbestimmung durchgeführt worden. Der Filtrationsflux entsprach dem Industriestandard von 500 l/m<sup>2</sup>/h.

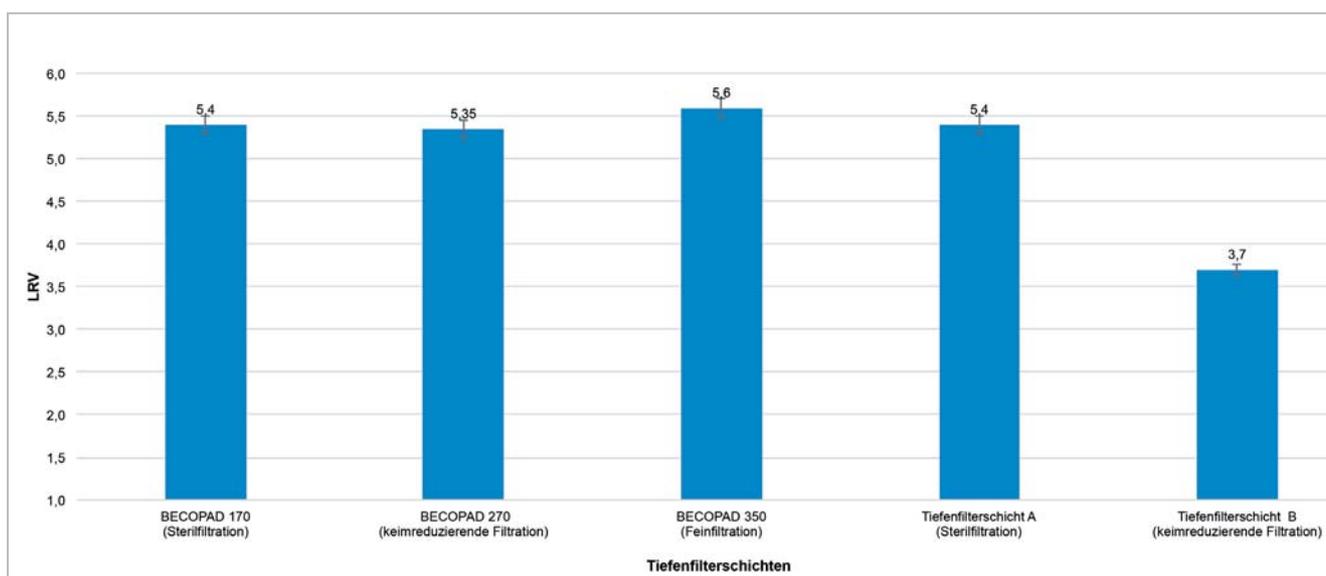


Abb. 1: Vergleich von LRV-Werten von *Alicyclobacillus acidoterrestris* Sporenlösungen

© alle 2018 Eaton.

Zunächst wurde ein aus Fruchtnektar selektionierter Wildstamm von *Alicyclobacillus acidoterrestris* auf BAT-Bouillon (*bacillus acidoterrestris* Bouillon) nach der IFU-Methode 12 (2012) kultiviert, um die Sporenkonzentration zu ermitteln. Diese lag zwischen  $1,1$  und  $5,6 \cdot 10^5$  KbE/pro ml. Anschließend wurde die Keimrückhalterate der verschiedenen Tiefenfilterschichten bestimmt.

Die Testergebnisse (Abb. 1) waren dabei durchaus überraschend, da neben den beiden Tiefenfilterschichten BECOPAD 170 und A für die Sterilfiltration auch die offenere BECOPAD 270 (keimreduzierende Filtration) und sogar die BECOPAD 350 für die Feinfiltration LRV-Werte von deutlich  $> 5$  auswies. Lediglich die Tiefenfilterschicht B für die keimreduzierende Filtration konnte mit einem LRV-Wert von  $3,7$  schlechter abschneiden. Diese Ergebnisse bestätigen frühere Testreihen, bei denen die offeneren BECOPAD 270 und 350 bereits hohe LRV-Werte und bis zu 100-fach höhere Keimrückhalteraten im Vergleich zu Tiefenfilterschichten mit filtrationsaktiven Bestandteilen wie Kieselgur erzielten. [6] Für den industriellen Einsatz sind diese Ergebnisse besonders interessant, da sie zum einen belegen, dass ACB-Sporen mittels Schichtenfiltration entfernt werden können und zum anderen nahelegen, dass für eine effektive ACB-Filtration nicht zwangsläufig auf Filterschichten für die Sterilfiltration zurückgegriffen werden muss. Dem Test nach können auch offeneren Tiefenfilterschichten wie BECOPAD 270 und 350 eingesetzt werden, die einen höheren Flux erlauben.

Auffällig ist der deutliche Leistungsunterschied der Tiefenfilterschicht B (LRV  $3,7$ ) und der BECOPAD 270 (LRV  $5,35$ ) für die keimreduzierende Filtration. Dieser weist darauf hin, dass nicht nur die Zusammensetzung der Tiefenfilterschichten, sondern auch ihre Verarbeitung und ihr Aufbau eine relevante Rolle bei der Abtrennung von *Alicyclobacillus acidoterrestris* Sporen spielen.



Abb. 2: BECO COMPACT PLATE A600-Filtrationssystem

## Schicht für Schicht gegen ACB – Empfehlungen für die Praxis

BECOPAD-Tiefenfilterschichten von Eaton werden ohne Zusatz mineralischer Bestandteile, wie Kieselgur seit mehr als 10 Jahren erfolgreich in der Getränkeindustrie eingesetzt – auch zur Abtrennung von ACB, wie die Labortests belegen. Um die Laborergebnisse für die Praxis nutzbar zu machen, orientierte sich der Versuchsaufbau an den üblichen Industriestandards und praktischen Erfahrungswerten von Eaton für die sichere Saft- und Konzentratfiltration: Ein Filtrationsflux von maximal  $500 \text{ l/m}^2/\text{h}$ , eine Filtrationstemperatur von maximal  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  und eine maximale Druckdifferenz von  $1,5 \text{ bar}$ . Wichtig ist zunächst die Feststellung der Sporenkonzentration. Bei einer Ausgangskonzentration von  $\geq 10^5$  KbE/ml *Alicyclobacillus acidoterrestris*-Sporen lassen sich nach einer Filtration mit den getesteten BECOPAD 170-, 270- und 350-Tiefenfilterschichten entsprechend der LRV-Werte von  $\geq 5$  keine Rückstände mehr feststellen und sind daher optimal geeignet.

Bei einer höheren Ausgangssporenkonzentration von  $> 5,6 \cdot 10^5$  KbE/ml gibt es zwei Optionen: Zum einen kann der Filtrationsflux reduziert werden, um mehr Sporen abzutrennen. Zum anderen – und das ist die sichere Variante – ist eine zweistufige Filtration sinnvoll. Hierbei wird zunächst mit einer Tiefenfilterschicht vorfiltriert, mit dem Ziel der Trübungsreduzierung und die Konzentration auf den Maximalwert von  $10^5$  KbE/ml zu reduzieren. Aus Kosten- und Effizienzgründen empfiehlt sich hier – je nach Grad der Verunreinigung – die Vorfiltration mit beispielsweise BECOPAD 550- (Grobfiltration), BECOPAD 450- (Klärfiltration) oder BECOPAD 350-Tiefenfilterschichten (Feinfiltration). Nach erfolgreicher Reduktion der Trübung auf  $1 \text{ NTU}$  (Nephelometric Turbidity Units) kann eine der getesteten BECOPAD-Filterschichten mit LRV-Wert  $\geq 5$  eingesetzt werden. Unabhängig vom Vorgehen, ist aber unbedingt darauf zu achten, dass der filtrierte Saft bzw. das filtrierte Konzentrat in den nachgeschalteten Prozessschritten keiner weiteren Verunreinigung ausgesetzt ist, um eine Reinfektion während der Lagerung oder des Transports zu vermeiden.

## Literatur:

- [1] Keweloh, Heribert, Mikroorganismen in Lebensmitteln: Theorie und Praxis der Lebensmittelhygiene, 2. Auflage, Haan-Gruiten, 2008
- [2] Juan Martin Oteiza, Silvina Soto, Verônica Ortiz Alvarenga, Anderson S. Sant'Ana, Leda Giannuzzi, International Journal of Food Microbiology, Flavorings as new sources of contamination by deteriorogenic *Alicyclobacillus* of fruit juices and beverages, (2014) 172, Seiten 119

- [3] Cerny G., Hennlich W., Poralla K., Spoilage of fruit juice by Bacilli - isolation and characterization of the spoiling microorganism. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung (1984), 179, Seiten 224 - 227
- [4] Juan Martín Oteiza, Gastón Ares, Anderson S. Sant'Ana, Silvina Soto, Leda Giannuzzi, Use of a multivariate approach to assess the incidence of Alicyclobacillus spp. in concentrate fruit juices marketed in Argentina: Results of a 14-year survey, International Journal of Food Microbiology (2011)151 (2), Seiten 229 - 234
- [5] Yue Tianli, Zhang Jiangbo, and Yuan Yahong, Spoilage by Alicyclobacillus Bacteria in Juice and Beverage Products: Chemical, Physical, and Combined Control Methods, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2014, Volume 13 (5), Seiten 771 - 1123
- [6] Junker Rainer, Fruchtsaft Ein Kompendium, Eaton Technologies GmbH, 2014 - 2017, S. 97



**Autorin:**

**Dr. Ilona Schneider,  
Dipl.-Oenologin,**

Team Leader Product Management  
Beverage Treatment and R&D  
Eaton Technologies GmbH

### **BECOPAD®-Tiefenfilterschicht**

Die BECOPAD®-Tiefenfilterschicht ist ein Premium-Tiefenfiltermedium aus hochreiner Cellulose und ohne Zusatz mineralischer Bestandteile. Seit mehr als 10 Jahre überzeugt sie in Punkto schonende Filtration und Werterhaltung, mikrobiologische Sicherheit, Leistungserhöhung und Umweltschonung, da sie biologisch abbaubar ist und bis zu 50 % weniger Wasser zum Neutral- und Rückspülen benötigt. Eingesetzt im Filtrationssystem BECO COMPACT PLATE A™ trennt sie trübungsverursachende sowie fruchtsaftschädliche und sporenbildende Keime wie *Alicyclobacillus acidoterrestris*/TAB sicher ab. Das Filtrationssystem ist ein hochwertiger Mehrschichtenfilter in unterschiedlichen Größen und mit umfangreichen Ausstattungsoptionen. Die Filterfläche kann flexibel an die jeweilige Anwendung angepasst und die Tropfverluste durch die hydraulische Anpressvorrichtung mit automatischer Nachpressung auf ein Minimum reduziert werden. Eine perfekt aufeinander abgestimmte Kombination für die Filtration klarer und stabiler Fruchtsäfte. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.eaton.de/filtration](http://www.eaton.de/filtration).

## **PEER REVIEW BOARD**

Neue Mitglieder willkommen – Kontakt unter: [redaktion@fluessiges-obst.de](mailto:redaktion@fluessiges-obst.de)

Die für die Fachzeitschrift FLÜSSIGES OBST eingereichten Fachartikel aus Wissenschaft und Forschung durchlaufen einen PEER-Review-Service. Ständige Mitglieder dieses Redaktions-Gremiums:

- Dr. Victor Ara, Chelab, Hemmingen
- Prof. Dr. Helmut Dietrich, Hochschule Geisenheim
- Mikko Hofsommer, GfL, Berlin
- Prof. Tilo Hühn, Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZAHW), Wädenswil, Schweiz
- Dr. Stefan Pecoroni, GEA Westfalia Separator Group GmbH, Oelde
- SGF International e. V., Nieder-Olm
- Matthias Sass, ADM WILD Europe GmbH & Co. KG, Eppelheim
- Dr. Joachim Tretzel, DöhlerGroup, Darmstadt
- Prof. Dr. Frank Will, Hochschule Geisenheim
- Dr. Edgar Zimmer, Bucher Unipektin AG, Niederweningen, Schweiz