

## Schimmelpilzproblematik beim Apfelsaft

DANIEL PULVER, AGROSCOPE  
 CHANGINS-WÄDENSWIL ACW

Das Problem ist schon lange bekannt: In einer ungeöffneten PET-Flasche mit Apfelsaft schwimmt ein Wattebausch-ähnliches, weissliches Gebilde herum. Oder: bei einer frisch angebrochenen Bag-in-Box ist plötzlich der Hahn verstopft. Ursache ist in den meisten Fällen ein Schimmelpilz, welcher sich ein paar Wochen nach der Abfüllung im Gebinde vermehrt hat. Solche Fälle kommen leider recht häufig vor und sind nicht nur für die Konsumenten, sondern auch für die Produzenten sehr ärgerlich, denn diese müssen nebst dem materiellen Verlust in der Regel auch einen beträchtlichen Imageschaden und Vertrauensverlust bei der Kundschaft in Kauf nehmen. Oft sind kleinere Mostereien oder gewerbliche «Lohnmoster» von solchen Schäden betroffen. In der Regel verarbeiten sie Obst aus verschiedener Herkunft und von unterschiedlicher Qualität. Bei der Verarbeitung stehen ihnen nicht die gleichen technologischen Möglichkeiten zur Verfügung wie beispielsweise einer Grossmosterei. Durch den in den letzten Jahren bei den obstverarbeitenden Betrieben in der Schweiz stattgefundenen Strukturwandel wird Süssmost wieder vermehrt in bäuerlichen und gewerblichen Betrieben hergestellt und direkt vermarktet. Dieser Anteil an der gesamten Saftproduktion beträgt schätzungsweise 20 % oder etwa 100 000 hl pro Jahr. In diesem Zusammenhang hat auch die Problematik der thermotoleranten Schimmelpilze wieder an Bedeutung gewonnen. Der geschätzte Anteil an verdorbenen Produkten beträgt zirka 5–10 %. Eine vor einigen Jahren in der Branche durchgeführte grössere Umfrage hat gezeigt, dass mehr als die Hälfte der bäuerlichen und gewerblichen Mostproduzenten schon ein- oder mehrmals mit diesem Problem konfrontiert waren.

### Gewisse Pilzsporen überleben und keimen später wieder aus

Während die meisten Mikroorganismen bei praxisüblichen Pasteurisationstemperaturen abgetötet werden, können gewisse Pilzspo-

ren überleben und später wieder auskeimen. Bei den aus verdorbenem Süssmost isolierten Pilzen handelt es sich fast durchwegs um Vertreter der Arten *Byssoschlamys fulva* oder *Byssoschlamys nivea* (Nebenfruchtform *Paecilomyces variotii*). Dieser Pilz kommt natürlicherweise im Erdreich und auf vielen Pflanzen und Früchten vor und gilt als einer der wichtigsten Verderbniserreger von Fruchtsäften und Fruchtkonserven. Er bildet sehr dickwandige, äusserst thermotolerante Ascosporen, welche selbst bei Temperaturen von über 80 °C überleben können (siehe Tabelle Seite 28). Durch die Erhitzung werden die Sporen nicht abgetötet, sondern sogar zur Keimung angeregt. Der Pilz kann auch bei tiefen Temperaturen und hohen Zuckergehalten wachsen und kommt mit sehr wenig Sauerstoff aus. Die Sporen sind auch unempfindlich gegenüber vielen Desinfektionsmitteln. Verbleibt der Pilz längere Zeit im Saft, entsteht ein unangenehm säuerlicher, schimmliger Geschmack, und der Saft wird ungeniessbar. Mit der Zeit bildet der Pilz CO<sub>2</sub>, sodass es, vor allem bei PET-Flaschen und Bag-in-Box-Beuteln, zu Blähungen kommt. Ausserdem können gesundheits-

schädliche Mykotoxine wie Patulin und Byssoschlaminsäure gebildet werden.

### Eine praktikable Lösung existiert noch nicht

In zahlreichen Arbeiten im In- und Ausland wurde versucht, eine praktikable Lösung für dieses Problem zu finden. Bis jetzt leider ohne Erfolg. Man geht davon aus, dass der Pilz mit kontaminiertem Rohmaterial in die Verarbeitung eingeschleppt wird. Sind die Sporen einmal in der Verarbeitungsanlage, so sind sie nur schwer wieder zu entfernen. Zudem kann mit jeder neuen Obstcharge der Pilz erneut eingeschleppt werden. Untersuchungen an der ZHAW mit einer künstlich mit Pilzsporen kontaminierten Anlage haben gezeigt, dass erst nach dreimaliger gründlicher Reinigung keine Sporen mehr nachgewiesen werden konnten. In einer ebenfalls an der ZHAW durchgeführten Semesterarbeit konnten frühere Untersuchungsergebnisse über die Hitzetoleranz der Sporen bestätigt werden: Selbst bei einer Pasteurisationstemperatur von über 80 °C können die Sporen nicht vollständig abgetötet werden. In einer weiteren Arbeit



Ärgerlich für Konsument und Produzent: Bag-in-Box mit Schimmelpilzbefall.

Un bag-in-box présentant des moisissures: C'est embêtant pour le consommateur et le producteur.

Photo: Daniel Pulver, ACW

konnte gezeigt werden, dass neue Bag-in-Box-Beutel praktisch steril sind und eine Kontamination von da her ausgeschlossen werden kann.

An der Agroscope Changins-Wädenswil ACW wurden neue Methoden zur raschen und eindeutigen Bestimmung der Pilzarten entwickelt und etabliert (Real-time PCR, MALDI Biotyping). Zurzeit laufende Arbeiten befassen sich mit der Thermotoleranz der Pilzsporen und mit alternativen Pasteurisationsverfahren.

#### Hygiene im gesamten Verarbeitungsprozess beachten

Die Möglichkeiten zur Bekämpfung des Pilzes sind beschränkt, weil der Einsatz von Konservierungsmitteln nicht erlaubt ist und der Most durch erhöhte Pasteurisationstemperaturen an Qualität einbüsst. Um die Gefahr einer Pilzinfektion zu reduzieren, müssen deshalb andere Massnahmen getroffen werden. Bei der Verarbeitung muss der Hygiene grosse Beachtung geschenkt werden (Gute Hersteller Praxis GHP). Nicht nur die Arbeitsräume und Maschinen müssen sauber sein, sondern auch das Rohmaterial. Grundsätzlich sollte nur einwandfreies, möglichst sauberes Obst verarbeitet werden. Wenn möglich sollten auf einem Förderband faule Früchte aussortiert und das Obst rasch verarbeitet werden. Fallobst, vor allem maschinell aufgelesene Früchte, sollten gründlich mit viel Frischwasser gewaschen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Einweichzeit genügend lang ist. Nur kurzes Eintauchen in Wasser genügt nicht. Optimal wären zusätzliche Spritzdüsen in der Förderschnecke. So kann die Keimzahl bereits deutlich reduziert werden.

In einem Versuch hat sich der Zusatz von Desinfektionsmitteln zum Waschwasser wegen der starken Verdünnung als unwirksam erwiesen. Durch eine gute Vorklärung des Saftes mit Enzym und Gelatine ist eine weitere Keimreduktion erreichbar. Ideal wäre eine relativ scharfe Filtration. Dies wird jedoch aus wirtschaftlichen Gründen meist nicht gemacht.

Bei der Pasteurisation sind eine optimale Temperatur von mindestens 75 bis 78 °C und eine Abfülltemperatur von 75 °C unbedingt einzuhalten. Eine höhere Temperatur bewirkt

geschmackliche Veränderungen des Produkts und ist daher nicht zu empfehlen.

Bei der Abfüllung muss eine Rekontamination mit Mikroorganismen vermieden werden. Alle Leitungen müssen keimfrei sein, vom Pasteurisationsapparat bis zum Abfüllventil. Vorteilhaft ist die Verwendung einer einfachen Abfüllstation, sodass Mündungen und Verschlüsse nicht berührt werden müssen. Auch wenn alle diese Massnahmen umgesetzt werden, ist ein Schimmelbefall nicht immer auszuschliessen. Um weiteren Schaden zu begrenzen, empfiehlt es sich, die abgefüllten Gebinde möglichst kühl zu lagern und vor dem Verkauf nochmals auf das Vorhandensein von Schimmelpilzen zu kontrollieren.

#### Befriedigende Lösung noch nicht in Sicht

Eine befriedigende Lösung des Problems ist noch nicht in Sicht. Mögliche Ansätze gibt es, wie oben erwähnt, bei der Pasteurisation (z.B. Hoch-Kurzzeit-Erhitzung). Auch eine Sterilfiltration vor der Abfüllung wäre denkbar. Diese Verfahren sind jedoch mit zusätzlichen Investitionen verbunden und setzen zudem ein Umdenken bei der Praxis voraus (naturtrübe Produkte gäbe es keine mehr). Es müssten zudem noch weitere Untersuchungen über den Einfluss auf die Sensorik, die optimalen Temperaturbedingungen und die Akzeptanz bei den Konsumenten durchgeführt werden. □

#### Inaktivierung von Ascosporen von *Byssoschlamys Fulva* (aus verschiedenen Literaturquellen)

TEMPERATUR (°C)	INAKTIVIERUNGSZEIT (MIN)	D-WERT (MIN) (90% REDUKTION)
80	Prakt. keine Inaktivierung	192
85	Unvollständige Inaktivierung	61
88	5 - >12	3.2
90	4 - >12	
95	1-3	

Daniel Pulver, ACW

#### ANZEIGE

#### PET-Flaschen pasteurisierbar anstelle von Glas

Immer mehr Betriebe füllen Apfelsaft in der praktischen PET-Flasche ab.

Die Flaschen sind bis zu zirka 85° heiss abfüllbar, leicht, unzerbrechlich, praktisch.

Erhältlich in 250 ml, 340 ml, 500 ml.



 **PLAST-PACK**  
 訂 購 熱 線 0 2 2 2 2 2 2 2 2

Simplonstrasse 82 T + 41 27 483 29 11  
 CH-1958 St-Leonard F + 41 27 483 29 13

## La moisissure du jus de pomme

DANIEL PULVER, AGROSCOPE  
 CHANGINS-WÄDENSWIL ACW

trad. Ce n'est pas nouveau: Une sorte de minon blanchâtre se balade dans une bouteille de jus de pomme en PET fermée. Ou le robinet d'un bag-in-box à peine ouvert se bouche soudain. Le plus souvent, c'est la faute à une moisissure qui s'est propagée à l'intérieur de l'emballage dans les semaines suivant le conditionnement. De tels épisodes sont malheureusement assez fréquents et très désagréables pour le consommateur et pour le producteur pour qui des dégâts d'image considérables et une perte de confiance de la part des clients s'ajoutent à la perte matérielle. Les entités victimes sont souvent de petites cidreries ou des «cidreries à façon». Elles transforment habituellement des fruits de provenance et de qualité diverses. En outre, elles ne disposent pas des mêmes moyens techniques de transformation que les grandes cidreries industrielles. Les récents changements structurels dans les exploitations transformatrices de fruits de Suisse ont entraîné la recrudescence de la fabrication et de la vente directe de jus de pomme dans les exploitations agricoles et artisanales. Cette part représente environ 20 % de la production totale de jus de pomme ou 100 000 hl par année. Dans ce contexte, le problème des moisissures thermotolérantes regagne en importance. La proportion de produits avariés est estimée entre 5 % et 10 %. L'enquête menée ces dernières années auprès de la filière a révélé que la moitié des producteurs de jus de pomme artisanaux et industriels ont rencontré le problème une ou plusieurs fois par le passé.

**Zu wenig wirksam: Einfache Waschanlage mit kurzer Einweichezeit.**

**Les installations de lavage simples et des trempages brefs manquent d'efficacité.**

Photo: Daniel Pulver,  
 ACW



### Des spores de survivants qui germent plus tard

Si la plupart des microorganismes sont tués aux températures de pasteurisation usuelles, certains spores survivent et germent plus tard. Les moisissures isolées dans les jus de pomme avariés appartenant presque sans exception aux espèces *Byssochlamys fulva* ou *Byssochlamys nivea* (forme anamorphe: *Paecilomyces variotii*). Cette moisissure est présente naturellement dans la terre et sur un grand nombre de plantes et de fruits. Elle est considérée comme un des principaux germes d'altération des jus et des conserves de fruits. Ses ascospores ont une paroi très épaisse, sont extrêmement thermotolérants et capables de survivre à des températures supérieures à 80 °C (tableau sur cette page). Les germes ne sont pas tués par le chauffage qui, au contraire, en favorise la germination. La moisissure peut aussi se développer à basse température, à de fortes teneurs en sucres et avec peu d'oxygène. Ses spores sont aussi

insensibles à de nombreux agents désinfectants. Si la présence de la moisissure dans le jus se prolonge, ce dernier prend un goût désagréable acidulé et de moisi et devient impropre à la consommation. Au fil du temps, la moisissure produit du CO<sub>2</sub> qui fait gonfler les bouteilles en PET et les autres de bag-in-box. De plus, des mycotoxines nuisant à la santé peuvent se former, comme la patuline ou l'acide byssochlamique.

### Pas de solution applicable dans la pratique

Des recherches de solution ont donné lieu à de nombreux travaux en Suisse et à l'étranger, mais sans succès à ce jour. Il est admis que la moisissure parvient dans la transformation avec de la matière première contaminée. Une fois les installations de transformation contaminées, il devient très difficile d'éliminer les spores. De plus, chaque nouvelle charge de fruits est susceptible d'amener de nouvelles contaminations. Des essais à la ZHAW sur des installations contaminées artificiellement ont révélé que trois nettoyages à fond étaient nécessaires pour qu'il devienne impossible de mettre en évidence la présence de spores. Un travail de semestre réalisé également à la ZHAW a permis de confirmer de précédents résultats d'analyse quant à la thermotolérance des spores. Il est impossible de tuer tous les spores, même à des températures de pasteurisation supérieures à 80 °C. Un autre travail

#### Inactivation d'ascospores de *Byssochlamys fulva* (plusieurs sources de littérature)

TEMPÉRATURE (°C)	TEMPS D'INACTIVATION (MIN)	VALEUR D (MIN) (RÉDUCTION 90 %)
80	Pratiquement aucune inactivation	192
85	Inactivation incomplète	61
88	5 – >12	3.2
90	4 – >12	
95	1–3	

Daniel Pulver, ACW

a permis de montrer que les outres de bag-in-box neuves sont quasi stériles et qu'on peut les exclure comme source de contamination. Agroscope Changins-Wädenswil ACW a de son côté développé de nouvelles méthodes de détermination rapide et précise du genre de moisissure (Real-time PCR, MALDI Biotyping). D'autres travaux encore, en cours, sont consacrés à la thermotolérance des spores de moisissure et à des méthodes de pasteurisation de substitution.

### Veiller à l'hygiène dans tout le processus de transformation

Les moyens de lutte contre les moisissures sont limités en raison de l'interdiction des conservateurs et à cause des pertes de qualité du jus de fruits s'il est pasteurisé à des températures plus hautes.

Il faut donc prendre d'autres mesures pour réduire les risques de contamination par des moisissures. L'hygiène mérite la plus grande attention lors de la transformation (bonnes pratiques de fabrication BPF). La propreté ne concerne pas que les locaux et les machines, mais aussi la matière première. Seuls des fruits irréprochables aussi propres que possible conviennent à la transformation. Il serait bon d'écartier les fruits altérés à l'aide d'un tapis de transport et de transformer rapidement les bons fruits. Les fruits tombés, surtout s'ils ont été ramassés à la machine, devraient être lavés à fond à grande eau. Le

temps de trempage en particulier doit être suffisant, car il ne suffit pas de passer les pommes brièvement dans l'eau. Idéalement, la vis de transport est équipée de buses de lavage supplémentaires, ce qui permettrait de diminuer drastiquement le nombre de germes. Un essai a montré l'inefficacité de l'adjonction de désinfectant à l'eau de lavage à cause de la dilution. La clarification du jus à l'aide d'enzyme et de gélatine permet d'atteindre une diminution supplémentaire des germes. Une filtration sévère serait parfaite, mais n'a généralement pas lieu pour des raisons de rentabilité.

Lors de la pasteurisation, il faut impérativement atteindre une température d'au moins 75 à 78 °C et 75 °C lors de l'embouteillage. Les températures plus hautes altèrent le goût du produit et ne sont dès lors pas conseillées. Il faut aussi éviter toute recontamination par des microorganismes lors de l'embouteillage. Tous les conduits doivent être sans germes, du pasteurisateur jusqu'à la vanne d'embouteillage. Il est bon d'utiliser une station d'embouteillage simple, de façon à éviter tout contact avec les sorties et les fermetures. Pourtant, même si toutes ses mesures sont mises en œuvre, il n'est pas toujours possible d'exclure les problèmes de moisissure. Pour limiter les dégâts, nous recommandons d'entreposer les emballages conditionnés au frais et de vérifier une dernière fois l'absence de moisissure avant la livraison.

### Aucune solution satisfaisante en vue

Aucune solution satisfaisante n'est en vue. Comme mentionné ci-dessus, il existe des pistes en ce qui concerne la pasteurisation, par exemple l'UHT. Une autre piste est la filtration stérile avant l'embouteillage. Ces méthodes exigent toutefois des investissements supplémentaires et des changements d'habitude dans la pratique. La turbidité naturelle des produits par exemple disparaîtrait. De plus, d'autres analyses seraient nécessaires pour déterminer l'influence sur le profil sensoriel, les conditions de température optimales et l'acceptation par le consommateur. n

ANZEIGE

# Obstbäume

Ametist *	T337	Conférence	QA
Ariwa *	T337	Gute Louise	QA
Boskoop Schm. H.	Fl.56 M27*	Harrow Sweet	QA
Braeburn Hillwell*	T337	Kaiser Alexander	QA
Cox's Koralle	M9vt	Williams	QA
Elshof*	M9vt		
Florina	T337	Aprikosensortiment	
Galaxy*	T337	Zwetschgensortiment	
Galiwa*	T337	Pfirsich und Nektarinen	
Glockenapfel	T337	Kirschensortiment	G5 Colt
Golden Reinders*	M9vt	Hochstammsortiment	
Gravensteiner	M9vt M27*	Mostapfelsortiment	
Idared	M9vt		
Kiku 8*	T337		
La Flamboyante*	Fl. 56		
Maigold	Fl.56, M27*		
Milwa* (Diwa)	T337		
Nela*	T337		
Novajo*	Fl.56		
Opal*	T337		
Otava*	T337		
Pinova*	T337		
RubINETTE*	Fl.56		
Rubinola*	T337		
Topaz*	M9vt		

**Informieren  
 Sie sich über das  
 Biosortiment  
 für  
 Knospen-Betriebe**

\*Sortenschutz



**Baumschule  
 Egnach**

Telefon 071 477 20 04

Fax 071 477 20 76

Natel 079 437 32 91