



Konsummilch – hygienische, haltbarkeitstechnische Fragestellungen

Konsummilch-Trinkmilch

Bei der klassischen/traditionellen Technologie wird die Trinkmilch mindestens einem Pasteurisierungsverfahren (Dauererhitzung für 30 Min. bei 65°C bzw. einer Kurzzeiterhitzung bei 72-75°C für 2-4 sc.) unterzogen.

Bei dieser Technologie sind Haltbarkeitsfristen von 6-12 Tage – je nach Abfüllmanagement – realisierbar. Um längere Haltbarkeiten („länger haltbare Milch“ – sog. ESL Milch) zu realisieren, wäre es notwendig, die Milch zusätzlich zu entkeimen (mittels Bactofugen oder Microfiltration) oder deutlich (125-128°C) höher zu erhitzen.

Die besten Qualitäten (in Hinblick Nährwerte und sensorische Beschaffenheit) erzielt man bei eher schonenden Erhitzungsverfahren.

Was erreicht man durch die üblichen Pasteurisierungsverfahren?

Generell ist es verboten – außer man erfüllt die für Vorzugsmilch notwendigen anlage- und hygienetechnischen Voraussetzungen – nicht ausreichend (=mind. Pasteurisierungsbedingungen) erhitzte Milch in den Verkehr zu bringen.

Bei den üblichen Pasteurisierungsbedingungen werden obligat pathogene Mikroorganismen, wie *Salmonellen* und *Listeria monocytogenes* ausreichend inaktiviert. Nur diese Keime sind lt. EU VO 2073 für Konsummilch geregelt. Natürlich werden auch weitere pathogene Keimgruppen, wie *Yersinia enterocolytica*, *Campylobacter* oder *shigatoxinbildende E.coli* („STEC“) hinreichend abgetötet.

Die nachfolgende Übersicht zeigt jedoch, dass ein großer Teil der obligat vorhandenen Keimflora von sauber ermolkenen Rohmilch, wie *Microbakterien*, *Staphylokokken/Mikrokokken*, *Streptokokken* und vor allem die Bacillensporen die Kurzzeit- und teilweise Hocherhitzungsbedingungen überdauern.

Beachte – wichtig:

In kurzzeit- (72-75°C)- und hocherhitzter (bis 85°C) Milch wird man immer die oben angeführten thermoduren Keime vorfinden, auch Sporen der *Bacillus cereus* group. Umfangreiche Studien (in Zusammenarbeit mit GEA) am Labor Dr. Hüfner - in den vergangenen 10 Jahren – haben gezeigt, dass *Bac.cereus* in ~ 80% der Rohmilch nachweisbar ist – in einer Größenordnung von 1-10 kbE/10 ml, teilweise auch weniger oder dtl. mehr. Bacillen der *Cereus* group sind insofern problematisch, da einige Spezies ,wie

- *Bac.mycoides*, *Bac. toyonensis*
- *Bac.weihenstephanensis*

teilweise kältetolerant sind und somit auch bei kühlgelagerter (6-8°C) Konsummilch haltbarkeitsrelevant sein können.

Keimflora – Rohmilch - pasteurisierte Milch

Parameter	Rohmilch	past.Milch	past.Milch
	- kbE/ml -	- kbE/ml -	- kbE/ml -
	RW	RW	WW
thermodure hochehtzungsrobuste Keimflora			
▪ Microbakterien *)	100-50.000	10 - 2.000	5.000
▪ Streptokokken	10-1.000	10 - 2.000	5.000
▪ Micrococcus/Staphylokokkus	10-10.000	10 - 2.000	5.000
▪ Enterokokken	10-1.000	10 - 100	1.000
▪ Bacillen (Sporen)	2-100	2 - 300	1.000
- <i>Bac.cereus</i> group /10 ml	1-10	1-10	10
- <i>Paenibacillus</i> sp. /10 ml	1-10	1-10	10
▪ Clostridien (Sporen) /10 ml	0,3-25	0,3-25	> 110
bedingt hitzerobuste Keimflora			
▪ Leuconostocaceae	10-500	<1	>10
▪ <i>Lactobacillus parabuchneri</i>	10-100	<1	>10
▪ Propionibakterien	10-100	<1	>10
▪ <i>Acinetobacter/Moraxella</i>	10-1.000	1 - 10	100
verderbsrelevante Kontaminationskeime			
▪ <i>Pseudomonas</i>	100-100.000	neg. in 10ml	>10
▪ Enterobakterien/Coliforme	10-20.000	neg. in 10ml	>10

*) u.a. noch coryneforme Bakterien, *Cellulosimicrobium*, *Brachybacterium*, *Curtobacterium*

RW: Richtwert WW: Warnwert

Haltbarkeitsrelevante Faktoren

1. Unter haltbarkeitstechnischen Gesichtspunkten spielen in erster Linie kältetolerante Bacillen der Spezies *Bc. cereus*, wie *Bac.weihenstephanensis* und *Bac.mycoides* eine Rolle.
2. Paenibacillen sind nur eingeschränkt (bis 10°C) kältetolerant, aber auch hier gibt es Spezies, wie *Paenibac. amylolyticus* oder *Paenibac.odorifer*, die noch bei 8°C sehr gut wachsen.
3. Wird die Milch konsequent bei ≤ 8°C – wie vom Gesetzgeber gefordert – gekühlt, so sind bei **rekontaminationsfreier Abfüllung** - je nach *Bc.cereus*- oder *Paenibac. amylolyticus*-Belastung – Haltbarkeiten von mind. 10 Tagen, in der Regel 15 Tage realisierbar.

Der *Bc.cereus*gehalt sollte bei < 1 kbE/ml liegen. Ist es möglich – etwa durch Entkeimungsmaßnahmen (2-fach Entkeimung) – den *Bc.cereus*sporengehalt auf < 1 Spore/10 ml zu senken, so sind bei ≤ 8°C durchaus Haltbarkeiten von 15-20 Tagen realisierbar, sofern eine kontaminationsfreie (in 100 ml) Abfüllung erfolgt. Was die oben angesprochenen *Paenibacillen* *anbelangt*, so sind ähnliche Standards wie *Bac.weihenstephanensis* und *Bac.mycoides* anzustreben. In jedem Fall sind Haltbarkeiten von mind. 21 Tagen zu realisieren, sofern der 100 ml Rekontaminationstiter (siehe Anlage) negativ ist.

Bacillen der cereusgroup sind schwache Säurebildner und Proteolythen. Bei *Bac.cereus* verursachten Verderberscheinungen (> 10 Mio. kbE/ml) flockt die Milch aus („Süßgerinnung“) und der Geschmack ist als deutlich bitter wahrzunehmen. Generell treten die durch diese Keime verursachten Verderberscheinungen erst bei sehr hohen (> 10 Mio. kbE/g) Keimkonzentrationen auf.

In Hinblick auf die Festlegung der MHD Fristen bei traditionell hergestellter Konsummilch ist so zu verfahren, dass bei MHD Ende eine Keimzahl von ~ 100.000 kbE/ml an kältetoleranten Bacillen, i.b. der *Cereusgroup* nicht überschritten werden sollte. So weist die Milch noch einen deutlichen (4-5 Tage) Haltbarkeitspuffer auf, bis es zu *cereusverursachten* Verderberscheinungen kommt.

Gesundheitliche Aspekte von Bacillus cereus sp.:

In zucker-, vor allem stärkehaltigen Nahrungsmitteln (Cerealien, Pudding, Reis,..) können einige der *Bacillus cereus* Spezies krankmachende Enterotoxine, sog. *Diarrhöetoxine* bilden. Dieser Sachverhalt ist in erster Linie bei Stämmen von *Bac.cereus sensu stricto* gegeben. Die in gekühlten Milchprodukten vorkommenden kältetoleranten Spezies, wie *Bac.weihenstephanensis* und *B.mycoides* haben toxintechnisch keine so große Bedeutung.

Wahrscheinlich konnten aus deswegen in reinen, nicht verdorbenen Milchprodukten bis dato keine gesundheitlich relevanten Toxinkonzentrationen nachgewiesen werden. Dies ist verständlich, da im Normalfall Toxinbildung erst bei höheren ($> 10^6$ KbE/ml – koloniebildende Einheiten/ml) Keimzahlen erfolgt. Wäre dem so, so wäre es nicht mehr möglich, traditionell erhitzte Konsummilch in den Verkehr zu bringen.

DENN: Bei aseptisch bzw. kontaminationsfreier Konsummilchherstellung und Abfüllung sind ausschließlich kältetolerante Bacillen, in erster Linie die oben angesprochenen Spezies der *Cereus group* verderbsrelevant. Zunehmend findet man auch kältetolerante Vertreter der *Paenibacillus group*, wie *P.amyolyticus* und *P.odorifer* in verdorbenen („fruchtiger“ Geschmack) Konsummilchproben. Auch diese Keime stellen keinerlei hygienisches Risiko dar.

Beachte: Bacillensporen sind zunächst Bestandteil der Boden-/Pflanzenflora und gelangen so direkt oder indirekt über das Futter in den Kuhstall, in die Kuh, in die Milch. Die beim Landwirt, in der Molkerei durchgeführten Erhitzungs-, aber auch Reinigungsmaßnahmen können dazu führen, dass sich selektiv thermodure Keime (wie Microbakterien), i.b. jedoch Sporen im System anreichern können. D.h., ein erhöhter Sporeneintrag muß nicht in jedem Fall ein Rohstoff-/Rohmilchproblem sein – häufig sind es schlicht Produkt- und Keimbeläge, die sich durch unzureichende R&D Maßnahmen aufbauen oder zu lange ($> 8h$) Standzeiten.

- ☞ Ein Indiz hierfür kann der Anstieg der Microbakterienkeimzahlen sein. (wachsen auf Plate Count oder Glucose Casein Pepton Agar, kurz „GC“ als hellgelb/transparente bis grünliche Kolonien)
 - Eine Anreicherung ist in Tellerpaketen von Entrahmern, Entkeimern wie Austauscher-/Kühlersegmenten möglich.
- ☞ Nach Pasteurisierung sollten die Gesamtkeimzahlen bei < 200 kbE/ml liegen. Microbakterien selbst können schleimige Beläge (EPS, Exopolysaccharide) bilden, in welchen sich dann auch Sporen festsetzen können. Je nach Standzeit können die Sporen dann sogar auskeimen und sich vermehren. Somit sind Gesamtkeimzahlen von > 1000 kbE/ml schon kritisch.
 - Milcherhitzungsanlagen sollten ausreichend gereinigt werden – bei Laugentemperaturen von 80 (85°C) -1,8-2,0% NaOH.
 - Was die Lösung bzw. Entfernung von Belägen oder gar „Verbrennungsrückständen“ (Ca-Phosphat, Ca-Caseinkomplexe) anbelangt, so ist dies genau genommen nur mit sauren Reinigern möglich. Teilweise werden daher auch saure Einphasenreiniger für die Wärmetauscher-Reinigung empfohlen/diskutiert. Die Säuretemperaturen sollten allerdings nicht höher als 65°C sein.
 - In nicht hinreichend gereinigten Anlagen kann es zur Bildung von hitze- und desirobusten Sporen kommen!

Haltbarkeits-/verderbsrelevante Keimspezies

1. Neben den eben angesprochen kältetoleranten, obligat vorhandenen Bacillen der Spezies
 - *Bac. mycoides*, *Bac. toyonnensis* (*Bac. cereus* group)
 - *Bac. weihenstephanensis* (*Bac. cereus* group)
 - *Paenibacillus amylolyticus*
 - *Paenibacillus odorifer* und *Paenibac. sp./etheri*
2. sind gramnegative Kontaminationskeime die Ursache Nr. 1 für vorzeitigen Milchverderb, wie:
 - *Pseudomonaden* und
 - *kältetolerante, teilweise lactosenegative Enterobakterien*
 - *Eb. cloacae* complex, *Klebsiella*, *Serratia*, *Leliotta* .

Diese Keime sind in der Lage, auch noch bei tieferen (6°C) Temperaturen nennenswerten Stoffwechsel zu haben.

- Pseudomonaden sind vor allem Wasserkeime und siedeln sich daher bevorzugt in den Gerätschaften, in Milch-/Wasserresten an. Trinkwasser kann und darf bis zu 100 Pseudomonaden/ml enthalten. Anlagen sind daher vor der Verwendung zu sterilisieren!
- Gerätschaften, Flaschen können in gewerblichen Spülmaschinen gereinigt werden. Es ist jedoch wichtig, mit mind. 65°C (besser 80°C) nachzuspülen – mit Trocknung!!!
- teilaseptischen Abfüllsystemen (teilweise auch UHT Milch). Viele Enterobakterien, i.b. Vertreter der *Eb. cloacae* group sind starke Schleimbildner (es werden sogenannte *Exopolysaccharide* bzw. *EPS gebildet*). Somit sind diese Keime rel. geschützt gegen die üblichen DESI Maßnahmen – andererseits können hartnäckige Biofilme entstehen. Es ist daher wichtig, vor Desinfektionsmaßnahmen Produktreste sauber zu entfernen. Am effektivsten in diesem Zusammenhang ist nach wie vor heiße (80-85°C) Laugenreinigungen (am besten mit Zusatz von Tensiden, Additiven). Erst dann wirken auch Desinfektionsmaßnahmen.
- Enterobakterien/Coliforme/*E. coli* sind vielfach Bestandteil der Anlage-/Betriebsflora (Laktosevergärer!). Werden die Anlagen nicht gründlich gereinigt, so können sich diese Keime in den Anlagen anreichern. Kritisch ist die Zwischenreinigungszeit, da sich in Dichtungen, Verschraubungen etc. die immer vorhandenen Keimreste vermehren und anreichern können - dies umso mehr, je höher die Außen- und somit Raumtemperaturen liegen.
- Auch in Erhitzungssystemen (im Austauscher/Anwärmer/Kühler) ist eine Anreicherung möglich. In der wärmeren Jahreszeit reichern sich vor allem die eher Wärme liebenden *Enterobakterien*, im speziellen *E. coli* in Milch-/Wasser-/Molkeresten an.

- So kann ein höherer *Acinetobacter* Gehalt der pasteurisierten Milch als ein Indikator für Erhitzungs-/Biofilmp Probleme gewertet werden. Diese Keime überdauern den unteren Kurzzeiterhitzungsbereich – sind darüber hinaus extrem robust gegen die üblichen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen, da die die meisten *Acinetobacter* Kolonien von äußerst zäher Konsistenz sind und somit an Oberflächen „festkleben“ dürften.
- Bei hartnäckigen „Belägen, Biofilmen“ bringt ein Zusatz von Oxidationsmitteln, wie H₂O₂ oder auch Hypochlorit häufig eine deutliche Verbesserung („Puster“). Ansonsten wurden speziell bei der Erhitzerreinigung schon positive Erfahrungen dahingehend gemacht, dass man mit dem Säureschritt beginnt und so die mineralischen Beläge „anknackst“

Haltbarkeitstechnische Aspekte

- Traditionell hergestellte Trinkmilch sollte in mind. 1 ml frei sein von kältetoleranten gramnegativen Rekontaminationskeimen (in erster Linie *Pseudomonas* ssp., aber auch verschiedene Enterobakterien-Spezies) – ansonsten sind längere (>8 Tage) Haltbarkeiten, bei 8 °C kaum zu garantieren.
- Länger frische – traditionell hergestellte Konsummilch – sollte MHD Fristen von mind. 15 Tagen aufweisen. Je nach Entkeimungsgrad (1-fach bzw. 2-fach) sind MHD Fristen bis 21 Tage möglich. Um MHD Fristen von mind 18 Tagen realisieren zu können, sollte die abgefüllte Milch in mind. 10ml – besser 100 ml – frei von kältetoleranten , verderbsrelevanten Bacillen sein. Sofern bei < 125°C erhitzt wird, so ist eine Keimfreiheit (von kältetoleranten Bacillen) in 1000 ml nicht durchwegs realisierbar. Daher sollte man bei dieser Milch auch mit dem klassischen Rekontaminationstiter (= Prüfung von 10 ml und 100 ml., siehe Anlage) die MHD relevanten Analysen durchführen.
- Länger haltbare ESL Milch mit MHD Fristen von 25-30 Tagen – industriell abgefüllte Milch – sollte in der Verpackungseinheit (500-1.000 ml) frei von gramnegativen Kontaminationskeimen sein.

Wasser an sich ist in der Regel coliformenfrei (neg. in 100ml), kann und darf jedoch laktosenegative Enterobakterien und vor allem Pseudomonaden enthalten. In Verbindung mit *geringsten* Milchrückständen können sich diese Keime in Milch-/Wasserresten sehr rasch vermehren, vor allem in der „Zwischenreinigungszeit“. Grund ist der Sachverhalt, dass sich diese Keime an ein neues Medium nicht erst anpassen müssen – ohne lange Lag Phase (Anlaufphase) erfolgt sofort Keimvermehrung (=exponentielle Phase). Da dem so ist, wurden und werden Tanks, Leitungen etc. in der Milchwirtschaft vor der „Benützung“ prinzipiell nochmals gedämpft/steril- bzw heißgefahren.

Sollte eine Standdesinfektion (auch über Nacht) erfolgen, so sind die Konzentrationen an Peressigsäure/Peroxide etc. genau einzuhalten. Auf Grund der Bildung von *Exopolysacchariden* („EPS“) weisen vor allem Pseudomonaden eine erhöhte Robustheit gegen R&D Komponenten auf. Am wirkungsvollsten dürfte daher nach wie vor *Hitze (Reinigung bei mind. 80°C)* bzw. das *Dämpfen* sein.-

Kontaminationsquellen

- Unmittelbar bei der Abfüllung kommt es im Bereich der Füller (bei ~2 °C) zu verstärkter Kondenswasserbildung. Nicht selten reichern sich dann unmittelbar im Füllerbereich kältetolerante „Wasser-Keime“ an. Kritisch sind Aerosole – daher ist auch die Abfüllmaschine an sich, der Innenraum keimfrei zu halten.
- Auch das Kondensat von Sterilluftfiltern kann bisweilen zur „Keimquelle“ werden.
- Häufig ist schon der Steriltank kontaminiert. In der kälteren Jahreszeit spielen geringste Keimreste – in Dichtungen, Verschraubungen, Deckel – häufig keine Rolle, speziell *Enterobakterien* vermehren sich in der wärmeren Jahreszeit in der Zwischenreinigungszeit jedoch überproportional.
- Ganz kritisch sind feine „Haarrisse“. Durch den ständigen Temperaturwechsel (heiß/kalt) sind negative Einflüsse auf die Werkstoffe kaum zu vermeiden.
- Um ebenfalls die *Bc. cereus*-Sporen/*Paenibacillus amylolyticus* Sporen zu reduzieren, wäre eine mindestens 1-fache Entkeimung (Baktofugierung) notwendig. Diese Problembazillen werden über die Rohmilch (Kuhstall, Einstreu, Euter,...) in die Milch eingebracht und führen – allerdings erst bei Temperaturen von >8 °C – zu einer vorzeitigen „Süßgerinnung“ bzw. Säuerung.
- Im System – vor allem Plattenapparat, aber auch Separatoren – könnten sich diese Keime auch anreichern. Unkritisch sind sachgemäß installierte Entkeimer (Zentrifugen).
- Sofern die Milch filtriert wird, so sind Module zu wählen, die sich auch heiß reinigen lassen – wie Keramik. Ansonsten ist die Microfiltration auch ein wirksames Verfahren, um die Sporen zu entfernen (- 99,8%).

Im Abfüllbereich ist – bei Herstellung von länger frischer Konsummilch – mind. im „ultra clean“ Bereich zu arbeiten. D.h., die Milchpackung, die Milchflaschen sind zu desinfizieren. Nachspülen mit unbehandeltem Wasser führt zu einem Eintrag an kältetoleranten „Wasserkeimen“ – in erster Linie *Pseudomonas sp.*

Haltbarkeitsfristen- Keimzahlgrenzwerte

Die Haltbarkeitsfrist ist so zu wählen, dass diese Keime bei Ende MHD eine Keimzahl von ca. 1 Mio. kbE/ml (besser: < 100.000 kbE/ml) nicht übersteigen. Verderberscheinungen (Süßgerinnung) sind i.d.R. erst bei Keimkonzentrationen von deutlich >10 Mio. kbE/ml zu erwarten. In reiner Milch werden – nach bisherigem Kenntnisstand – durch *Bc. cereus* keine gesundheitlich relevanten Toxinkonzentrationen erreicht. Kritisch sind lediglich stärkehaltige Produkte, wie Pudding etc.

Zwischenzeitlich - vor allem bei entkeimter (Zentrifuge, Microfiltration) – spielen psychrotrophe Paenibacillen eine größere Rolle. Diese Keime werden vermehrt über die Rohmilch eingetragen und können vor allem im Sommer, bei Unterbrechung der Kühlkette verderbsrelevant (fruchtig,...) werden.

Ganz wesentlich wird die Haltbarkeit von traditionell hergestellter Konsummilch durch die Lagertemperaturen beeinflusst. Es wird empfohlen, die Milch schon sehr kühl – bei mind. 2°C-4°C – abzufüllen und sicherzustellen, dass die Kühlkette (< 8°C) nicht unterbrochen wird.

Gesetzliche Vorgaben

Lt. 1 VO(EG) Nr. 2073/2005 sollte die frisch abgefüllte Milch in 0,1 ml (= < 10 kbE/ml) keine Enterobakterien (Darmkeime) enthalten. Diese Keime fungieren als Prozesshygieneparameter. Höhere Werte müssen nicht gesundheitsschädlich sein. Lt. LM-Hygiene-VO sind allerdings Maßnahmen – Verfolgsproben, Stufenkontrolle, Intensivierung der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen (R&D) – zu treffen, damit das Problem nicht mehr auftritt.

Weitere gesetzliche Vorgaben – von Seiten der EU-VO 2073 – gibt es nicht!

Beachte:

In einer kontaminationsfrei abgefüllten Konsummilch – unabhängig ob traditionell hergestellte Milch oder ESL Milch – können sich bei Kühlung (< 8°C) nur kältetolerante Bacillen, wie *Bacillus mycoides/weihenstephanensis* oder *Paenibacillus amylolyticus*, *Paenibac. odorifer*, *P. etheri* auf verderbsrelevantes Keimniveau (> 10 Mio. kbE/ml) vermehren.

- ☞ Somit ist der Parameter „Gesamtkeimzahl“ als qualitätsrelevante Haltbarkeitskriterium nicht geeignet – sofern explizit keine differenzierte Keimdiagnostik erfolgt.
- ☞ Vor dem Hintergrund, dass sich in einer kontaminationsfrei abgefüllten Trinkmilch nur thermotolerante, kältetolerante Bacillenspezies vermehren können – und hier erst ab > 10 Mio. kbE/ml (in der Praxis : > 50 Mio. kbE/ml) verderbsrelevant sind, so stellt eine Keimzahlgrenze von 100.000 kbE/ml eine hohe Sicherheit dar. Eine solche Milch ist in der Regel noch weitere 4-5 Tage lagerbar, bevor sensorischer Verderb einsetzt.
- ☞ Absolut unrealistisch sind Keimzahlgrenzwerte von < 1000 Bac.cereus/ml – für normale Trinkmilch! - sowohl unter technologisch-/haltbarkeitstechnischen als auch gesundheitlichen Aspekten . Sollten diese Grenzwerte Bestandteil von gesetzlichen Vorgaben werden, so wäre es nicht mehr möglich, normale Konsummilch (entkeimt, pasteurisiert bei ~ 74°C) herzustellen bzw. mit längeren MHD Fristen als 15 Tage zu versehen! Erst durch Hoherhitzung (> 128°C) ließen sich längere MHD Fristen zuverlässig realisieren – dies kann weder im Sinne der Wirtschaft (dtl. höherer Energieverbrauch) noch Verbraucher (geringerer Nährwert umso höher die Temperaturen gefahren werden) sein.

Haltbarkeitstechnische Milchuntersuchungen

Im Abfüllbetrieb sind vereinfachte Haltbarkeitstests möglich. Sollte die gesamte Milchpackung (1 ltr.) nach einer Belastungszeit von 24h bei ~ 25°C noch keine Auffälligkeiten (pH, Sensorik oder Kaffeetest) zeigen, so liegt eine außerordentlich hohe Qualität vor. Hier wären MHD Fristen von > 25 Tagen (bei 8°C) zu realisieren. Diesen Standard wird man bei traditioneller, handwerklicher Technologie jedoch nur selten erreichen. Ausreichend wäre eine Milch, die in jeweils 10 ml und 100 ml - nach einer Bebrütungszeit von 24-48h/25°C – noch keine Auffälligkeiten aufweist

Nach dieser Vorbebrütung sollten keine größeren sensorischen und pH-Wert Abweichungen feststellbar sein.

Ansonsten funktioniert auch der Kaffeetest (Arabica, nicht magenschonend): Die Milch sollte nicht ausflocken!

Beachte: pasteurisierte Milch enthält obligat thermophile Keime (siehe Tab.) – haltbarkeitsrelevant sind jedoch nur kältetolerante Spezies. Daher sollten die Belastungstest eher bei niedrigen (20-25°C) Temperaturen durchgeführt werden. Unter diesen Bedingungen können im Normalfall nur kältetolerante Spezies wachsen und somit die Milch verändern. Bei längeren Bebrütungszeiten oder höheren (30°C) Temperaturen können möglicherweise auch weniger kältetolerante Keime wachsen und die Milch verändern. Wir empfehlen daher, eher nur für 24h zu bebrüten.

Alkoholprobe:

Bei der einfachen Alkoholprobe mischt man jeweils 2ml Milch mit 2 ml 68%-75%-igem Alkohol. Man schüttelt gründlich. Unerwünscht ist eine Gerinnung, wie feinste Flockenbildung am Gefäßrand.

Lt. Kotterer-Münch („Untersuchungsverfahren für das milchwirtschaftliche Laboratorium“) weist eine solche Milch entweder einen erhöhten Säuregrad (> 8,5°SH) auf, stammt von euterkranken Tieren oder sie neigt zur Süßgerinnung/Gelbildung, verursacht durch labbildende (Peptidasen!) Bakterien. So sind die in vielen Keimgruppen, vor allem Pseudomonaden, aber auch thermophilen Keimen (wie Microbakterien,..) reichlich vorhandenen Peptidasen vergleichsweise hitzerobust – und können somit dann während der Lagerung die Milch gelieren („Sedimentbildung“). D.h., auch bei der Herstellung von UHT Milch ist darauf zu achten, dass die Vorlager-/Kühlzeiten der verwendeten Rohmilch eher kurz sind.

UND: Kritisch sind Beläge bzw. Biofilme von thermophilen Keimgruppen!

Solche Tests, wie die Alkoholprobe sind vor allem bei länger haltbarer UHT Milch sinnvoll, da so Gelbildungserscheinungen („Sedimentbildung“) bei längerer Lagerung vorgebeugt werden kann. Bei Kuhmilch sind in der Regel erst MHD Fristen von > 10 Monaten kritisch, bei Ziegenmilch kommt es nicht selten schon nach > 4 Monaten (bei Raumtemperatur) zu Instabilitätserscheinungen bzw. Sedimentbildung.

So kann man feststellen, dass die Alkoholinstabilität bei längerer Betriebs-/Standzeit von Pasteuren zunimmt. Ursache sind zum einen starke Denaturierungserscheinungen, zum anderen stellen die in den Belägen vorhandenen Keime bzw. deren Enzyme ein Problem dar.

Kontrollmethode für Kleinbetriebe – Selbstvermarkter:

Im Handel werden sogenannte „Nährkartonscheiben“ angeboten – am bekanntesten sind die von der Fa. 3M angebotenen Petrifilm-Systeme.

Mit diesen Systemen lassen sich verschiedene Keimgruppen, wie

1. Gesamtkeimzahl
2. Enterobakterien/Coliforme
3. Hefen und Schimmel
4. Koagulase positive Staphylokokken

ohne größeres Laborequipment nachweisen.

Auch eine Zulassung nach Infektionsschutz- und Seuchengesetz (§ 41) ist nicht notwendig.

Im Käseereibetrieb kann geprüft werden, inwieweit die pasteurisierte Milch frei von Enterobakterien/Coliformen ist (neg. in 1 ml).

Bei der Herstellung von Konsummilch kann direkt (frisch abgefüllte Milch) geprüft werden, ob eine größere Kontamination (bei der Abfüllung) erfolgt ist. Zu diesem Zweck trägt man 1ml bzw. 0,1 ml auf.

Ansonsten : Von der 20h Standprobe 1 ml auf die Nährkarton-Scheibe auftragen. Sind Enterobakterien nicht nachweisbar, so ist davon auszugehen, dass die Reinigung o.k. war und keine größere Kontamination erfolgt ist. Auf diesen Nährkarton-Scheiben/Petrifilm wachsen auch kältetolerante Pseudomonaden/Wasserkeime – jedoch eher farblos und nach 2-3 Tagen Bebrütung (bei 30°C). D.h., wenn möglich, sollte man immer bei 30°C, nicht 37°C bebrüten, so kann man sowohl die Enterobakterien/Coliformen als auch Pseudomonaskeime nachweisen. Enterobakterien wachsen nach 1 Tag als rötliche Kolonien. Bei 37°C wachsen die haltbarkeitsrelevanten, kältetoleranten Pseudomonaden eher sehr schlecht!

Microbacterium (Mb.lacticum, Mb.oxydans,paraoxidans, M.liquefaciens, Mb.testaceum, Mb.phyllosphaerae, Mb.hominis, Mb.laevaniformans,Mb.arboreszens, Mb.aurum)

Grampositiv, kurze, meist bewegl. Stäbchen, teilweise coryneform.D.h., diese Keime bilden pleomorphe, coryneforme Zellformen.

Vorkommen: Boden, Pflanzen,Wasser, Hautkeime, dominierender Bestandteil von (keimarmer) Rohmilch, obligat in pasteurisierter Milch, Kontaminationskeim/Anlagekeim

Wachstum – Hitzeresistenz: strikt aerob, Wachstumsbereich 10°C bis 40°C.Opt.: 30°C; viele Spezies vermutlich hocheheritzungsrobust (bis 90°C).

Säuretoleranz: schwache Säurebildung (gelblich Kolonien auf GC, hellblaue Kolonien auf CBL-Agar), verderbsrelevant in ungekühlten Produkten

Cellulosimicrobium, Microbacterien, Tsukamurella reichern sich auch gerne in Separatoren, Entkeimern (bei 55-60°C) an. Auch bei der Eindampfung erfolgt eine Anreicherung dieser Keime.

Microbacterien aus der Anlage (Biofilme) haben eine deutlich höhere Thermoresistenz als Keime, die direkt über die Rohmilch oder auch Nachspülwasser eingetragen werden. So ist es auch verständlich, dass diese Keime bisweilen die thermostabile Flora von past.Milch dominieren.

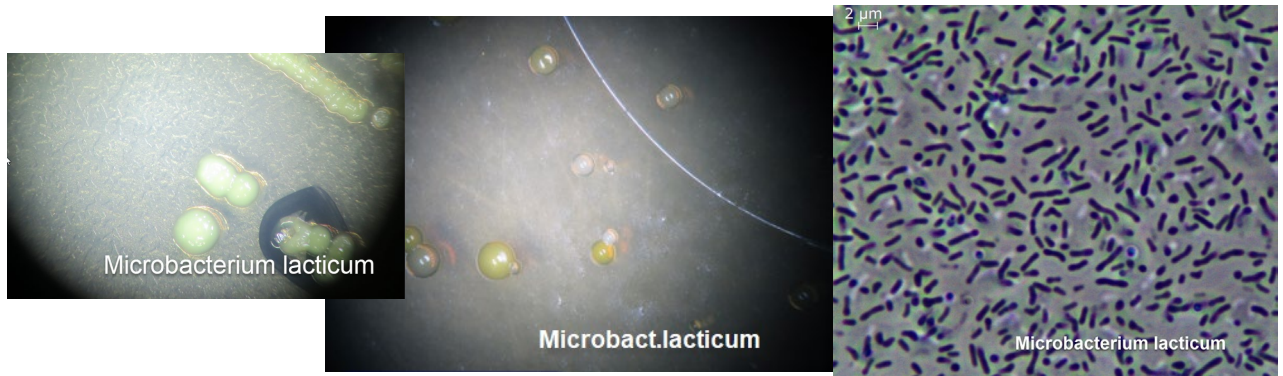
Bedeutung: häufig in erhitzten Milchprodukten, vor allem UHT Milch nachweisbar. Verderbsrelevant in ungekühlter (UHT) Milch. Hier schwache Säurebildung (pH ~ 5,5) – gelartige Veränderungen in der Milch – teilweise käsiger bzw. fruchtiger Geschmack. Proteolyse und Lipolyse ist unbedeutend.

- Bei höheren Keimzahlen (> 100 kbE/ml) ist auch gekühlte (8°C) past. „ESL“ Milch bisweilen nur eingeschränkt (< 35 Tage) lagerbar. Kritisch vor allem *Tsukamurella pauremetabola*
- Relativ stoffwechselträge. Daher häufig auch erst bei > 100 Mio. kbE/ml deutl. sensorische Abweichungen >>> fruchtiger, teilw. käsiger Geschmack

Unter anderem können sich **hartnäckige Biofilme** bilden. Die Keime selbst bilden Kolonien von zäher Beschaffenheit (EPS – Exopolysaccharide).

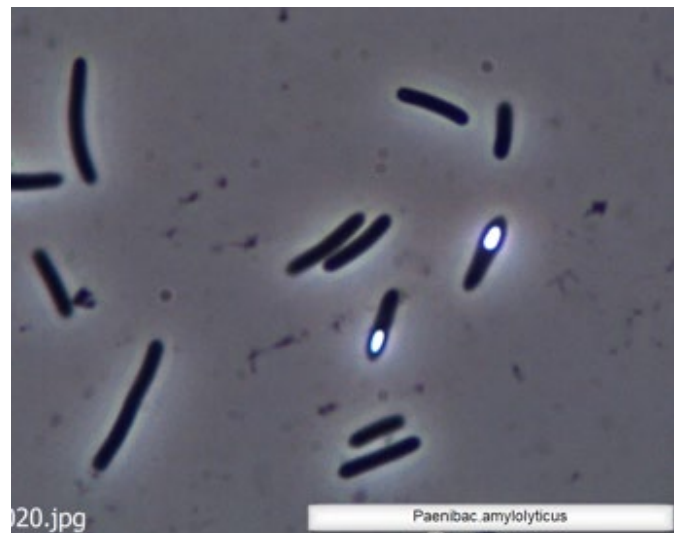
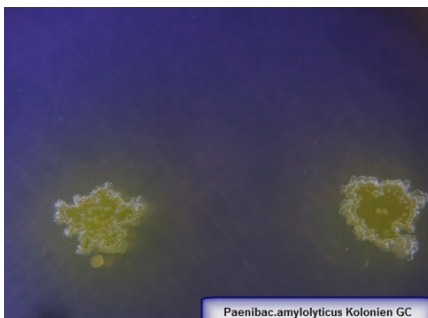
- ☞ Somit ist es notwendig, vor DESI Maßnahmen einwandfrei zu reinigen. Zwischendurch mit Zusatz von Hypochlorid bzw. H₂O₂ reinigen.

Gesundheitliche Relevanz: Keime der Risikogruppe 1 – ohne gesundheitliche Bedeutung



Paenibacillen (*P.amylolyticus*, *P.odorifer*,*P.pabuli*,*Paenib.lactis*, *Paenib.sp.*, *P.mendelii*, *P.polymyxa*,*P.macerans*,*P.cookii*,*P.lautus*...)

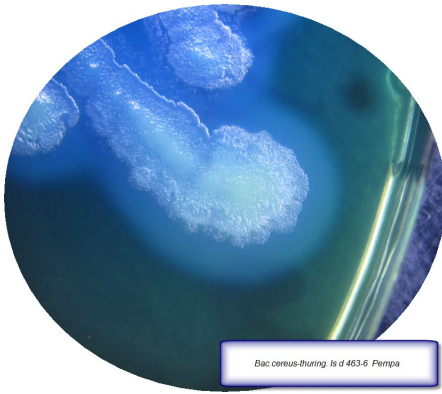
- Gruppe von säurebildenden Bacillen (>> gelbe Kolonien auf GC Agar) – enge Verwandtschaft zu *Bac.circulans*
- Aerob und fakult.anaerob, Wachstum: 6°-50°C
- Säuretolerant (pH < 5,7), bedingt salztolerant (bis 3,5% NaCl)
- Casein-, Gelatinhydrolyse, Stärkehydrolyse bei *P.amylolyticus*
- Bodenkeim – Bestandteil von Futter/Silagen obligater Rohmilchkeim (bis 20 kbE/ml)
- Anreicherung im Bereich der Milchstandardisierung (Entrahmer, Wärmetauscher,...)
- Verderbskeim in ungekühlten Milchprodukten, bisweilen auch Verderb von kühlgelagerter (traditionell hergestellter) Konsummilch,
 - bisweilen fruchtiger Geschmack
- **Kritisch:** *Paenibac.amylolyticus* –Wachstum bei 6-8°C, weiterhin *P.odorifer*, *Paenibac. sp.*
- Gasbildung durch *Paenib.polymyxa*, *Paenib.macerans* – kritisch in Käsezubereitungen,... bei > 10°C.
- Risikoklasse 1 – ohne gesundheitliche Relevanz in Milch und Milchprodukten



Bac.cereus group – technol.-hygienische Relevanz

-*B.cereus*,*B.toyonensis* *B.mycoides*,*B.weihenstephanensis*, *B.thuringiensis*

- Grampos., aerobe, bedingt fakult. anaerob, bewegl. kräftige Stäbchen, Katalase pos., Oxidase neg., teilweise schwache, späte Versporung, bisweilen längere Ketten („Güterzug“ ähnlich) mit terminal, subterminal eingelagerten kräftigen Sporen mit abgerundeten Ecken
- Matte-rauhe, flache Kolonien, dumpfer Geruch; *Bac.cereus* ist schwacher Säurebildner, daher Gelbfärbung des GC Agar nach 1d.
- Vorkommen in Boden, Wasser (eher seltener), Rohmilch (1-10 Sporen/10 ml) , past. Milch (1-100 kbE/100 ml), Milchpulver, Kräuter (zubereitungen)
- Geringere Hitzeresistenz als andere Bacillensporen
- Wird bei >128°C hinreichend inaktiviert ; hochoverhitzte (> 128°C) ESL-Milch hat somit häufig ähnliche Haltbarkeiten wie UHT Milch – sofern anlageseitig keine stärkere Belags-/Biofilmbildung erfolgt!
- Entfernung durch Doppelentkeimung bzw. Microfiltration (um 3-4 log Stufen in Kombination mit einer Hochoverhitzung)
- Mesophil, 10°C-45°C, Teilweise kältetolerant, i.b. Stämme von *Bac.weihenstephanensis*, *Bac. mycoides*. Wachstum bis 6°C (4°C). Fakult.anaerob – bevorzugt jedoch das aerobe Milieu
- Bedingt salztolerant – bis 3,5% NaCl. Säuretolerant: In Sauermilcherzeugnissen, bei pH < 4,5 (bei den meisten Stämmen schon bei < pH 4,9) kein Wachstum möglich. Je nach Kulturenaktivität (Länge der Lag Phase) kann es auch in Sauermilchprodukten zu einer *Bac.cereus* Vermehrung kommen. Daher – erhitze Milch sobald wie möglich animpfen.
- rasche, starke Versporung in erhitzter Milch – seltener in Rohmilch. Kritisch sind daher Beläge und lange (> 8h) Erhitzerlaufzeiten.
 - *B.mycoides*, *B.toyonensis*,*B.weihenstephanensis*: Verderbsrelevant bei pasteuris., neutralen Milchprodukten – auch bei 6-8°C, („Süßgerinnung“)
 - Ausflockung, Bitterness ... bei > 30 Mio. kbE/ml.
 - Toxinbildung in zucker-/stärkehaltigen , in erster Linie pflanzlichen Nahrungsmitteln durch Vertreter der Spezies *B.cereus sensu stricto* , wie Pudding, Reis, Reisbrei möglich – ab Keimkonzentrationen von > 10⁶ kbE/g – durch das sogenannte Diarrhoe Toxin „Cereulid“. Bisher keine gesundheitsrelevanten Toxinkonzentrationen in reinen Milchprodukten nachgewiesen. Tatsächlich findet man in gekühlter Konsummilch/Sahne in erster Linie die kältetoleranten Spezies *B.weihenstephanensis*/*B.mycoides*/*toyonnensis* Diese Keime spielen toxintechnisch keine große Rolle!
 - Konsummilch: Bei Lag.temp. von < 8°C keine absolute (<1 kbE/10ml ist ausreichend) *Bc.cereus*freiheit (*Bac. mycoides*, *B.weihenstephanensis*) ist notwendig, um Haltbarkeiten mind. 20 Tagen zu realisieren
- Häufig in hitzebehandelten Brotaufstrichen, Schmelzkäse-Zubereitungen – Hemmung durch Na-Polyphosphate (0,03-0,05%) Polyphosphate binden Calciumionen. Kritisch: Produktreste! Seltener verderbsrelevant. Nach Sauerstoffzehrung durch *B.cereus* können sich dann verderbsrelevante Clostridien vermehren.
- Sporenanreicherung in Erhitzungssystemen, in „Belägen“ – neben *Bac.circulans*.In Restkeimgehalten (Restwasser in Tanks, Sprühschatten, Dichtung, reinigungsunzugängliche Bereich) erfolgt rasche Versporung, welche durch Anwesenheit von DESI Komponenten gefördert wird. Extrem robust sind Sporen in angetrockneten Produktrückständen.
- Daher: vor DESI Maßnahmen Anlagen gründlich reinigen. Zusätzlichen Sauerstoffeintrag reduzieren.



Bacillus thuringiensis Is d 463-6 Pempa



Bacillus weihenstephanensis Pempa Is e

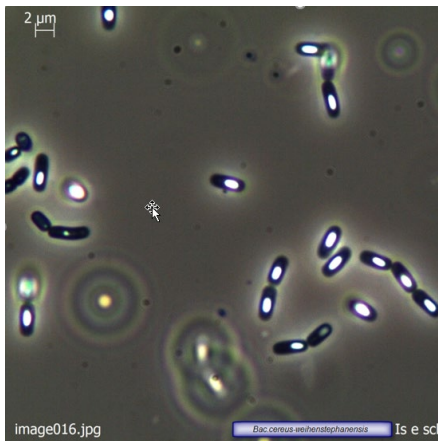
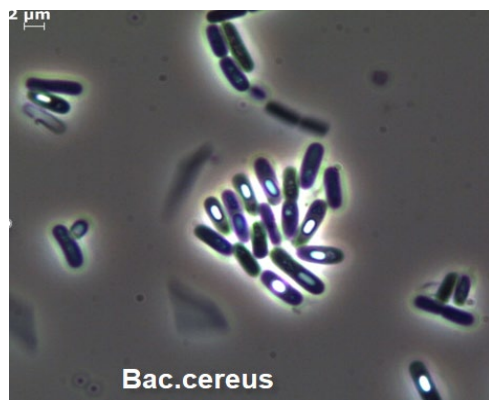


image016.jpg *Bacillus weihenstephanensis* Is e sch



Bac. cereus



image060.jpg *Bacillus mycoides* dob 163 1-3 GC