

Biofilme in der Käseerei

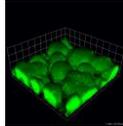
Ernst Jakob

Käser-Diskussionsgruppen Juni 2015

Inhalt

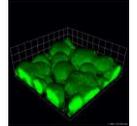
- Was sind Biofilme?
- Welche Probleme verursachen sie?
- Welche Keime bilden Biofilme
- Welche Faktoren begünstigen die Entstehungen von Bildung von Biofilmen?
- Entdecken von Biofilmen
- Wie können wir vorbeugen?
- Was tun, wenn Biofilme vorhanden sind?
- Praxisbeispiele in Käseereibetrieben
 - Ranzigkeit von Halbhartkäse aus vollthermisierte Milch
 - Brennender Geschmack von Käse wegen Kontamination der Hofmilch mit histaminbildenden Keimen

Was sind Biofilme?



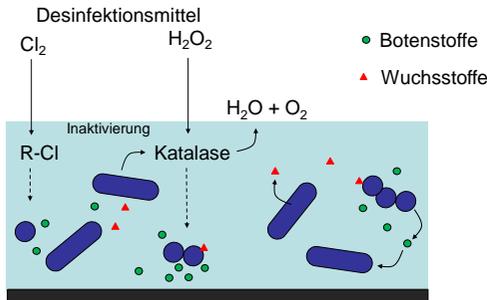
- Von Mikroben gebildete Beläge auf Oberflächen
- Bestehend aus:
 - Exopolysaccharide (EPS): von Mikroben gebildete wasserunlösliche Schleimstoffe bzw. Schleimkapseln
 - Zellen der beteiligten Mikroorganismen
 - Ausgefällte Eiweisse aus Lebensmitteln (z.B. infolge der Bildung von Säuren oder labähnlichen Proteasen)
 - Fett
 - Milchstein, Kalk

Eigenschaften von Biofilmen

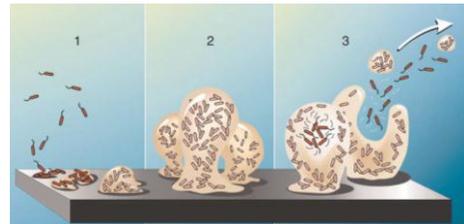


- Haften sehr stark auf Oberflächen
- Verhält sich wie ein Organismus
- Kommunikation der Zellen über Botenstoffe
- Produktion von Wachstumsstoffen, Schutzstoffen wie z.B. Katalase
- Schützt die Keime vor Desinfektionsmitteln etc.
- Bis zu 1 Million Zellen pro cm² innert ≥12 h
 - Keime profitieren vom Biofilm

Biofilme – Arbeitsteilige Lebensgemeinschaften von Mikroben



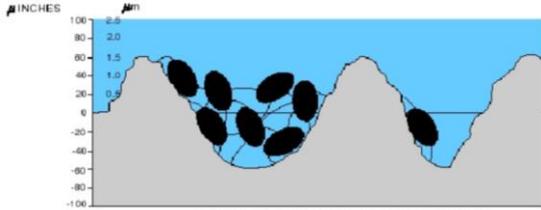
Entstehung von Biofilmen



Stadien der Biofilmentwicklung nach P.Dirix, Center of Biofilm Engineering, Montana State University, 2003

1. Anheftung von Mikroben
2. Wachstum und Ausbildung der Biofilm-Architektur
3. Streuung von Mikroben / Ablösung von grösseren Teilen

Entstehung von Biofilmen



Oberflächenstruktur eines Wasserrohrs mit «Hygiene-Finish» für die Pharmaindustrie (Polierung Ra = 0.8 µm, ISO-Grade 6)
Quelle: Edstrom Industries Inc.

Auch optisch glatte Oberflächen bieten Nischen für Mikroorganismen!

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

7

Auswirkungen von Biofilmen

- Biofilme setzen **Keime** frei
- Von reifen Biofilmen lösen sich oft grössere Teile, weshalb die Streuung von Keimen in den Produktstrom **zeitlich stark schwanken** kann
- Biofilme sind eine reale Quelle für die Verunreinigung von Milch mit unerwünschten **Enzymen**, insbes. hitzeresistenten Lipasen und Proteasen
 - Ranzige Molkereiprodukte und Käse
 - Bittere Molkereiprodukte
 - Süssgerinnung oder Sedimentbildung in UHT-Produkten

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

8

Auswirkungen von Biofilmen

- Aus den Biofilmen freigesetzte Pseudomonaden haften schneller auf Oberflächen an (Rollet et al. 2009) → schnellere Biofilmbildung auf noch sauberen Flächen
- Bakterien in Biofilmen bilden mehr Enzyme als „planktonische“ Zellen (Oosthuisen et al. 2001)
- Mikroorganismen in Biofilmen werden durch den wiederholten Stress (z.B. tägliche Reinigungszyklen) resistenter gegen Hitze, Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Biofilme reduzieren den Wärmetransfer (Isolation)
- Biofilme erhöhen den Strömungswiderstand
- Biofilme fördern die Korrosion
- Hat sich einmal ein Biofilm gebildet, ist es sehr schwierig, diesen wieder zu entfernen

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

9

Welche Keime bilden Biofilme?

- Grundsätzlich können alle Keimarten, die bei den gegebenen Milieubedingungen vermehrungsfähig sind, BF bilden
- Beispiele
 - Pseudomonaden
 - Bacillus-Arten
 - *Streptococcus thermophilus*
 - Thermophile Lactobazillen
 - *Listeria monocytogenes*
 - *Geobacillus stearothermophilus*
 - Enterobakterien (*E. coli*, *Serratia liquefaciens* etc.)
- In der Praxis sind oft mehrere Keimarten in BF vorhanden (Ausnahme: Bereiche mit hohen Temperaturen → Selektion)

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

10

«Berühmte» Biofilm-Bildner Pseudomonaden

- *P. fluorescens*, *P. fragi*, *P. putida*
- Vorkommen in Boden, Wasser («Pfütenkeime»)
- Verursacher vieler Pflanzenkrankheiten
- Wichtigste Verderbskeime
- Hohe Toleranz gegen Peroxide (Katalase!)
- strikte aerob
- Wachstum bei 1 – ca. 40°C (Opt. 20-30°C)
- pH-Bereich 5.5 bis 9.5
- hohe Lipaseaktivität
- hohe Proteaseaktivität
- Bilden v.a. Putrescin (biogenes Amin)
- Beobachtet in Melksystemen, Tankfahrzeugen, Milchverarbeitungsanlagen



P. putida Biofilm auf UF-Membran

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

11

«Berühmte» Biofilm-Bildner Serratia liquefaciens

- Gehört zu den Enterobakterien
- Vorkommen in Boden, Pflanzen, Wasser
- Pflanzenpathogen
- Resistent gegen viele Antibiotika
- Fakultativ anaerob
- Wachstum bei 0 – ca. 42°C (Opt. 30°C)
- pH-Optimum 8-9
- Vergärt i.d.R. keine Laktose, aber Galactose, Glucose und Citrat
- hohe Lipaseaktivität
- hohe Proteaseaktivität (Gelatineverflüssigung)
- bildet Cadaverin und Putrescin
- Bildet stabile Biofilme innert 72 h
- Beobachtet in Tankfahrzeugen, Milchverarbeitungsanlagen

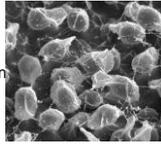


Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

12

«Berühmte» Biofilm-Bildner **Bacillus-Spezies**

- *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. cereus* ...
- Vorkommen in Boden, Heu, Staub
- Wichtigste Verderbskeime in hitzebehandelten Lebensmitteln
- Sporenbildner (hitzeresistent)
- Aerob, teilweise fakultativ anaerob
- Wachstum bei 4 – ca. 55°C je nach Spezies
- pH-Bereich (4.5) 5.0 – ca. 8.5
- hohe Lipaseaktivität
- hohe Proteaseaktivität (Gelatineverflüssigung)
- Biofilme beobachtet in Milcherhitzungsanlagen



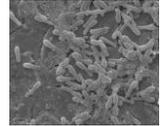
B. cereus in Biofilm (sporuliert)
Van Aelst und de Vries, 2008)

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

13

«Berühmte» Biofilm-Bildner **Geobacillus stearothermophilus**

- «fett- und wärme liebend»
- Vorkommen in Boden, Kompost, feuchtem Heu, heissen Quellen
- Bildet ausserordentlich hitzeresistente Sporen
- Fakultativ anaerob
- Wachstum bei 25 – ca. 75°C (Optimum 50 - 65°C)
- pH-Bereich > 4.9
- Bildet **sehr hitzeresistente Enzyme**
- Proteasen, Lipase, Amylasen etc.
- Biofilme in Plattenpasteuren und Puffertänken von Eindampfanlagen



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

14

Anpassung von Keimen in Biofilmen im Vergleich zu planktonischen Kulturen derselben Keime

- höhere maximale Wachstumstemperatur
- breiterer pH-Bereich
- höhere Hitzeresistenz
- höhere Resistenz gegen viele bakterizide Stoffe
- schnellere Anhaftung an Oberflächen nach Freisetzung

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

15

Was fördert Biofilmbildung? Prozessspezifische Faktoren

- Lange Betriebszeiten
 - Mehrchargenfabrikation ohne Zwischenreinigung
- hohe Prozesstemperaturen
 - Präzipitation von Milchstein
 - Eiweissfällung (Immunglobuline > Serumalbumin > beta-Laktoglobulin)
- Schlechte Milchqualität (hohe Zellzahl, hohe Keimzahl)



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

16

Was fördert Biofilmbildung? Mängel bei Reinigung und Desinfektion

- Lange Zeitintervalle zwischen Reinigungen
 - Beispiele aus der Praxis:
 - Melkanlage: Spülung statt Reinigung am Abend
 - Käserei: nicht tägliche Reinigung des Abfüllsystems
- Zu späte Reinigung → Eintrocknen von Produktresten, Keimvermehrung
- Saure Reinigung ungenügend gespülter Anlagen → Fällung von Eiweiss

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

17

Was fördert Biofilmbildung? Mängel bei Reinigung und Desinfektion

- hartes Wasser → Ausfällung von Kalk in alkalischen Reinigungslösungen
- ungenügende Konzentration des Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittels → ungenügende Wirkung
- zu tiefe Temperatur → ungenügende Wirkung
- starke Verunreinigung von mehrfach gebrauchten Reinigungsmittellösungen → Rückstände der Verunreinigungen verbleiben auf Oberflächen und erleichtern die Adhäsion von Keimen

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

18

Was fördert Biofilmbildung? Anlagespezifische Faktoren

- Ungenügender Volumenstrom → bei der Reinigung unberührte Flächen

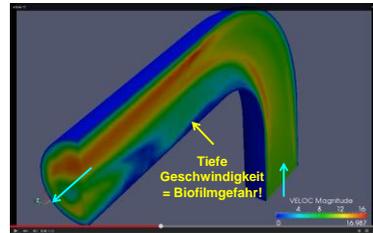


- Niedrige Strömungsgeschwindigkeit bzw. geringe Turbulenz der Strömung
- Beispiele: Zentrifugen (Teller), Krümmer, tote Winkel, Rohrerweiterungen / Verengungen
- Existenz von Biofilmen in vorgehenden Abschnitten der Prozesskette

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 19

Was fördert Biofilmbildung? Anlagespezifische Faktoren

Strömungsverhältnisse in eine Rohrbogen



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 20

Milchverarbeitung vs. Milchgewinnung

- Massnahmen zur Beherrschung von Biofilmen sind meist fokussiert auf Verarbeitungsanlagen
- Aber: Biofilmbildung in Melkanlagen, Milchtanks und Transportfahrzeugen kann Ursache von Biofilmp Problemen im Verarbeitungsbetrieb sein!
 → Kontamination der Anlagen mit biofilmbildenden Keimen

(Flint et al. 2011, Dairy Encyclopedia, p 445-450)

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 21

Entdecken von Biofilmen

- Stufenkontrolle aerobe, mesophile Keime
- Untersuchung von Spülwasser vor Inbetriebnahme der Anlage
- Abstrichtupfer → Agarkultur
- Abstrichtupfer → ATP-Messung
- Färbemethoden
- Visuell / Endoskopie



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 22

Entdecken von Biofilmen Beispiel ATP-Messung

Prinzip:
 lebende bilden ATP → Nachweis mit Lichtreaktion (Lumineszenz)

Testdauer: ca. 2 min.



	Resultat		
Lumineszenzwert (RLU)	<10	10 - 30	>30
Interpretation	i.O.	Vorsicht	nicht i.O.

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 23

Praxisbeispiel Milchleitung eines Melkstandes



Biofilm im oberen Viertel der Leitung wegen zu tiefem Volumenstrom bei der Reinigung

→ Kontamination der Milch mit histaminbildenden Keimen (Lactobacillus parabuchneri)

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch 24

Vorbeugen gegen Biofilmbildung

- Hygienisches Anlagen-Design
- Auf einander abgestimmte Komponenten
- Achtung bei Abänderungen/Erweiterungen
 - Auswirkungen auf Reinigung?
 - Auswirkungen auf Volumenströme und Durchflussgeschwindigkeiten?
- Alle Anlagenteile sollten einer visuellen Inspektion zugänglich sein (Zerlegung, Endoskopie)
- Besonders anfällige Anlagenteile regelmässig inspizieren: Zentrifuge, Ventile, Plattenapparat*
- *obwohl Servicetechniker dies oft nicht empfehlen



Vorbeugen gegen Biofilmbildung

- Reinigungspläne gemäss den Empfehlungen der Anlagenbauer und Reinigungsmittelherstellern gestalten
- Wasser für Reinigung enthärten
- Mittel von anerkannten Herstellern verwenden!
- Empfohlene Konzentrationen, Temperaturen und Zeiten beachten
- Qualität der Lösungen überwachen (Saubерkeit, Konz.)
- Genügend Volumen!
- Mindestens 1 saure Reinigung pro Woche!
- Frühe Entdeckung von Biofilmen sicherstellen z.B. durch regelmässige Untersuchung von Wasser nach einer Spülung vor Produktionsaufnahme (Gesamtkeime, ATP)

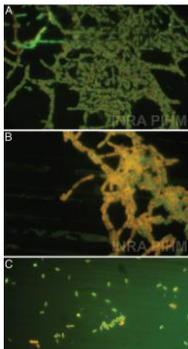
Richtig reinigen (CIP)

- Reinigung alkalisch 70 – 75°C / 20 min
 - 10° tiefere Temperatur halbiert die Reinigungswirkung!
- Fließgeschwindigkeit 1.5 – 2 m/s (min 30% höher als bei der Produktion) → gewährleistet turbulente Strömung und damit auch eine mechanische Wirkung
- Genügend Vorspülen: 3 - 5 min
 - Reduziert Verschmutzung des Reinigungsmittels
- Konzentration
 - Gemäss Herstellerangaben
 - Mind. 2x wöchentlich kontrollieren
 - Lauge: Konz. bis zur Erneuerung steigern (1.5 – 2 x)
- Erneuerung
 - Lauge nach ca. 14 Tagen
 - Säure nach ca. 6 Wochen

Entfernen von Biofilmen

- **Zerlegung und mechanisch-chemische Reinigung**
- **Chemisch** (vorzugsweise unter Anleitung eines Spezialisten)
 - Verlängerter Reinigungszyklus
 - Laugenkonzentration 1.5% → 5%
 - Anschliessend saure Reinigung
- **enzymatische Reinigung**
 - Reinigungsmittelhersteller wie Halag Chemie AG bieten heute spezielle enzymatische Verfahren an
 - Enzyme zersetzen die mikrobiellen Polysaccharide (Schleimstoffe) und lösen so die Biofilme auf
 - Vorgehen: klassische CIP-Reinigung → Spülen → Enzymbehandlung → Spülen → Desinfektion → Spülen

- A) *Bacillus cereus* - Biofilm auf Chromstahl nach 48 h Inkubation
- B) Nach Reinigung mit alkalischer Lauge
- C) Nach enzymatischer Reinigung



Gauthier Boels (2011) Enzymatic removal of biofilms: A report. Virulence 2, 475-489

Ist doch alles sauber!



Ups!



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

31

Dies ist ein klassischer Biofilm



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

32

Rückstände auf den Tellern nach der Reinigung begünstigen die Anhaftung von Bakterien



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

33

Milchrückstände auf Zentrifugentellern nach Reinigung



ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

34

Biofilm auf Platten aus dem Erhitzungsabteil eines Pasteurs



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

35

**Plattenapparat
Schmutz
milchseitig**



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www. agroscope.admin.ch

36



Ventilklappe im Bruchabfüllsystem einer Käserei

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

37



Biofilm-Nachweis in einer Käserei

- Aus dem Stapel der Zentrifugenteller wurden Teller ausgewählt und auf Biofilme untersucht:
- Alle Teller waren optisch rein. Von Hand konnte ein leicht schleimiger Belag festgestellt werden. **Auf allen Tellern verlief der Biofilmnachweis positiv**



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

38



Biofilm-Nachweis in einer Käserei

- Milchtanks wurden auf Biofilme untersucht:
- **Bei beiden Tanks verlief der Biofilmnachweis positiv**



Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

39



Praxisbeispiel - Ranziger Hartkäse aus vollthermisierte Milch

Alter: 4 Monate (Produktion von Dezember 2014)

Prüfmerkmal	Richtwert
Total flüchtige Carbonsäuren [mmol/kg]	24,7 ↑ < 20
Ameisensäure [mmol/kg]	0,7
Essigsäure [mmol/kg]	14,7 < 15
Propionsäure [mmol/kg]	0,9 < 2,0
iso-Buttersäure [mmol/kg]	0,5
n-Buttersäure [mmol/kg]	3,8 ↑ < 1,5
iso-Valeriansäure [mmol/kg]	1,4
iso-Caprinsäure [mmol/kg]	0,0
n-Caprinsäure [mmol/kg]	2,6 ↑↑ < 0,3

→ Käse ist ranzig (starke Fettspaltung)

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

40



Praxisbeispiel - Ranziger Hartkäse aus vollthermisierte Milch

Untersuchung der älteren Produktionen (8-12 Mt.)

Merkmal	4.5.14	5.6.14	21.7.14	5.8.14	12.9.14
pH-Wert	5,72	5,70	5,80	5,60	5,60
Total flüchtige Carbonsäuren mmol/kg	16,8	34,5	24,3	37,3	22,3
Ameisensäure mmol/kg	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9
Essigsäure mmol/kg	8,2	13,2	12,5	14,9	12,1
Propionsäure mmol/kg	0,3	3,1	7,1	9,0	0,7
iso-Buttersäure mmol/kg	0,1	1,0	0,3	0,3	0,5
Buttersäure mmol/kg	5,1	10,4	2,5	8,4	5,2
iso-Valeriansäure mmol/kg	0,3	2,6	0,5	0,1	0,9
iso-Caprinsäure mmol/kg	0	0	0	0	0
Caprinsäure mmol/kg	2,4	3,6	0,9	4,0	1,9

→ Das Problem besteht schon seit mind. 6 Monaten

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

41



Praxisbeispiel - Ranziger Hartkäse aus vollthermisierte Milch

- Milcheigene Lipase wird bei Thermisation bei 63°C/15s nur teilweise inaktiviert (ca. 25%) → Rohmilch könnte Ursache sein
- Keine Rückstellproben vorhanden, darum Untersuchung von frisch erhobenen Milchproben → liefert keine Erklärung

Proben vom April 2015	Freie Buttersäure sofort [µmol/kg]	Freie Buttersäure nach 24h [µmol/kg]	Zunahme 0 h – 24h [µmol/kg]
Lieferant A	110	145	35
Lieferant B	56	74	18
Lieferant C	56	67	10
Lieferant D	45	63	18
Lieferant E	45	54	9
Lieferant F	52	65	13
LKW	46	59	13
Tank Käserei	48	58	10
Vorlaufgefäß Plattenapparat	42	62	20
Kessimilch	35	41	6
Richtwerte (Lieferantenmilch)	≤ 70	≤ 105	≤ 26
Richtwerte (Kessimilch)	≤ 61	≤ 75	≤ 18

Biofilme in der Käserei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

42

Praxisbeispiel - Ranziger Hartkäse aus thermisierter Milch

- Von Ranzigkeit ist fast ausschliesslich 1. Tagescharge betroffen!
 - Geöffneter Plattenapparat zeigt starken Biofilm im Erhitzer-Abteil
 - Tellerpaket der Zentrifuge mit Rückständen
- Hypothese:
- Keimwachstum und Lipaseanreicherung über Nacht
 - Ausspülung mit der Milch für die 1. Charge
 - Fettspaltung im Käse

Praxisbeispiel - Ranziger Hartkäse aus thermisierter Milch

- Milcheigene Lipase wird bei Thermisation bei 63°C/15s nur teilweise inaktiviert (ca. 25%) -> Milch könnte Einfluss haben
 - Milchuntersuchung: 1 Lieferant zeigt etwas erhöhte Fettspaltung, vermag aber Käsefehler nicht zu erklären
 - Von Ranzigkeit ist fast ausschliesslich 1. Tagescharge betroffen!
 - Geöffneter Plattenapparat zeigt starken Biofilm im Erhitzer-Abteil
 - Tellerpaket der Zentrifuge mit Rückständen
- Hypothese:
- Keimwachstum und Lipaseanreicherung über Nacht
 - Ausspülung mit der Milch für die 1. Charge
 - Fettspaltung im Käse

Praxisbeispiel – brennender Geschmack wegen Histaminbildung in Käse

Ursache: Kontamination der Milch eines Lieferanten mit histaminbildende Keimen (*Lactobacillus*)



Festgestellte Hygienemängel

Praxisbeispiel – brennender Geschmack wegen Histaminbildung in Käse

1. Beratung und Probenahme auf dem Hof	Histaminbildner
Milchabscheider Milcheinlaufbogen rechts	negativ
Auslaufzapfen, Milchsammleinglas, rechts, vorne	negativ
Auslaufzapfen, Milchsammleinglas, links, hinten	negativ
Milchleitung	negativ
Spülwasser vor dem Melken	negativ
Erste Milch, Einlauf Milchtank	negativ
Erste Milch, Auslauf Milchtank	positiv
Tankmilch des Melkens, 5.3.15 abends	positiv
Rückstellprobe der Käserei vom 2. 8. 2014	positiv
Rückstellprobe der Käserei vom 20./21. 11. 2014	positiv
2. Beratung und Probenahme auf dem Hof	
Dichtung Sammelstück	negativ
Verschraubungen Milchleitung	negativ
Milchschlauch	negativ
Erste Milch Abfüllschlauch	positiv
Tankmilch	positiv

Praxisbeispiel – brennender Geschmack wegen Histaminbildung in Käse

Getroffene Massnahmen zur Sanierung des Milchproduktionsbetriebs:

- Service Melkanlage
- alle Dichtungen, Milchschlauch am Tank ersetzt
- Milchtank innen und aussen gereinigt
- Beschädigten Rotor der Reinigungsmittelpumpe ersetzt
- Erhöhung der Menge Reinigungslösung
- Erhöhung der Reinigungstemperatur auf 57°C (gemessen am Ende der Rohrleitung)

Praxisbeispiel – brennender Geschmack wegen Histaminbildung in Käse

Nachkontrollen nach der Sanierung	Histaminbildner
Tankmilch MP, 13.5.15	negativ
Fertiger Morgen mit MP 14.5.15	negativ
Kessilmilch mit MP 14.5.15	negativ
Tankmilch MP, 17.5.15	negativ
Fertiger Morgen mit MP 18.5.15	negativ
Kessilmilch mit MP 18.5.15	negativ
Tankmilch MP, 18.5.15	negativ
Fertiger Morgen MP 19.5.15	negativ
Kessilmilch mit MP 19.5.15	negativ

→ Käsequalität i.O.

 **Zusammenfassung**

- Biofilme in Installationen von Milchproduktions- und Milchverarbeitungsbetrieben können die Qualität der Milchprodukte erheblich beeinträchtigen
- Gilt nicht nur für Rohmilchkäse, sondern auch für Käse aus hitzebehandelter Milch
- Risikofaktoren für die Biofilmbildung:
 - Biofilme in vorgelagerten Prozessstufen (z.B. Milchproduktion)
 - lange Betriebszeiten von Anlagen ohne Zwischenreinigung
 - Anlagen- und reinigungstechnische Mängel
 - Mangelhafter Unterhalt der Anlagen
- Einmal gebildete Biofilme sind hartnäckig
- Prozesse regelmässig bzgl. Biofilmbildung hinterfragen
- Anlagen regelmässig inspizieren

Biofilme in der Käseerei – DG Juni 2015
ernst.jakob@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

49