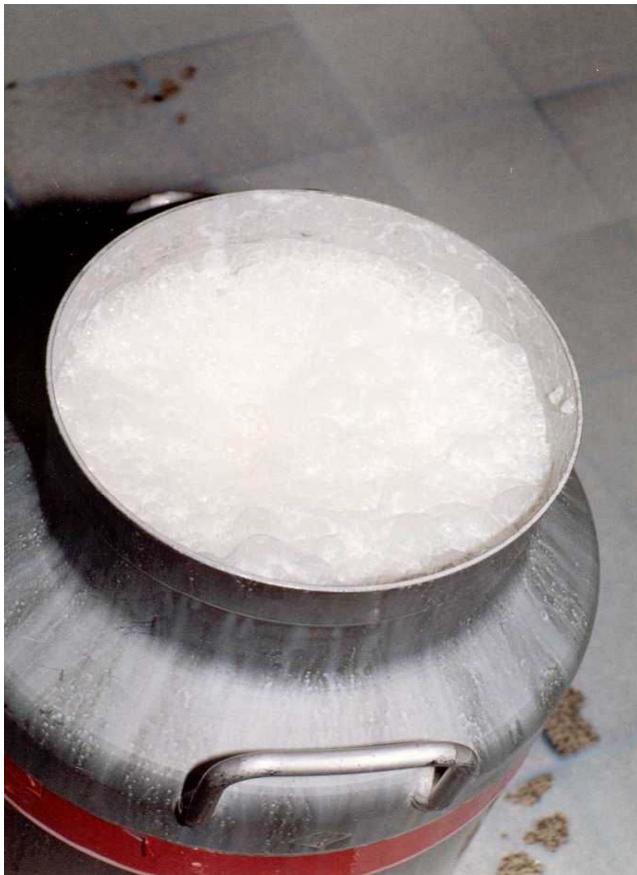


Wie kann Fettschädigung in der Milchrahmherstellung so klein wie möglich gehalten werden?



Fettschädigung stellt in Milch und Milchprodukten besonders aber in MilCHFettprodukten ein ernstzunehmendes Qualitätsrisiko dar, wobei unter dem Begriff Fettschädigung im allgemeinen folgende Vorgänge zusammengefasst werden:

- Bildung von freiem Fett durch mechanische oder thermische Einflüsse, wodurch Ausölung, Ausbutterung, Kragen-, Deckel- oder Pfropfenbildung gefördert werden.
- Freisetzung von Fettsäuren durch Enzyme, den milcheigenen oder mikrobiellen Lipasen, was sensorisch in der Regel als ranzig wahrgenommen wird.
- Oxidation der ungesättigten Fettsäuren durch Licht und Sauerstoff, dies mit oder ohne Einwirkung von metallischen Katalysatoren wie Kupfer aber auch von Enzymen. Als Fehler treten u.a. oxidativ, talgig oder metallisch auf.

Falls in diesen Prozessen auch Cholesterol oder Phospholipide beteiligt sind, können Aromafehler wie z.B. "fischig" gefunden oder unerwünschte Cholesterolerivate gebildet werden. Dass sich die Spaltprodukte, Mono- und Diglyzeride sowie freie Fettsäuren, auch auf die Ausbeute in Produktionsprozessen oder z.B. auf die Schlageigenschaften von Rahm negativ auswirken, ist eine weitere, nicht unwesentliche Folge der Fettschädigung.

Milchfett (MF) besteht chemisch gesehen hauptsächlich aus Triacylglyceriden (aus drei Fettsäuren und Glycerol aufgebaute Substanzen). In der Milch liegt das Fett in Form von Kügelchen vor, die durch die Fettkügelchenmembran (FKM) geschützt werden. Werden durch mechanische oder thermische Einwirkungen die Fettkügelchen (FK) verkleinert, führt dies zu einem Mangel an primärem Membranmaterial, da die Oberfläche der Fettkügelchen insgesamt stark zunimmt. Zur Bildung der FKM werden in diesem Fall auch Milchproteine herangezogen. Neben Kasein und Serumproteinen können dadurch auch vermehrt Enzyme wie z.B. Lipasen an die FKM gebunden werden.

Milchfett zeichnet sich durch eine sehr breite Fettsäurenverteilung aus, die von Buttersäure bis zu Stearinsäure und noch längerkettigen Fettsäuren reicht. Neben gesättigten sind aber auch physiologisch wichtige ungesättigte Fettsäuren wie Oel- und Linolsäure enthalten. Die Zusammensetzung des Milchfettes, die im Zusammenhang mit der Fettschädigung nicht unwichtig ist, wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die wichtigsten sind:

- Fütterung
- Laktationsstadium
- Vererbung
- Alter der Tiere
- Gesundheitszustand

Grünfütterung führt in der Regel zu MF mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren. Umgekehrt führt eine Dürrfütterung zu einer Reduktion der ungesättigten Fettsäuren, was den Schmelzpunkt des Milchfettes und dessen Konsistenz erhöht.

Die Kombination zweier Risikofaktoren, Dürrfütterung und hohe Anteile von Milch altmelker Kühe, führt vielfach zu einem hohen Gehalt an freien Fettsäuren, was im Winter regelmässig zu Problemen in der Butterqualität führt.

Genetisch bedingt, aber teilweise auch auf Grund von Fütterungseinflüssen, tritt im Winter vermehrt auch der Fehler "oxidativ" auf. Ein Teil der Kühe produziert offensichtlich unter Stressbedingungen Milch, die gegenüber Fettoxidationsvorgängen anfällig ist, wobei der Fehler vor allem bei langer Lagerung der Rohprodukte auftritt.

Milch von gesunden, ausgewogen ernährten Kühen, die fachgerecht gewonnen und verarbeitet wird, weist in der Regel keine ins Gewicht fallende Fettschädigung auf. Aus verschiedenen Gründen wird aber in mechanischen oder thermischen Prozessen den nachstehenden Fehlerquellen oft zu wenig Beachtung geschenkt:

- Grosse Anzahl von vertikalen oder horizontalen Umlenkungen des Produktflusses
- Pumpen zu hoch montiert
- Lufteintrag in Pumpvorgängen
- Zu gross dimensionierte, auf die Reinigung ausgelegte, einstufige Pumpen
- Lange Ansaugwege
- Drosselungen, Blenden, eingebaute Filter, Verengungen, Erweiterungen
- Grosse Fallhöhe der Milch / des Rahmes ins Lagerbassin
- Ungünstige Zentrifugationstemperaturen bei Verwendung vorgelagerter Milch
- Ungenügende Kühlung des rohen Rahmes oder der rohen Milch
- Lagerung und Transport des rohen Rahmes bei Temperaturen weit über 5°C
- Fehlerhaft arbeitende oder leerlaufende Pumpen und Zentrifugen
- Gehäufte Ablieferung altmelker Milch, negative Fütterungseinflüsse

Allgemein gilt: Milch- und Rahmgewinnungsanlagen müssen einen ruhigen Produktfluss ohne unerwünschten Lufteintrag garantieren, keine schadhafte, poröse Teile aufweisen, sauber und hygienisch einwandfrei sein. Sie dürfen zudem produkteseitig keine Kupferteile oder Kupfer enthaltende Bestandteile aufweisen. Die Kühlung und Lagerung muss schonend und mit kleinen Temperaturgradienten durchgeführt werden. Eine Kühlung unter 2°C ist zu vermeiden, während der Lagerung soll die Temperatur 6°C nicht übersteigen.

Wie sich im speziellen die Milchqualität, die Zentrifugationsbedingungen sowie die Behandlung des Rahmes auf dessen Qualität auswirken, zeigen an der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) durchgeführten Versuche.

Ein Gemisch aus gekühlter Abend- und frischer Morgenmilch von jeweils 200 Litern wurde bei Temperaturen von 14°C, 22°C, 40°C und 50°C zentrifugiert, wobei jede Temperatur in zweimaliger Wiederholung eingesetzt wurde. Zusätzlich wurde als Vergleich frische Morgenmilch zu Rahm verarbeitet. Der gewonnene Rahm wurde sofort nach der Zentrifugation im Chargenpasteur auf 5°C gekühlt und Proben davon kühlgestellt. Der Rest wurde wie folgt pasteurisiert: Vorsichtige Erhitzung ohne Heisshaltung auf 75°C, danach rasche Kühlung auf 5°C. Die Proben wurden jeweils nach 1 und 3 Tagen beurteilt.

Tabelle 1: Gehalt an freien Fettsäuren nach 1 Tag Lagerung, in Abhängigkeit der Zentrifugationstemperatur und der Rahmbehandlung, Angaben in mmol/kg Fett, sowie sensorische Beurteilung nach ein und drei Tagen, wobei der rohe Rahm in der Regel nur geruchlich beurteilt wurde (Punkteskala von 1-5, Maximalnote: 5),

Zentrifugations- Sensoriknote temperaturen		Freie Fettsäuren in mmol/kg Fett			Rahm-		1
		Milch:		Rahm:		roh	
pasteurisiert		roh	roh	pasteurisiert	1 Tg	3Tg	
Tg	3Tg						
14°C		18	11	7,5	3,8	3,3	
	4,7 4,7						
22°C		19	18	8	2,4	3,3	
	4,2 4,5						
40°C		19	10	9	3,6	3,5	
	4,8 4,0						
50°C		20	9	8	3,9	3,3	
	4,5 4 1)						
Frische Milch		20	11	9	4,5	3,2	
	4,6 4,7						

1) Gerundet, da nur drei Einzelwerte vorlagen

Die Zentrifugationsversuche und Daten aus der Literatur (Abb.1) weisen darauf hin, dass die mechanische Belastung von kühl gelagerter Milch im Temperaturbereich von 10-50°C ein erhöhtes Risiko, mit einem markanten Maximum zwischen 20-30°C, hinsichtlich Fettschädigung darstellt. Eine Ausnahme stellt hier nur die frische, ungekühlte Milch nach dem Melken dar.

Abbildung 1: Bildung von freiem Fett und freien Fettsäuren unter mechanischer Belastung bei kühl gelagerter Milch in Abhängigkeit der Temperatur

Fettschädigungsanalytik

Die erfolgreiche Anwendung der Fettschädigungsanalytik setzt einen gewissen apparativen Aufwand und Praxis im Umgang mit diesen Geräten voraus. Dies trifft etwas weniger auf die Methode "Säuregrad im Fett" zu, leider ist der Arbeitsaufwand, wenn nicht von Butter ausgegangen werden kann, sehr gross. Was die qualitative Erfassung von oxidativen oder lipolytischen Abbauprodukten angeht, werden in Zukunft wohl auch spektroskopische oder sogar mikrobielle Verfahren zum Einsatz kommen.

Einen Ueberblick über die Vor - und Nachteile der verschiedenen Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten liefert Tabelle 2.

Tabelle 2: Fettschädigungsanalytik: In der Schweiz eingesetzte Untersuchungsmethoden

Prinzip	Aussagewert	Bemerkungen
Säuregrad im Fett (S.i.F.): Das durch Butterung, Zentrifugation oder "Brechung" gewonnene Fett wird ausgeschmolzen, filtriert und die darin enthaltene Säure titriert.	Mass für Fettschädigung anhand der freigesetzten Fettsäuren. Die Bestimmung ist relativ unproblematisch, die Probenvorbereitung kann aber sehr arbeitsintensiv sein.	Sensorik und S.i.F. stimmen nicht immer überein, da die sensorische Wahrnehmung stark vom Anteil der kurzkettigen Fettsäuren abhängt. Ein tiefer pH-Wert der Proben erhöht im übrigen leicht den S.i.F.-Wert.
Freie Fettsäuren (FFS), sofort: Die sauer gestellten Proben werden mit organischen Lösungsmitteln extrahiert und die Säure titriert.	Mass für Fettschädigung anhand freigesetzter Fettsäuren. Die Bestimmung ist relativ unproblematisch, die Titration muss aber sehr exakt durchgeführt werden.	Nur die langkettigen Fettsäuren werden quantitativ erfasst. Rohe Proben müssen nach Möglichkeit sofort extrahiert werden, da die vorhandenen Lipasen weitere FFS bilden können.
Freie Fettsäuren (inkubiert): Die bei 37°C für 24/48 h bebrüteten, konservierten Proben werden sauer gestellt, mit organischen Lösungsmitteln extrahiert und die Säure titriert.	Das vorhandene freie Fett wird zersetzt und als freie Fettsäuren bestimmt. Womit sich ein Mass für das lipolysierbare, d.h. freie Fett ergibt	Das zur Konservierung eingesetzte Wasserstoffperoxid kann durch gewisse Bakterien rasch zersetzt werden. Die Methode sollte deshalb nur bei mikrobiologisch einwandfreien Proben angewendet werden.
Freies Fett (Extraktionsmethode) Mittels apolarer Lösungsmittel wird freies Fett schonend extrahiert und gravimetrisch bestimmt. (Milch muss auf Stufe Rahm aufkonzentriert werden).	Mass für Fettschädigung bei thermisch behandelten Rahmprodukten, da hier in der Regel keine Inkubation zur Bestimmung der FFS, infolge inaktiver Lipasen, möglich ist.	Kann auf Stufe Milch kaum eingesetzt werden. Verlangt zudem ein sehr sorgfältiges und normiertes Arbeiten. Vergleiche von Resultaten verschiedener Laboratorien sind bis heute kaum möglich.

Prinzip	Aussagewert	Bemerkungen
Freies Fett (Zentrifugationsmethode) : Mittels Spezialbutyrometer wird das freie Fett (Dichte-unterschied) abgetrennt und bestimmt. Geeignet auf Stufe Milch, Rahm muss mit ausgekochtem Wasser verdünnt werden.	Mass für Fettschädigung bei thermisch behandelten Milch- oder Rahmprodukten, da hier in der Regel keine Inkubation zur Bestimmung der FFS, infolge inaktiver Lipasen, möglich ist.	Kann auf Stufe Milch oder ev. Rahm eingesetzt werden. Verlangt jedoch ein sehr sorgfältiges und normiertes Arbeiten. Vergleiche von Resultaten verschiedener Laboratorien sind nur mit Vorbehalten möglich.
Freie Flüchtige Fettsäuren: Die FFS werden in der Gasphase verestert und danach mittels Gaschromatografie erfasst.	Gibt wichtige Hinweise zur sensorischen Schädigung von Butter, Rahm oder andern Milchfettprodukten.	Eine sehr vielversprechende Methode, die in letzter Zeit stark verbessert wurde.
Freie Fettsäuren, getrennt und quantitativ bestimmt: Mittels Gas- oder Flüssigchromatografie werden die aufbereiteten FFS aufgetrennt und erfasst	Differenzierte und sichere Bestimmung der FFS, Artefakte werden weitgehend ausgeschlossen.	Methoden befinden sich vielfach noch auf Entwicklungsstufe. Mit deren Hilfe können jedoch eine Vielzahl von Abbaustoffen erfasst werden.

Falls Milch guter Qualität sofort nach dem Melken untersucht oder zumindest mit 0.2% Bronopol konserviert wird, liegen die Werte für freie Fettsäuren zwischen 14-19 mmol/kg Fett, wobei die Zunahme bei der inkubierten Bestimmung nicht mehr als 3-7 mmol/kg Fett betragen sollte. Gelagerte Milch weist oft leicht erhöhte Werte (Zunahme: 3-5 mmol/kg Fett) auf.

Für Rahm sind solche Erfahrungswerte nur bedingt anzugeben, da sich der FFS-Wert in Abhängigkeit des Fettgehaltes ändert. Bei einem Fettgehalt von 350 g/kg liegen die Werte für Rahm einwandfreier Qualität aber in der Regel zwischen 6-12 mmol/kg Fett. Die Inkubationszunahme sollte hier 3-5 mmol/kg Fett nicht übersteigen. Diese Zahlen haben jedoch nur orientierenden Charakter und müssen noch breiter abgestützt werden. Es ist auch zu erwarten, dass gerade beim Rahm mit der Umsetzung neuer Verarbeitungsmodelle in Zukunft tiefere Durchschnittswerte resultieren werden.