

# Lebensmittel

## Entwicklung von Oberflächen-Kulturen an der FAM

Hans-Peter Bachmann, Corinne Bobst, Ueli Bütikofer, Michael G. Casey, Marc DallaTorre, Martin FÜRST und Marie-Therese Wyder, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern

Auskünfte: Hans-Peter Bachmann, e-mail: hans-peter.bachmann@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 82 27, Tel. +41 (0)31 323 84 91

### Zusammenfassung

Viele traditionelle Schweizer Käsesorten wie zum Beispiel Gruyère, Raclette, Appenzeller und Tilsiter erfahren eine Oberflächen-Reifung, die in der Fachsprache auch Schmiere-Reifung genannt wird. Die Käse-Schmiere ist ein sehr komplexes mikrobielles Ökosystem aus Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien. Sie prägt das typische Flavour dieser Käsesorten. In den letzten Jahren trat der Fehler «klebrig» stark gehäuft auf: Die Oberflächenflora beginnt zu glänzen und zu kleben, als wären die Käse mit Honig eingerieben. Dies verändert das Flavour und macht zudem die Pflege der Käse sehr aufwändig.

Empirische Erfahrungen führten kurzfristig zu verschiedenen konkreten Empfehlungen an die Praxis:

- nicht zu feuchtes und nicht zu kühles Reifungsklima;
- nicht zu hoher Salzgehalt und pH-Wert im Käsepflege-Wasser.

Diese Massnahmen haben dazu geführt, dass heute dieser Käsefehler besser unter Kontrolle ist, die Ursache bleibt aber unbekannt. Da Erfahrungen aus der Praxis zeigten, dass Käse mit einem natürlichen Wachstum eines sogenannten «Milchsimmels» nie von der Klebrigkeit betroffen sind, wurde nach natürlichen Milchsimmel-Kulturen gesucht, welche die Käseoberfläche abtrocknen und so die Klebrigkeit eindämmen. Die beste Wirkung zeigte dabei «*P. Anticollanti*» (Phantasie-Name):

- die Käse trockneten schneller ab;
- rasch entwickelte sich ein weisser bis leicht bräunlicher Milchsimmel-Rasen, ohne irgend eine Verfärbung im Verlauf der Reifung;
- die Klebrigkeit nahm markant ab oder verschwand gar vollständig.

Ein *Geotrichum-candidum*-Stamm zeigte eine analoge, wenn auch weniger ausgeprägte Wirkung. Die genaue Identifizierung von «*P. Anticollanti*» gestaltet sich ausserordentlich schwierig. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass es sich um eine bisher nicht beschriebene Art handelt. Der Vergleich von spezifischen Gen-Sequenzen mit denjenigen von «Milchsimmeln», die natürlicherweise auf nicht klebrigen Käsen wachsen, zeigte, dass «*P. Anticollanti*» weit verbreitet ist. Der Fehler der klebrigen Oberfläche zeigt, wie schwierig es ist, in einem komplexen, mikrobiellen Ökosystem das natürliche Gleichgewicht wieder herzustellen.

Das Zusammenleben von Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen auf der Käseoberfläche, ist äusserst komplex und wird durch die regelmässige Pflege gefördert. Die Keime gelangen entweder natürlicherweise aus dem Umfeld der Käserei auf die Oberfläche. So findet man zum Beispiel dieselben Hefen im Salzbad wie auf dem Käse. Oder aber man verwendet Oberflächen-Kulturen.

### Vielfältige Funktionen

Durch das Verfärben der Oberfläche erhält der Käse sein typisches Aussehen. Man denke an einen Tilsiter und einen Gruyère, die beide ganz unterschiedliche Oberflächen besitzen. Die Käse-Schmiere übt die gleiche Funktion wie eine Rinde, eine Wachsschicht oder ein Schimmelrasen aus. Sie schützt den Käse vor dem Austrocknen und dem Aromaverlust. Eine gut entwickelte

Oberflächenflora vermag auch unerwünschte Mikroorganismen zu hemmen. Sie ist zudem für den typischen Käse-Geschmack verantwortlich. Die Vorgänge, die zu diesem Geschmack führen, sind die Entsäuerung durch die Hefen, die Eiweiss- (Proteolyse) und die Fettspaltung (Lipolyse) auf der Oberfläche. Der Eiweissabbau im Innern geschieht jedoch durch die proteinspaltenden Enzyme (Proteasen) der Milchsäurebakterien. Die Proteasen der Oberflächenflora wandern nicht ins Innere, doch durch die Entsäuerung wandert Milchsäure gegen aussen. Dies führt zu einem höheren pH-Wert und somit zu besseren Bedingungen für die Reife-Enzyme im Käse. Schliesslich kann die Oberflächenflora auch Aromastoffe bilden, die das Flavour ebenfalls stark beeinflussen.

Das Wachstum der Oberflächenflora verläuft in zwei Phasen: In der ersten Phase dominieren die Hefen und säuretolerante Bakterien. Die Hefen erfüllen eine wichtige Funktion als Nährbodenvorbereiter für die säureempfindlichen Bakterien, indem sie Milchsäure veratmen und alkalische Stoffwechselprodukte freisetzen. Somit dominieren in der zweiten Phase die säureempfindlichen Bakterien (*Brevibacterien* und *Arthrobacter*). Mit dem Anstieg des pH-Wertes auf der Käseoberfläche findet somit ein Florawechsel statt (Abb. 1).

### Unerwünschte Klebrigkeit

Der Fehler «klebrig» stellt die betroffenen Käsereien und Kä-

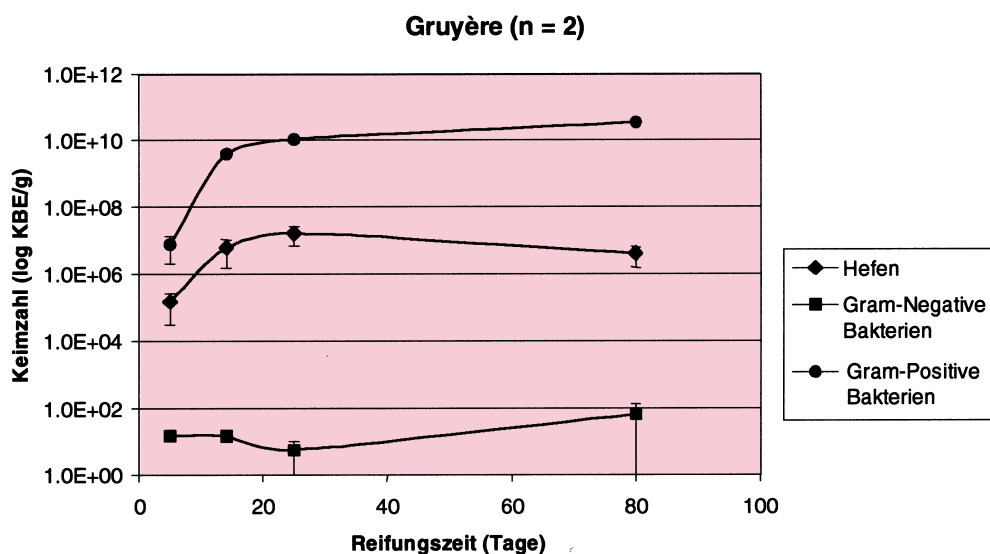


Abb. 1. Die Oberflächenflora von Gruyère.

sehandlungen vor handfeste Probleme, was die FAM in Forschung und Beratung stark herausforderte. Empirische Erfahrungen aus Betrieben, die vom Fehler «klebrig» betroffen sind und Ergebnisse aus Versuchen der FAM führten kurzfristig zu verschiedenen konkreten Empfehlungen an die Praxis:

- nicht zu feuchtes und nicht zu kühles Reifungsklima;
- ausreichende Frischluftzufuhr;
- ansäuern des Käsepflege-Wassers;
- nicht zu hoher Salzgehalt im Käsepflege-Wasser.

Diese Massnahmen haben dazu geführt, dass heute dieser Käsefehler besser unter Kontrolle ist. Dennoch gibt es Betriebe, die nach wie vor gegen diesen Fehler ankämpfen. Zudem führen die oben erwähnten Massnahmen tendenziell zu einer Erhöhung der Herstellungskosten (höhere Reifungsverluste, arbeitsintensivere Pflege). Diese beiden Aspekte bewirken, dass die Praxis auch heute noch ein grosses Bedürfnis hat, mehr über

die Klebrigkeit und deren Bekämpfung zu wissen.

Auch aus der wissenschaftlichen Betrachtungsweise erweist sich die Klebrigkeit als sehr komplexes Problem, da die Ursache, die zu diesem Fehler führt, nach wie vor unbekannt ist. Alle Massnahmen, die heute angewandt werden, sind letztlich nur eine Symptombekämpfung.

### Screening von Schimmelkulturen

Erfahrungen aus der Praxis zeigten, dass Käse mit einem natürlichen Wachstum eines sogenannten «Milchsimmels» nie klebrig wurden. Die FAM hat deshalb nach natürlichen Milchsimmel-Kulturen gesucht, welche die Käsoberfläche abtrocknen und so die Klebrigkeit eindämmen. In verschiedenen Versuchen in der Modellkäseerei der FAM zeigten zwei Milchsimmel-Kulturen die erwünschte Wirkung:

- die Käse trockneten schneller ab;
- sofort nach dem Abtrocknen begann ein weisser bis leicht

bräunlicher Milchsimmel-Rassen zu wachsen;

■ auch bei einem fortgeschrittenen Reifegrad konnte auf den Käsen keine Verfärbung als Folge des starken Schimmelwachstums festgestellt werden;

■ die Oberflächenflora war insgesamt kräftiger;

■ und die Klebrigkeit nahm markant ab oder verschwand gar vollständig.

Diese positiven Ergebnisse konnten kürzlich auch in zwei Praxisversuchen bestätigt werden.

**Geotrichum candidum:** Die eine der beiden Milchsimmel-Kulturen konnte mit klassischen und molekularbiologischen Methoden zweifelsfrei als *Geotrichum candidum* identifiziert werden (Abb. 2). Sie hat sich im Praxisversuch gut bewährt und wird nun von der FAM in ihrem Versandsortiment angeboten.

**«P. Anticollanti»:** Die zweite Milchsimmel-Kultur zeigte in den verschiedenen Versuchen in der FAM und in der Praxis eine noch ausgeprägtere Wirkung bei der Eindämmung der Klebrigkeit (Abb. 3). Leider gestaltet sich die genaue Identifizierung ausserordentlich schwierig. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass es sich um eine bisher nicht beschriebene Art handeln könnte. Die Kultur wird in der FAM mit «*P. Anticollanti*» (Phantasie-Name) bezeichnet. Der Vergleich von spezifischen Gen-Sequenzen mit denjenigen von Milchsimmeln, die natürlicherweise auf nicht klebrigen Käsen wachsen, zeigte, dass «*P. Anticollanti*» weit verbreitet ist. Bis eine eindeutige Identifizierung vorliegt, wird «*P. Anticollanti*» über die Beratung einer begrenzten Anzahl Betriebe unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt:



Abb. 2. Lichtmikroskopische Aufnahme der *Geotrichum candidum*-Kultur.

- Der Betrieb ist stark vom Fehler «klebrig» betroffen;
- Die bekannten Sanierungsmassnahmen sind ausgeschöpft;
- Der Berater beantragt die Kultur beim zuständigen Konsulenten;
- Der Einsatz von «*P. anticollanti*» ist auf maximal 6 Monate beschränkt;
- Der Berater überprüft periodisch die Entwicklung der Oberflächenflora;
- Über einen allfällig verlängerten Einsatz wird aufgrund der Ergebnisse entschieden.

Der Einsatz der Kultur ist mit dem Berater abzusprechen. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, die Kultur wöchentlich zu beziehen und diese beim Neuanfang von Käsepflege-Wasser beizufügen. Der Salzgehalt im Käsepflege-Wasser beeinflusst das Wachstum des Schimmels sehr stark und sollte deshalb kleiner als 5 % sein.

#### Auswahl von Mischkulturen für die Praxis

Die FAM versucht das grosse Wissen, das sie bei den Arbeiten zur Eindämmung der Klebrigkeit erarbeitet hat, auszunützen und der Praxis kurzfristig eine Auswahl von Mischkulturen aus Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien anzubieten. Erste Erfolge stimmen sehr zuversichtlich (Abb. 4).

Die verschiedenen Arbeiten der FAM bei der Eindämmung der Klebrigkeit zeigen, wie schwierig es ist, in einem komplexen, mikrobiellen Ökosystem das natürliche Gleichgewicht wieder herzustellen.

#### Dank

Kerry O'Donnell vom NCAUR-USDA-ARS wird für die Sequenzierung verschiedener rRNA Gene von «*P. Anticollanti*» gedankt.

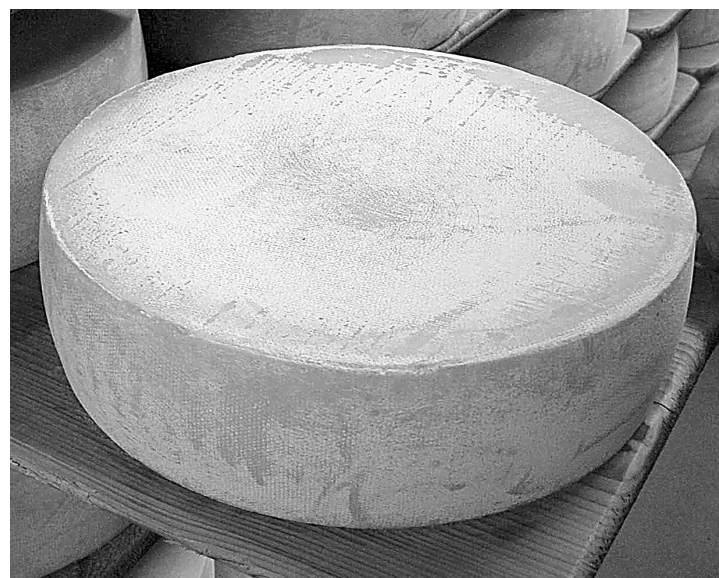


Abb. 3. Die Schimmelpilzkultur «*P. Anticollanti*» bewährte sich in einem Praxisversuch in sechs Käsereien.

Abb. 4. Der linke Käse mit einwandfreier Oberfläche wurde mit der Versuchskultur «Ba-Bo» der FAM und der rechte, stark klebrige Käse mit einer Referenz-Kultur gepflegt.



## RÉSUMÉ

### Cultures visant à réduire l'aspect collant de la morge

De nombreuses variétés de fromages traditionnels suisses tels que le Gruyère, le fromage à raclette, l'Appenzeller et le Tilsiter ont une croûte brillante et collante. La morge forme un écosystème extrêmement complexe constitué de moisissures, de levures et de bactéries. Elle confère à ces variétés de fromages leur goût tout à fait typique. Ces dernières années, on rencontre de plus en plus le défaut de la «morge collante». Pendant la période d'affinage, la morge prend un aspect brillant et visqueux comme le miel pendant la mellification. Ceci a pour conséquence d'occasionner un surplus de travail lors des soins apportés à de tels fromages. Différentes mesures, tirées d'expériences faites au niveau pratique, ont été appliquées afin de lutter contre cette viscosité:

- Climat d'affinage plus chaud et moins humide
- Teneur en sel et pH moins élevés de l'eau de frottage

Ces mesures ont permis aux producteurs de fromages de mieux contrôler la «morge collante». Cependant, la cause de ce défaut reste un mystère. Vu que les expériences pratiques ont démontré que le fromage avec une croissance naturelle de moisissures blanches ne devenait jamais collant, de nombreuses moisissures isolées ont été sélectionnées afin de tester leur capacité à réduire la «morge collante». C'est avec la culture «*P. Anticollanti*» (nom imaginaire) que l'on a obtenu le meilleur effet:

- Séchage accéléré de la surface du fromage après emmorgement
- Formation d'un duvet de couleur blanche sans changement de coloration pendant l'affinage
- Diminution importante voire disparition de la morge collante

Une souche de *Geotrichum candidum* a montré un effet similaire mais moins marqué. Si l'on se base sur les séquences d'ADN, l'hypothèse que «*P. Anticollanti*» puisse représenter une nouvelle espèce de bactéries est fondée. La comparaison des séquences de «*P. Anticollanti*» avec celles de moisissures croissant naturellement sur une morge «saine» indique que «*P. Anticollanti*» est assez abondant sur cette dernière. Le défaut que représente la «morge collante» démontre une fois encore la difficulté de conserver ou de retrouver un équilibre naturel au sein d'un écosystème complexe.

## SUMMARY

### Cultures for reducing the stickiness of smeared cheese surfaces

Numerous traditional Swiss cheese varieties are smear-ripened e.g. Gruyère, Raclette, Appenzeller and Tilsiter. The smear is a very complex ecosystem composed of moulds, yeasts and bacteria. It contributes to the typical flavour of these cheese varieties. In recent years, the occurrence of a defect, the so-called stickiness of the smear, has increased. The smear became bright and viscous like honey during ripening. The consequences were an alteration of the typical flavour and a very labour-intensive handling of the cheeses. Different measures, deduced from practical experience, were taken against the symptoms of the stickiness:

- Warmer and less humid climate in the ripening rooms
- Lower salt content and pH-value in the water used for smearing

These measures permit the cheese producers to fairly control the stickiness, but the cause of the defect still remains unknown. Since practical experiences showed that cheeses with a natural growth of white moulds never became sticky, a lot of isolated moulds were screened for their ability to reduce stickiness. The best effect was obtained with the mould «*P. Anticollanti*» (fantasy name):

- an accelerated drying of the cheese surface after smearing
- growth of a white mould, without discoloration during ripening
- a significant reduction or even a disappearance of the stickiness

A strain of *Geotrichum candidum* showed a similar, but less distinct effect. Based on DNA sequences, there is a reasonable possibility that «*P. Anticollanti*» represents a new species. The comparison of sequences of «*P. Anticollanti*» with sequences of moulds, which are naturally growing on «normal» smear indicate, that «*P. Anticollanti*» is quite common. The defect of the sticky smear shows again how difficult it is to maintain or recover a natural balance of a complex ecosystem.

**Key words:** cheese, ripening, smear, defects, stickiness, brining, climate, moulds, yeasts