

Datum: 15. September 2021

Rohmischkulturen unter der Lupe

Forschende von Agroscope und der Universität Basel haben Rohmischkulturen für Käse untersucht. Diese unterscheiden sich in ihren Abwehrmechanismen gegen Phagen und sind über längere Zeit stabil.



Rohmischkulturen (RMK) sind Bakterienmischungen die für die Qualität und Sicherheit von vielen traditionellen Käsesorten mitverantwortlich sind. Bisher wusste man jedoch relativ wenig über die mikrobiologische Vielfalt darin. In einer neuen Studie haben Forschende von Agroscope und der Universität Lausanne diese Kulturen genau untersucht. Die Bakterien sind in ihren Käse-relevanten Eigenschaften sehr ähnlich und erscheinen auf den ersten Blick in ihrer Zusammensetzung wenig komplex – jedoch unterscheiden sich die Stämme sehr stark in ihren Abwehrmechanismen gegen Phagen. Nicht zuletzt deshalb sind diese Kulturen auch über längere Zeit stabil, eine Eigenschaft die auch unter Laborbedingungen bestätigt wurde.

Eine kurze Geschichte der Rohmischkulturen

Funde aus der Jungsteinzeit belegen, dass schon damals im Gebiet der heutigen Schweiz Viehzucht betrieben wurde. Es ist daher wahrscheinlich, dass Menschen, die tierische Milch nutzten, auch nach einem Weg suchten, dieses rasch verderbliche aber wichtige Nahrungsmittel haltbar zu machen. Durch die Herstellung von Käse wird die Milch haltbar und fest, und zwar mit Hilfe einer enzymatischen Gerinnung (zum Beispiel mit Lab) und einer kontrollierten Säuerung. Lange Zeit war die Herstellung von Käse ein wenig kontrollierter Prozess und die Säuerung trat spontan ein, ohne den Zusatz von Kulturen.

Einhergehend mit der Gründung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) im Liebfeld (heutige Agroscope) im Jahre 1902 hat sich die Käseherstellung langfristig verändert. Mit der zunehmenden Hygiene und dem vermehrten Einsatz von Melkmaschinen nahm der natürliche Gehalt an Milchsäurebakterien in der Milch stetig ab und es musste nach Alternativen gesucht werden. Die Sennen/innen und Käser/innen begannen in der Folge die Fettsirte zu bebrüten und am nächsten Tag der Milch als sogenannte «betriebsabhängige» Fettsirtenkultur zuzusetzen. Je nach Thermisierungs- und Bebrütungstemperatur entstehen dabei thermophile (ca. 38 – 45 °C, für den Einsatz bei lang gereiften Käsesorten) oder mesophile

Kulturen (ca. 25 – 35 °C, für den Einsatz bei Frisch-, Weich- oder kurzgereiften Halbhartkäsen). Dieses System wird noch heute angewandt, so zum Beispiel beim Le Gruyère AOP und beim L'Étival AOP, auf vielen Alpbetrieben oder auch im Ausland, etwa beim Parmigiano Reggiano AOP.

Die «betriebsabhängigen» Fettsirtekulturen haben viele Vorteile: Sie führen zu einer sehr authentischen, betriebspezifischen Käsequalität und sind sehr günstig. Es besteht jedoch die Gefahr, dass auch unerwünschte Bakterien angereichert und von Tag zu Tag weiter verschleppt werden oder dass sie aufgrund örtlicher Gegebenheiten scheinbar spontan schlechter säuern oder gar ganz zusammenbrechen.

Die damalige FAM hat deshalb in den 1970er Jahren begonnen von Käsereien mit konstant hoher Qualität die Fettsirten zu sammeln, zu prüfen und daraus «betriebsunabhängige» Rohmischkulturen (RMK) herzustellen. Wie der Name verrät, handelt es sich dabei um rohe Gemische von Bakterien. Sie werden wöchentlich frisch verschickt, in der Käserei werden sie dann auf steriler Milch zu Betriebskulturen vermehrt. Diese RMK haben wesentlich dazu beigetragen, die Käsequalität zu steigern und auch zu vereinheitlichen. Bisher wusste man relativ wenig über die komplette Stammvielfalt in diesen RMK.

Tradition trifft Technologie

In einem Milliliter Kultur können bis zu 10 Milliarden Bakterien vorhanden sein. Bakterien kann man grundsätzlich in Petrischalen einzeln kultivieren. Doch bei dieser Menge und bei einer grossen Vielfalt an Bakterien ist das eine Herkulesaufgabe, denn nur wenn sich die Bakterien in den Petrischalen züchten lassen, kann man sie auch nachweisen. Heute lässt sich die gesamte Vielfalt der Bakterien mit Hilfe von modernen Sequenziertechnologien erkunden. Danach kann man die Bakterien gezielt isolieren und weiter charakterisieren.

Es braucht zwei zum Tango

Diese Sequenziertechnologien zeigen, dass thermophile Rohmischkulturen hauptsächlich aus den zwei verschiedenen Milchsäurebakterien *Streptococcus thermophilus* (Kügelchen-Bakterien, auch als «Ketteli» bekannt) und *Lactobacillus delbrueckii* (Stäbchen-Bakterien) bestehen. Jedoch konnten wir noch mehr Unterschiede entdecken. Bei den Streptokokken konnten wir vier verschiedene Stämme unterscheiden. Die Stammzusammensetzung war sehr stabil und in Ampullen aus verschiedenen Jahrzehnten immer gleich. Auch eine im Labor simulierte Evolution, welche 60 Jahren Kulturenproduktion entsprechen würde, führte zu keiner Veränderung bei der Stammzusammensetzung. Die Streptokokken und Laktobazillen unterstützen sich gegenseitig: So säuern sie am besten, wenn sie gemeinsam wachsen. Dabei bilden sie auch eine Vielzahl von Stoffwechselprodukten, die kein Stamm alleine zu produzieren vermag. Das bedeutet, dass die Stämme sich gegenseitig metabolisch ergänzen und zusammen zu mehr als ihrer Summe werden, in der Fachsprache spricht man von einer Protokooperation.

Mit allen Wassern gewaschen

Eine vertiefte bioinformatische Analyse hat gezeigt, dass die verschiedenen Stämme in den Rohmischkulturen ein sehr unterschiedliches Immunsystem aufweisen. Genau wie wir Menschen können auch Bakterien von Viren, sogenannten Bakteriophagen (kurz Phagen), infiziert werden. Die Bakterien sammeln über viele Jahre hinweg Überbleibsel von vorgängigen Phageninfektionen, um zukünftige, neue Infektionen abzuwehren. Dies tun sie in den sogenannten CRISPR Regionen (die Entdeckung und Nutzung von CRISPR wurde 2020 mit dem Nobelpreis für Chemie geehrt). Diese Regionen sind sehr unterschiedlich zwischen den Stämmen. Dank dieser Vielfalt sind Rohmischkulturen gut vorbereitet auf den Befall von Phagen während der Käseherstellung und es treten deshalb auch nur selten phagenbedingte Säuerungsstörungen auf.

Unbemerkt ersetzen und ergänzen: Was lernen wir daraus

Rohmischkulturen sind simple mikrobielle Systeme. Gut funktionierende Kulturen, wie hier am Beispiel der RMK202 gezeigt wurde, sind stabil über die Zeit. Der Grund dafür könnte sein, dass die vorherrschenden bakteriellen Stämme sehr ähnliche Funktionen haben und sich somit unbemerkt ersetzen können, sollte beispielsweise einer der Stämme unerwartet ausfallen. Zusätzlich haben die Stämme unterschiedliche Virusresistenzen, womit sie als Gemeinschaft bei einem Virenangriff gut geschützt sind. Insgesamt konnte somit gezeigt werden, warum Rohmischkulturen ein funktionierendes und über viele Jahre natürlich optimiertes System sind.

Die Studie ist in Englischer Sprache in einer internationalen Zeitschrift für mikrobielle Ökologie erschienen und kann hier gelesen werden: <https://www.nature.com/articles/s41396-021-01071-0>
(<https://www.nature.com/articles/s41396-021-01071-0>)