vinetur

Der Klimawandel begünstigt die Ausbreitung einer Hefe, die Wein verdirbt

Forscher sagen: Ein höherer pH-Wert der Trauben macht Weine empfänglicher für Brettanomyces bruxellensis und erschwert die Kontrolle im Keller.

Montag, 4. Mai 2026



Brettanomyces bruxellensis bleibt eine der hartnäckigsten mikrobiologischen Bedrohungen in Weingütern, und ihr Einfluss hat zugenommen, seit der Klimawandel in vielen Regionen den pH-Wert der Trauben erhöht und Weine damit günstiger für das Überleben und Wachstum der Hefe macht. Das Problem beschränkt sich längst nicht mehr auf gereifte Rotweine oder auf einige wenige traditionelle Kellerumgebungen. Winzer in Italien und anderswo berichten inzwischen auch von Kontaminationen in jüngeren Weinen – eine Entwicklung, die den Umgang der Branche mit Monitoring und Hygiene verändert hat.

Das Problem besteht nicht nur darin, dass Brettanomyces Wein verderben kann. Entscheidend ist vielmehr, dass sich die Hefe je nach Stamm, Weinchemie und Produktionsphase unterschiedlich verhält. Diese Variabilität macht es schwierig vorherzusagen, wann ein Wein gefährdet ist und warum eine Kellerbehandlung in einem Fall wirkt, in einem anderen aber versagt. Forscher sagen, dass Brettanomyces auch nach mehr als zwei Jahrzehnten Forschung jeder einzelnen, universellen Kontrollstrategie widersteht.

Im Zentrum der Sorge steht die Fähigkeit der Hefe, unter Bedingungen zu überleben, die für viele andere Mikroorganismen ungünstig sind. Brettanomyces kann Ethanolgehalte von bis zu 13%-14% vol tolerieren, kann bei knappem Zuckerangebot Kohlenstoffquellen wie Ethanol und Glycerin nutzen und auf Holzoberflächen sowie Geräten fortbestehen, wo Sauerstoff vorhanden ist. Ihr 2011 sequenziertes Genom umfasst rund 3.000 Gene, darunter Gene im Zusammenhang mit Stressreaktionen, die erklären helfen, warum sie sich im Wein so gut hält.

Der mit Brettanomyces verbundene sensorische Fehler wird meist auf flüchtige Phenole zurückgeführt, vor allem 4-Ethylphenol und 4-Ethylguaiacol. Diese Verbindungen entstehen über einen zweistufigen enzymatischen Weg. Zunächst wandelt Phenylacrylat-Decarboxylase, kurz PAD, in Wein natürlich vorkommende Hydroxyzimtsäuren in Vinylphenole um. Anschließend setzt Vinylphenol-Reduktase, kurz VPR, diese Zwischenprodukte in Ethylphenole um. Das erste Enzym ist nicht einzigartig für Brettanomyces; einige Stämme von Saccharomyces cerevisiae tragen es ebenfalls und können während der Gärung Vinylphenole bilden. VPR gilt jedoch als funktioneller Marker, der ausschließlich für Brettanomyces steht – und aus einem milden chemischen Ton das vertraute Aroma von Stall, Leder, nassem Tier oder Rauch macht.

Selbst hier ist das Bild komplizierter, als viele Winzer annehmen. Nicht jeder Brettanomyces-Stamm produziert flüchtige Phenole mit derselben Geschwindigkeit. Manche Stämme bilden genug davon, um einen klaren sensorischen Fehler zu verursachen; andere tragen die Gene zwar in sich, exprimieren sie unter bestimmten Bedingungen aber nur schwach oder gar nicht. Eine von Forschern zitierte Studie ergab, dass etwa jeder sechste Brettanomyces-Stamm trotz genetischer Fähigkeit dazu

keine wahrnehmbaren flüchtigen Phenole produzierte. Das bedeutet: Das bloße Vorhandensein des Organismus erzählt noch nicht die ganze Geschichte.

Brettanomyces kann auch zu anderen Fehlern beitragen. In Gegenwart von Sauerstoff kann sie mehr Essigsäure bilden und damit die flüchtige Säure erhöhen. Zudem wurde sie mit Tetrahydropyridinen in Verbindung gebracht – Verbindungen, die mit Mäuseton assoziiert werden –, obwohl neuere Studien nahelegen, dass dieser Fehler häufig eher in gemischten mikrobiellen Gemeinschaften als allein durch Brettanomyces entsteht. Die Hefe wurde außerdem mit biogenen Aminen wie Histamin und Tyramin in Verbindung gebracht und fügt damit sowohl für die Qualität als auch für die Sicherheit eine weitere Ebene der Sorge hinzu.

Die Ökologie der Hefe im Weingut macht die Kontrolle noch schwieriger. Jahrelang wurde darüber gestritten, ob Brettanomyces vor allem aus dem Weinberg oder aus dem Keller selbst stammt. Genetische Studien deuten inzwischen darauf hin, dass sich Stämme von Trauben und im Weingut ansässige Stämme nicht systematisch unterscheiden; derselbe Stamm kann zwischen beiden Umgebungen wechseln. Die Phase mit dem höchsten Risiko scheint nach dem Ende der alkoholischen Gärung und vor Beginn der malolaktischen Gärung zu liegen – wenn kaum noch Zucker vorhanden ist, Ethanol bereits vorliegt und Schwefeldioxid den Wein noch nicht vollständig stabilisiert hat.

Dieses Zeitfenster ist deshalb so wichtig, weil Brettanomyces selbst bei niedrigen Restzuckergehalten zu wachsen beginnen kann. Außerdem bildet sie Biofilme auf Holz und kann tief in Fassdauben eindringen, was die Reinigung erschwert. Hat sie sich erst einmal in Fässern, Schläuchen oder Armaturen etabliert, kann sie von einem Jahrgang zum nächsten überdauern.

Für Kellermeister dürfte das Beunruhigendste ihre stammspezifische Resistenz gegenüber Schwefeldioxid sein. Studien haben gezeigt, dass einige Stämme selbst dann wachsen können, wenn die molekularen SO_2-Werte unter wässrigen Bedingungen bei etwa 0,8 mg/L liegen, während andere bereits bei rund 0,4 mg/L gehemmt werden. Ethanol verschiebt dieses Gleichgewicht zusätzlich. Praktisch bedeutet das: Zwei Weine mit ähnlichem analytischem Profil können sich sehr unterschiedlich verhalten, wenn sie

unterschiedliche Brettanomyces-Stämme beherbergen.

Diese Unberechenbarkeit gilt auch für das Wachstumsverhalten. In einer Studie mit fünf Stämmen, die in mehr als 50 Rotweinen mit unterschiedlichem chemischem Profil getestet wurden, wuchsen alle fünf in permissiven Weinen mit höherem pH-Wert und geringerem freiem SO_2 ähnlich stark. In restriktiveren Weinen hingegen hielt nur ein Stamm ein aggressives Wachstum aufrecht, während sich die anderen deutlich anders verhielten. Die Chemie des Weins interagiert mit der Genetik des Stamms auf eine Weise, die Standard-Laborwerte nicht vollständig erfassen können.

Ein weiterer Grund dafür, dass Brettanomyces schwer zu beherrschen bleibt, ist ihre Fähigkeit, in einen lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren Zustand überzugehen – bekannt als VBNC. In diesem Zustand schrumpfen die Zellen, verlangsamen ihren Stoffwechsel und bilden auf Petrischalen keine Kolonien mehr aus, obwohl sie lebendig bleiben und ihr Wachstum wieder aufnehmen können, sobald Stressbedingungen nachlassen. Ein negatives Plattenergebnis bedeutet daher nicht zwangsläufig, dass ein Wein vor künftiger Kontamination sicher ist.

Forscher haben gezeigt, dass Zellen nach Kontakt mit SO_2 für Tage aus herkömmlichen Nachweismethoden verschwinden und dann wieder auftauchen können, sobald der Schwefeldioxiddruck wegfällt. Für Weingüter, die sich nur auf kulturbasierte Tests verlassen, schafft das ein trügerisches Sicherheitsgefühl. Wissenschaftler empfehlen zunehmend ergänzende Verfahren wie quantitative PCR und Durchflusszytometrie mit Vitalfärbungen, um Zellen unabhängig davon nachzuweisen, ob sie kultivierbar sind.

Für Winzerinnen und Winzer lautet die Lehre aus der aktuellen Forschung heute klar: Kontrolle hängt davon ab, sowohl den Wein als auch den Stamm zu verstehen. Die Biologie der Hefe erklärt, warum sie dort überlebt, wo andere es nicht tun; ihre enzymatischen Wege erklären, warum sie das Aroma so drastisch verändert; und ihre verborgenen Zustände erklären schließlich, warum sie zurückkehren kann, nachdem sie bereits verschwunden schien.

,