

Folgen und Inaktivierung von Laccase

Botrytis cinerea gibt vielfältige Stoffwechselprodukte an den Pulpensaft der von ihm befallenen Trauben ab. Dazu zählt unter anderem ein Enzym, welches als Laccase bezeichnet wird. Die Laccase ist eine Oxidase, die in Anwesenheit von Sauerstoff ein breites Spektrum phenolischer Substanzen oxidieren kann. Sie unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von der in allen Trauben und Mosten enthaltenen üblichen Oxidase, der Tyrosinase. Der bedeutendste Unterschied besteht darin, dass Laccase praktisch alle Phenole oxidieren kann und kaum an Aktivität einbüßt, während Tyrosinase ein beschränkteres Wirkungsspektrum aufweist und nach der Gärung inaktiviert ist. Obwohl beide Enzyme zu den Polyphenoloxidasen zählen und für Bräunungsreaktionen im Most verantwortlich sind, führt die zusätzliche Anwesenheit der Laccase zu weitreichenden Konsequenzen für die Verarbeitung faulen Leseguts.

In weißen Mosten ist die enzymatische Oxidation, unabhängig von der An- oder Abwesenheit von Laccase, ein eher erwünschtes Phänomen. Phenolische Verbindungen werden dabei soweit oxidiert, dass sie als braune Polymerisate ausfallen und mit dem Mosttrub abgetrennt werden. Damit stehen sie als Substrat für die spätere schädliche Oxidation des Weins nicht mehr zur Verfügung. Auf diesem Prinzip basiert die Mostoxidation als Stabilisierungsmaßnahme. Genügend Sauerstoff und die vollständige Abwesenheit von schwefliger Säure während der Mostphase vorausgesetzt, sind die so erzielten Weißweine selbst ohne SO₂ absolut stabil gegenüber oxidativer Bräunung, weil die oxidierbaren Phenole bereits vor der Gärung eliminiert wurden. Die Laccase, die im Weinstadium weiterhin präsent ist, verliert so mangels Substrat an Bedeutung.

Wird nun ein Laccase-haltiger weißer Most unter Hinzufügen von schwefliger Säure verarbeitet, werden beide Oxidationsenzyme in ihrer Wirkung gehemmt, und zwar die Tyrosinase mehr als die Laccase. Letztere zeichnet sich durch eine hohe Resistenz gegenüber schwefliger Säure aus. Die praktische Konsequenz dieser Hemmung ist, dass die oxidationsrelevanten Phenole nicht mehr vollständig als unlösliche braune Polymerisate ausgeschieden werden, sondern sich zum Teil im Wein wiederfinden. Dort stellen sie ein ausgezeichnetes Substrat für eine fortschreitende oxidative Bräunung durch die Laccase dar, die, wie bereits ausgeführt, auch nach der Gärung weiter arbeitet. Bräunung ist hier nur der optisch sichtbare Indiz für eine weitgehende Zerstörung des Aromas.

Die fortschreitende Oxidation fertiger Weine aus faulem Lesegut ist auf die außerordentliche Widerstandsfähigkeit der Laccase zurückzuführen. Während Tyrosinase durch schweflige Säure, Bentonit, ihre eigenen Reaktionsprodukte und Alkohol rasch inaktiviert wird und nach der Gärung vollständig verschwunden ist, spricht Laccase auf die üblichen kellertechnischen Maßnahmen kaum an. Ihre vollständige Zerstörung kann nur durch Pasteurisation erfolgen.

Die traditionelle Vinifikation von Weißwein aus faulen Trauben beinhaltet einen SO₂-Schutz vor der Gärung, um das Wachstum unerwünschter Mikroorganismen aus diesem Lesegut zu hemmen. Unter dem chemischen Gesichtspunkt wird dabei ein Teil der der Laccase als Substrat dienenden Phenole konserviert statt durch Oxidation ausgefällt und findet sich im Wein wieder. Damit ist das Alterungsproblem von Weinen aus faulem Lesegut vorgegeben - Phenole und Laccase. Die mikrobiologische Sicherheit im Moststadium wird durch eine sensorische Instabilität im Weinstadium erkaufte.

Es wäre sinnvoll, die mikrobiologische Sicherheit in faulen Mosten durch Kohlensäure statt durch schweflige Säure herbeizuführen. Bekanntlich sind alle in Frage kommenden Mikroorganismen strikte Aerobier. Entzieht man ihnen den Sauerstoff durch seine frühzeitige Auswaschung mittels Gärungskohlensäure, kommt ihr Stoffwechsel zum Erliegen. Das beinhaltet ein möglichst rasches Einleiten der Gärung durch Beimischung, nachdem der gebräunte Most scharf vorgeklärt wurde.

Noch weitreichendere Konsequenzen hat die Anwesenheit von Laccase in Rotwein, wenn dieser aus faulen Trauben durch Maischegärung hergestellt wurde. Im Gegensatz zu Weißwein ist es hier nicht möglich, durch Oxidation vor der Gärung der Laccase ihr phenolisches Substrat zu entziehen. Laccase hat eine hohe Affinität zu Anthocyanen. Daraus resultiert eine fortschreitende Zerstörung der roten Farbe unter gleichzeitiger Bräunung des Weines. Dieser Prozess kann durch schweflige Säure oder durch Versuche zum Fernhalten von Sauerstoff nicht vollständig unterbunden werden. Frühes Auf-

schwefeln und ein reduktiver Ausbau können jedoch die fortschreitende Bräunung solcher Weine erheblich verlangsamen.

Einige Prozent Fäulnisbefall stellen sicher noch keine Gefahr für einen Rotwein aus der Maischegärung dar. Es ist jedoch schwer, diesbezüglich eine eindeutige Höchstgrenze anzugeben, bis zu der eine Maischegärung noch tragbar ist. Ausschlaggebend ist vielmehr die Laccase-Aktivität, die gemessen und in internationalen Enzymeinheiten (U/ml) ausgedrückt werden kann. Ein enger Zusammenhang zwischen Prozent Fäulnisbefall und Laccase-Aktivität besteht nicht. Im Prinzip kann man jedoch aus faulem Lesegut mit mehr als 10 % Fäulnisbefall keinen Rotwein durch Maischegärung herstellen. Die einzige Alternative besteht in der Maischeerhitzung. Dabei sollte die Temperatur bis auf mindestens 65°C hochgefahren werden, um die Laccase vollständig auszuschalten.

Rotweine aus der Maischegärung, die mehr als 1 U/ml Laccase erhalten, sind instabil und zeigen einen raschen Zerfall der Farbe. In diesem Fall kann die negative Entwicklung durch eine nachträgliche Pasteurisation (65°C / 10 Minuten oder 85°C / 2 Minuten) zum Stillstand gebracht werden. Unter Pasteurisation versteht man in diesem Fall die Flashpasteurisation im Durchfluß und im geschlossenen System. Sie beinhaltet ein rasches Erhitzen bis auf die gewünschte Zieltemperatur, eine Heißhaltezeit von wenigen Minuten und ein anschließendes Rückkühlen im Gegenstrom. Unter qualitativen Aspekten ist die sofortige Rückkühlung entscheidend. So wird eine unkontrollierte und schädliche Heißhaltezeit in einem Zwischentank ausgeschaltet.

Die emotionelle Angst der Weinbranche vor der Pasteurisation ist auf die sensorischen Konsequenzen zu langer und überflüssiger Heißhaltezeiten zurückzuführen. In der Folge wurden entsprechende Einrichtungen weitgehend aus dem Weinbereich verbannt. Ihr Fehlen wird besonders in faulen Jahrgängen schmerzhaft spürbar. In indirekter Form stehen dennoch für Problemweine entsprechende Einrichtungen meist ungenutzt zur Verfügung. Jede Anlage zur Mostentschwefelung verfügt über Erhitzungs-Heißhalte- und Kühlzone. Durch geringfügige Umbauten des Wärmeaustauscherteils von Entschwefelungsanlagen kann dieser für eine sachgerechte Pasteurisation genutzt werden, ohne dass die Anlage als solche zur Entschwefelung arbeitet.