

Der Zusammenhang zwischen Milchsäurebakterien, malolaktischer Fermentation und Weinfarbe

>>> Bestimmte Phenolsäuren können das Wachstum von *Oenococcus oeni* und anderen Milchsäurebakterien (MSB) im Wein hemmen, oder aber auch stimulieren. Es ist bekannt, dass metabolische Prozesse von MSB die Farbe des Weines beeinflussen können. In diesem Artikel stellen wir die Zusammenhänge zwischen MSB, malolaktischer Fermentation (MLF) und phenolischen Verbindungen vor. Ein Verständnis dieser Zusammenhänge ist wichtig, um die Wahl neuer MSB zur Herstellung von Starterkulturen zu erleichtern. Darüber hinaus sind die Auswirkungen auf die Weinfarbe für Weinproduzenten von Interesse. <<<

■ Warum sollte MLF in Weinen überhaupt durchgeführt werden?

Die MLF ist viel mehr als nur die Decarboxylierung von L-Äpfelsäure zu L-Milchsäure. Sowohl für viele Rot- und Weißweine als auch für Schaumweine ist die MLF ein erwünschtes biotechnologisches Verfahren: i) sie verringert den Gehalt an Weinsäure, insbesondere bei Rotweinen aus kühleren Klimazonen, und bei Weißweinen mit hohem Säuregehalt, ii) sie verbessert die organoleptischen Eigenschaften eines Weines durch die Produktion von Sekundärmetaboliten, und iii) sie verbessert die mikrobiologische Stabilität.

Darüber hinaus beeinflussen die an der MLF beteiligten MSB die Farbe und Adstringenz von Rotweinen. Diese Beobachtungen beruhen jedoch bisher eher auf den Erfahrungen der Winzer als auf wissenschaftlichen Erkenntnissen¹.

■ Phenolische Verbindungen als Inhibitoren der MLF

Neben Schwefeldioxid, welches während der Weinherstellung zugegeben wird, dem pH-Wert und dem Alkoholgehalt, können bestimmte phenolische Verbindungen, die aus den Trauben stammen, eine inhibierende Wirkung auf die MLF ausüben.

Eine Reihe von Studien haben gezeigt, dass Phenolsäuren und Polyphenole (Polymere phenolischer Verbindungen), sowohl einzeln als auch in Kombination, die MLF stören können. Derzeit wird angenommen, dass bestimmte Verbindungen das Wachstum der MSB hemmen, während andere in Abhängigkeit von der Konzentration eine stimulierende Wirkung haben.

Zum Beispiel wurde gezeigt, dass 100 mg/L Gallussäure, eine der Hydroxybenzoesäuren, das Zellwachstum von *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos* IB8413) aktiviert und auch die MLF stimuliert². Bei Konzentrationen unterhalb von 1000 mg/L wurde bei dem Stamm *O. oeni* CECT 4100 keine hemmende Wirkung festgestellt³, wohingegen bei dem Stamm VF nach Zugabe von 100, 200 und 500 mg/L Gallussäure eine leicht-hemmende Wirkung beobachtet wurde⁴.

Im Fall von Hydroxyzimtsäuren wurde festgestellt, dass 1000 mg/L Kaffee- oder Ferulasäure das Wachstum und

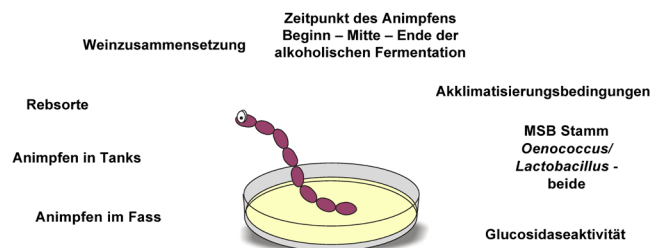


Abbildung 1. Was bei der Animpfung von MSB für eine erfolgreiche MLF zu beachten ist.

die MLF des *O. oeni*-Stammes CECT 4100 hemmen, während 25 oder 100 mg/L keinen Effekt hatten³. p-Cumarsäure dahingegen hemmte das Wachstum von CECT 4100 schon ab 100 mg/L. Ein ähnlicher Effekt wurde für *O. oeni* VF bei Konzentrationen von 100, 200 und 500 mg/L beobachtet¹.

Zusätzliche Informationen zu diesen Verbindungen und ihrem Verhältnis zur MLF, wie zum Beispiel der Wirkung von Katechinen, freien Anthozyanen und Tanninen auf die Überlebensfähigkeit verschiedener Arten und Stämmen von MSB, sind in einem Review Artikel von Costello *et al*, 2012⁵, beschrieben.

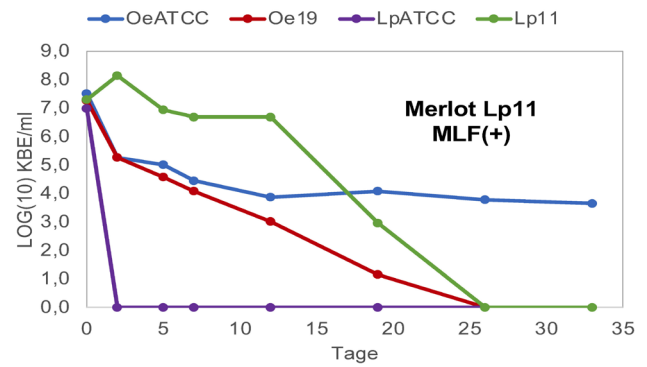
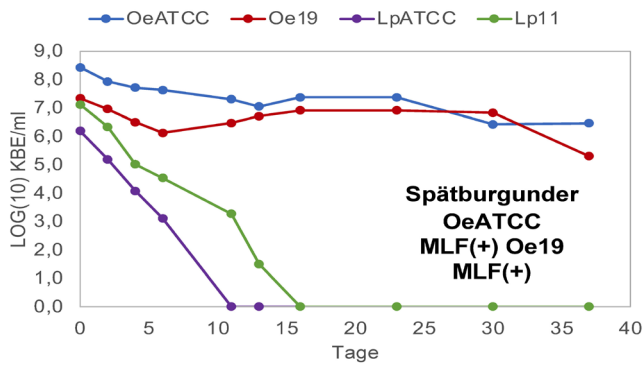
■ Der Einfluss der MLF auf die Farbe des Weines

Allgemein wird davon ausgegangen, dass die MLF die Farbe von Weinen vermindert, obwohl einige Studien das Gegenteil belegen. Eine Studie an Weinen der Sorte Chancellor zeigte, dass die malolaktische Starterkultur X3 die Intensität und den Farbton des Weines verbesserte⁶.

In einer anderen Studie an Cabernet Sauvignon-Weinen wurde gezeigt, dass sich verschiedene Bakterienstämme unterschiedlich auf die Gesamtkonzentration von Anthozyanen und polymeren Pigmenten auswirken können. Dies deutet darauf hin, dass stammspezifische Stoffwechselaktivitäten die Farbzusammensetzung je nach Wein beeinflussen⁵. Weitere Informationen zu diesem Thema werden in einem aktuellen Review diskutiert¹.

Als Teil einer Studie haben wir kürzlich ein Experiment durchgeführt, in dem wir die Auswirkungen verschiedener MSB-Stämme auf eventuelle Farbveränderungen in Weinen untersuchten⁷. Dazu verwendeten wir zwei verschiedene *O. oeni*-Stämme (ATCC 27310 und UNQOe19) und zwei *Lactobacillus plantarum*-Stämme (ATCC 14917 und UNQLp11), sowie Weine zweier verschiedener *Vitis vinifera* L. Sorten: Spätburgunder und Merlot. Die Ergebnisse zeigten, dass das Überleben der Bakterien und deren Fähigkeit zur Decarboxylierung von L-Äpfelsäure je nach MSB-Stamm und Weinsorte unterschiedlich ist. Darüber hinaus stellten wir fest, dass *O. oeni* in Wein auch dann überleben kann, wenn keine L-Äpfelsäure konsumiert wird.

In Bezug auf die chromatischen Eigenschaften fanden wir Korrelationen zwischen der MLF und farbbezogenen Parametern bei Spätburgunder, jedoch nicht bei Merlot⁷. Dies stimmt mit Beobachtungen anderer bereits erwähnter Studien überein. Farbänderungen sind somit abhängig vom jeweiligen MSB-Stamm und dessen Eigenschaften im



	Spätburgunder		Merlot	
	MLF(-)	MLF(+)	MLF(-)	MLF(+)
Gesamtpolyphenolindex	-	↑	↑	-
Gesamtanthozyane (mg/L)	-	↑	↑	-
Farbintensität	nc	↑	↑↑	↑

Abbildung 2. Gezeigt sind die Auswirkungen der malolaktischen Fermentation auf bestimmte Farbparameter in zwei verschiedenen Weinen. MLF(-) = vor der MLF, MLF(+) = nach der MLF, nc = unklare Wirkung⁷.

Zusammenhang mit einer bestimmten Rebsorte (Matrix). Andere Einflussfaktoren sind bestimmte technologische Prozesse, die von Weingut zu Weingut unterschiedlich sein können.

Mit einem besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen dem Stoffwechsel verschiedener MSB und den in Trauben vorhandenen phenolischen Verbindungen, könnten diese Faktoren optimiert werden. Es ist z. B. bekannt, dass bestimmte *O. oeni* Stämme besser für Weißweine und andere eher für Rotweine geeignet sind⁸. Es wäre somit interessant zu wissen, ob es auch Stämme gibt, die für Weine bestimmter Rebsorten besonders gut geeignet sind, wie z. B. für Rebsorten mit kurzer Vegetationsperiode, wie Spätburgunder, oder Sorten mit langer Vegetationsperiode und höherem Phenolgehalt, wie Cabernet Sauvignon.

In den vergangenen Jahren haben sich die Methoden, die den Einfluss der MLF auf die Farbe und das Aroma von Wein zu untersuchen, verändert. Anstelle von idealen oder Kulturmedien werden nun vermehrt Weine verwendet. Dadurch konnte gezeigt werden, dass Veränderungen, die nach der MLF auftreten, teilweise von den Behältern abhängen, in denen die MLF durchgeführt wird, wie zum Beispiel Edelstahlbehälter oder Fässer¹. Die in den Fässern auftretende Mikrooxygenierung begünstigt die Polymerisationsreaktionen zwischen den Anthozyanen. Unter diesen Bedingungen entstehendes Acetaldehyd fungiert als Bindeglied für die Bildung polymerer Verbindungen. Das Ergebnis ist eine Farbstabilisierung und eine verringerte Adstringenz¹. Es wäre zudem interessant zu wissen, was passiert, wenn die MLF in anderen Behältern durchgeführt wird; wie z. B. in eierförmigen Betontanks oder Fässern mit einem Fassungsvermögen von mehr als 225 L.

■ Fazit

In diesem Artikel haben wir einige der Wechselwirkungen zwischen MSB, der MLF und der Weinfarbe vorgestellt. Generell hängt eine hemmende oder stimulierende Wirkung bestimmter Phenolsäuren einerseits von ihrer Konzentration und andererseits von dem jeweiligen MSB-Stamm ab. Insbesondere kann die Farbe, je nach verwendetem MSB-Stamm und der Rebsorte, mit welcher der Wein hergestellt wurde, variieren. Andere Faktoren, wie Herstellungsbedingungen und die Reife der Trauben, beeinflussen vermutlich ebenfalls die Eigenschaften der MSB. Das Studium der Beziehung zwischen phenolischen Verbindungen und MSB unter realen Bedingungen ist eine Herausforderung. Generell wurden die meisten

Studien in Kulturmedien und mit bestimmten Mengen der zu untersuchenden Verbindungen durchgeführt. Ein besseres Verständnis des MSB-Stoffwechsels in Bezug auf phenolische Verbindungen könnte Weingütern helfen, den besten Zeitpunkt für die Animpfung zu bestimmen, sowie in der Auswahl kommerzieller Starterkulturen bzw. Startern aus dem gleichen Terroir. ■

Nair Temis Olguin^{1,2}, Lucrecia Delfederico¹, Liliana Semorile^{1,3}

1 Laboratorio de Microbiología Molecular, Instituto de Microbiología Básica y Aplicada (IMBA), Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Roque Sáenz Peña N° 352, (B1876BXD) Bernal, Buenos Aires, Argentina

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB) CABA, Argentina

3 Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-BA), Argentina

- 1 Olguin, N.T., Delfederico, L., Semorile, L. 2021. Relationship between lactic acid bacteria, malolactic fermentation, and wine color. *Journal of Exploratory Biotechnology Research*, 1(2):149-156.
- 2 Vivas, N., Lonvaud-Funel, A., Glories, Y. 1997. Effect of phenolic acids and anthocyanins on growth, viability and malolactic activity of a lactic acid bacterium *Food Microbiology*. 14, 291-300.
- 3 Reguant, C., Bordonas, A., Arola, L., Rozès, N. 2000. Influence of phenolic compounds on the physiology of *Oenococcus oeni* from wine. *Journal of Applied Microbiology*. 88, 1065-1071.
- 4 Campos, F.M., Couto, J.A., Hogg, T.A. 2003. Influence of phenolic acids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii* *Journal of Applied Microbiology*. 94, 167-174.
- 5 Costello, P.J., Francis, I.L., Bartowsky, E.J. 2012. Variations in the effect of malolactic fermentation on the chemical and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine: interactive influences of *Oenococcus oeni* strain and wine matrix composition *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 18(3), 287-301.
- 6 elaqis, P., Cliff, M., King, M., Girard, B., Hall, J., Reynolds, A. 2000. Effect of two commercial malolactic cultures on the chemical and sensory properties of Chancellor wines vinified with different yeasts and fermentation temperatures. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51(1), 42-47.
- 7 Olguin, N.T., Delfederico, L., Semorile, L. 2020. Colour evaluation of Pinot noir and Merlot wines after malolactic fermentation carried out by *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum* Patagonian native strains. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 41(2) - DOI: <https://doi.org/10.21548/41-2-4069>
- 8 Breniaux, M., Dutilh, L., Petrel, M., Gontier, E., Campbell-Sills, H., Deleris-Bou, M., Krieger, S., Teissedre, P.L., Jourdes, M., Reguant, C., Lucas, P. 2018. Adaptation of two groups of *Oenococcus oeni* strains to red and white wines: the role of acidity and phenolic compounds *Journal of Applied Microbiology* 125(4), 1117-1127.