IVES Technical Reviews
rebe & wein

DOI: 10.20870/IVES-TR.2019.2526

# Biologische Regulierung des Säuregehalts von Wein: Die Rolle von nicht-*Saccharomyces* Hefen

Basiert auf dem wissenschaftlichen Artikel "Use of nonconventional yeasts for modulating wine acidity"[1]

**>>> In den letzten Jahren haben sich Weintrinker verstärkt fruchtigeren Weinen mit weniger Ethanol zugewandt, die aber ein gut ausgewogenes Mundgefühl aufweisen. Allerdings können Weine infolge des globalen Klimawandels alkoholreicher und in Bezug auf den Säuregehalt flacher ausfallen. Während nicht-*Saccharomyces* Hefen in der Vergangenheit oft als schädlich angesehen wurden, werden sie nun eingesetzt, um die Zusammensetzung des Weins zu regulieren, insbesondere im Hinblick auf Aroma und Säure. In diesem Artikel wird das Vermögen einiger nicht-*Saccharomyces* Hefen untersucht, den Säuregehalt von Wein zu regulieren. <<<**



*Schizosaccharomyces pombe* ©Lucia Molnarova

## In Weinen vorhandene und an ihrem wahrgenommenen Geschmack beteiligte Säuren

Organische Säuren sind ein wichtiger Inhaltsstoff von Weinen. Sie weisen einen säuerlichen/sauren Geschmack auf und beeinflussen Stabilität, Farbe und pH-Wert von Wein und haben große Bedeutung für die Qualität des Mundgefühls. Die Säurezusammensetzung und Konzentration von Weinen hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie z.B. von der Rebsorte und den klimatischen Bedingungen bis zum Gärungsprozess und der Hefe. Einige der Säuren werden in den Trauben während ihrer Entwicklung gebildet, während andere bei der alkoholischen Gärung (AG) und der malolaktischen Gärung (MLG) entstehen. Während dieser biologischen Prozesse empfiehlt es sich, den Gehalt organischer Säuren zu überwachen und man unterscheidet zwischen Säuren, die direkt in den Trauben gebildet werden (Weinsäure, Apfelsäure und Zitronensäure) und solchen, die bei AG und MLG gebildet werden (unter anderem Bernsteinsäure, Milchsäure und Essigsäure), Tabelle 1.

## Nicht-*Saccharomyces* Hefen und Regulierung des Säuregehalts von Wein

Die wesentlichen flüchtigen Bestandteile und die von nicht-*Saccharomyces* Hefen während der Trauben-Most-Gärung gebildeten/umgesetzten organischen Säuren werden in Tabelle 2 beschrieben.

Während der MLG kann der *Oenococcus oeni* Stoffwechsel die sensorischen Qualitäten von Wein verbessern, indem er die Säure verringert. Allerdings hängt der Erfolg der MLG von önologischen Parametern ab, wie unter anderem Temperatur, pH-Wert, Alkoholgehalt und $SO_2$-Konzentration. Eine Alternative zur MLG wurde von Benito *et al.*[2] untersucht, die sich besonders in warmen Weinbauregionen praktizieren lässt, wie etwa Südspanien, wo aufgrund des hohen Most-pH eine höhere Risiko besteht, dass der Prozess der MLG entgleist, was zur Bildung von Weinen mit viel flüchtiger Säure und hohen biogenen Aminwerten beiträgt. Die genannten Autoren verwendeten als Alternative zur MLG zwei nicht-*Saccharomyces* Hefen. Die Apfelsäure wurde von *Schizosaccharomyces pombe* durch Umsetzung zu Ethanol und $CO_2$ abgebaut (Abbildung 1), während *Lachancea thermotolerans* Milchsäure produziert, um das Säuregleichgewicht des Weins zu erhalten, insbesondere bei aus Most mit geringem Säuregehalt erzeugten Weinen.

Ein anderer Apfelsäure umsetzender Stamm, der noch nicht kommerziell vertrieben oder industriell produziert wird, ist *Issatchenkia orientalis/Pichia kudriavzevii*. 2014 entdeckten del Mónaco *et al.*[3] ein *P. kudriavzevii* Isolat, das in Mikro-Weinbereitungsversuchen in der Lage war, L-Apfelsäure abzubauen und dadurch den pH-Wert um 0,2–0,3 Einheiten zu erhöhen. Außerdem bildete dieser Hefestamm geringe Mengen Ethanol und erhebliche Mengen Glyzerin.

*L. thermotolerans* kann während der Gärung Milchsäure und Glyzerin bilden und all diese interessanten Merkmale können eine Möglichkeit darstellen, der Problematik von erhöhtem Alkoholgehalt/verringertem Säuregehalt in Wein in Zusammenhang mit der globalen Klimaveränderung zu begegnen. Darüber hinaus ist *L. thermotolerans* in Anwesenheit von etwas $O_2$ in der Lage, seinen Stoffwechsel von der Gärung mehr zur Atmung umzusteuern und so den Gehalt flüchtiger Säuren im Wein zu verringern[4].

Zu Beginn der AG können viele Arten gleichzeitig im Traubenmost wachsen und bei diesem Gärungsschritt sind *Candida stellata* spp. beschrieben worden. Eine interessante Eigenschaft von *C. stellata* ist die Fähigkeit zur Erzeugung von Bernsteinsäure[5]. Bernsteinsäure könnte das sensorische/Mundgefühlprofil von Weinen mit unzureichendem Säuregehalt positiv beeinflussen. Allerdings würden übermäßige Mengen aufgrund ihres 'salzig-bitter-sauren' Geschmacks die Weinqualität negativ beeinflussen.

Tabelle 1. Wichtige in Trauben und Weinen vorhandene organische Säuren und ihre sensorischen Deskriptoren. Modifiziert nach Vilela.[1]

| | Wichtige Säuren | |
|---|---|---|
| Beständige Säuren | L-Weinsäure (zitronenartiger Geschmack) | In Trauben gebildet |
| | L-Apfelsäure (metallischer Geschmack von grünen Äpfeln) | |
| | Zitronensäure (frisch und zitronenartig) | |
| | L-Milchsäure (sauer und würzig) | Während AG und MLG gebildet |
| | Bernsteinsäure (sauer, salzig und bitter) | |
| Flüchtige Säure | Essigsäure (essigartig) | |

LabEx COTE unterstützt die Gründung und Einrichtung der IVES Technical Reviews im Rahmen seines Aufrufs zur Einreichung von Projekten mit dem Ziel von Transfer und Valorisierung.

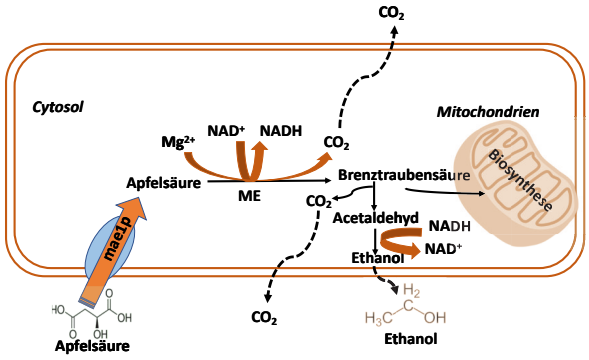



Abbildung 1. Schematische Darstellung der alkoholischen Malatgärung mit Schizosaccharomyces pombe. Modifiziert nach Vilela.[1]

Eine weitere interessante Hefe ist *Torulaspora delbrueckii*. Ein Hinweis auf die positive Auswirkung von *T. delbrueckii* Aktivität auf die Weinqualität wurde von Bely *et al.*[6] bei der Gärung von edelfaulen Mosten und später von Azzolini *et al.*[7] bei dem Aperitifwein Vino Santo aufgrund seiner geringen Bildung von Essigsäurenachgewiesen. Außerdem war *T. delbrueckii* bei der Herstellung von Amarone (*Amarone della Valpolicella*), einem alkoholreichen trockenen Rotwein, der aus angetrockneten Trauben erzeugt wird, in der Lage, die Bildung von Alkoholen, fermentativen Estern, Fettsäuren und Lactonen zu fördern, die für das Amarone Weinaroma eine wichtige Rolle spielen.

*S. pombe* und *L. thermotolerans* werden derzeit von einigen Biotechnikunternehmen im industriellen Maßstab produziert.

*T. delbrueckii* wird in Form einer Reinkultur vertrieben, die zu einer Steigerung der Komplexität des Aromas führt und das Mundgefühl verbessert, da es zu einer geringen Erzeugung von flüchtiger Säure kommt. Dadurch zeigt sich eine erhöhte Stabilität gegenüber dem anfänglichen osmotischen Schock. Die Nutzung der Reinkultur von T. delbrueckii empfiehlt sich besonders für die Gärung von Spätleseweinen in aufeinanderfolgender Kultur mit *S. cerevisiae*.

*Zygosaccharomyces* spp. sind bekannt für ihre verderblichen Eigenschaften für Lebensmittel und Getränke. Der fermentative Stoffwechsel von *Zygosaccharomyces* produziert $CO_2$, was dann bedeutsam ist, wenn sich das Lebensmittel in einem dichten Behälter befindet, da die zunehmende Gasmenge zu einem Leck des Behälters führen kann, der im Extremfall explodieren kann. Mit der Ansammlung von zellulärer Biomasse kann in Getränken Trübung oder Sedimentierung auftreten und in manchen Fällen kann ein oberflächlicher Biofilm entstehen. Veränderungen von Aroma und Geschmack können infolge der Bildung sekundärer Stoffwechselprodukte mit sensorischen Auswirkungen auf Lebensmittel oder Getränke auftreten und umfassen Essigsäure, Ester und höhere Alkohole. Allerdings werden einige Stämme bei der industriellen Produktion von Balsamico-Essig und anderen Lebensmittelprodukten eingesetzt. Unlängst untersuchten Lencioni *et al.*[8] die Möglichkeit, den Gehalt flüchtiger Säure bei sehr süßen Mosten zu verringern, indem man *Zygosaccharomyces florentina* und *Starmerella bacillaris* in mehrfach gestarteter Gärung mit *S. cerevisiae* einsetzt. Unabhängig von der Gärungstemperatur erwiesen sich gemischte Gärungen zur Verringerung flüchtiger Säure als am besten geeignet, was sie zu einem wertvollen Instrument bei der Gärung sehr süßer Moste macht.

## Abschließende Bemerkungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele nicht-*Saccharomyces* Hefen interessante önologische Eigenschaften aufweisen und wenn sie in einfacher oder gemischter Kultur mit *S. cerevisiae* eingesetzt werden, können diese Hefearten den Säuregehalt des Weins regulieren und die Produktion einiger interessanter Inhaltsstoffe steigern, wie etwa Polysaccharide, Glycerin und flüchtige Bestandteile, wie etwa 2-Phenyl-Ethanol und 2-Methyl-1-Butanol.

Durch den Gebrauch einiger der genannten Hefearten könnte sich also der Säuregehalt des Weins regulieren lassen, wobei manche allerdings in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen durch die Erzeugung von unerwünschten Geschmackstoffen, Trübung oder Sediment verderblich wirken können. Weitergehende Studien der önologischen Eigenschaften dieser Hefen dürften neue Daten für den möglichen Einsatz zur Regulierung des Säuregehalts von Wein liefern. ■

Tabelle 2. Wichtigste gebildete flüchtige Bestandteile und Auswirkung auf den Säuregehalt von Wein von sieben nicht-*Saccharomyces* Hefen. Modifiziert nach Vilela.[1]

| Hefearten | Flüchtige Bestandteile | Wirkung auf Säuregehalt des Weins |
|---|---|---|
| *Lachancea thermotolerans* | 2-Phenylethylacetat und Ethyllactat | Säureanreicherung (Milchsäure)/ Säurereduktion (Essigsäure) |
| *Schizosaccharomyces pombe* | Höhere Alkohole und Ester | Alkoholische Malatentsäuerung |
| *Candida stellata* | Ester und Acetoin | Säureanreicherung (Bernsteinsäure) |
| *Torulaspora delbrueckii* | Langkettige Alkohole, Ester, Aldehyde und Glyzerin | Geringe Bildung von Essigsäure |
| *Zygosaccharomyces florentinus/ Zygotorulaspora florentina* | Höhere Alkohole und Ester | Geringe Bildung von Essigsäure Einige Arten sind in der Lage, Essigsäure umzusetzen |
| *Pichia kudriavzevii/ Issatchenkia orientalis* | Ester und höhere Alkohole | Umsetzung von l-Apfelsäure |
| *Starmerella bacillaris/ Candida zemplinina* | Ein höherer Gehalt von einigen Terpenen, Lactonen und Thiolen | Abbau von Apfelsäure; Reduktion von Essigsäure in süßen Weinen Bildung von Brenztraubensäure |

■ **Danksagun**: Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung, die die Forschungsabteilung in Vila Real (PEst-OE/QUI/UI0616/2014) von FCT-Portugal und COMPETE erhalten hat. Außerdem bedanken wir uns bei dem Projekt NORTE-01-0145-FEDER-000038 (I&D INNOVINE&WINE-Innovationsplattform Rebe und Wein).

*Alice Vilela*
CQ-VR, Chemistry Research Centre, School of Life Sciences and Environment, Department of Biology and Environment
University of Trás-os-Montes and Alto Douro (UTAD)
Enology Building, 5000-801 Vila Real, Portugal
avimoura@utad.pt

**1** Vilela, A (2019). Use of nonconventional yeasts for modulating wine acidity. *Fermentation*, 5, 27. https://doi.org/10.3390/fermentation5010027
**2** Benito, A., Calderón, F., Palomero, F., Benito, S. (2015). Combined use of selected *Schizosaccharomyces pombe* and *Lachancea thermotolerans* yeast strains as an alternative to the traditional malolactic fermentation in red wine production. *Molecules*, 20, 9510–9523. https://doi.org/10.3390/molecules20069510
**3** del Mónaco, S., Barda, N., Rubio, N., Caballero, A. (2014). Selection and characterization of a Patagonian Pichia kudriavzevii for wine deacidification. *J. Appl. Microbiol.* , 117, 451–464. https://doi.org/10.1111/jam.12547
**4** Vilela-Moura, A., Schuller, D., Mendes-Faia, A., Côrte-Real, M. (2008). Reduction of volatile acidity of wines by selected yeast strains. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 80, 881–890. https://doi.org/10.1007/s00253-008-1616-x
**5** García, M., Esteve-Zarzoso, B., Cabellos, J.M., Arroyo, T. (2018). Advances in the study of *Candida stellata*. *Fermentation*, 4, 74. https://doi.org/10.3390/fermentation4030074
**6** Bely, M., Stoeckle, P., Masneuf Pomarède, I., Dubourdieu, D. (2008). Impact of mixed *Torulaspora delbrueckii-Saccharomyces cerevisiae* culture on high-sugar fermentation. *Int. J. Food Microbiol.*, 122, 312–320. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.023
**7** Azzolini, M., Fedrizzi, B., Tosi, E., Finato, F., Vagnoli, P., Scrinzi, C., Zapparoli, G. (2012). Effects of *Torulaspora delbrueckii* and *Saccharomyces cerevisiae* mixed cultures on fermentation and aroma of Amarone wine. *Eur. Food Res. Technol.*, 235, 303–313. https://doi.org/10.1007/s00217-012-1762-3
**8** Lencioni, L., Taccari, M., Ciani, M., Domizio, P. (2018). *Zygotorulaspora florentina* and *Starmerella bacillaris* in multistarter fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* to reduce volatile acidity of high sugar musts. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 24, 368–372. https://doi.org/10.1111/ajgw.12327