

Diacetyl – heute noch ein Problem?



Im ersten Teil des Artikels zum Biologischen Säureabbau in der Ausgabe 19 ab Seite 35, erläuterten die Autoren ihre mehrjährigen Erfahrungen. Im nachfolgenden zweiten Teil berichten Hans Jürgen Köhler, Christine Maier, Johannes Burkert und Josef Valentin Herrmann, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitschöchheim, über Ergebnisse zum „simultanen“ Säureabbau und zum Einsatz „Citrat negativer“ Bakterien.

Neben dem Abbau der Äpfelsäure zu Milchsäure und der damit verbundenen Säureharmonisierung kommt dem Metabolismus des Diacetyls im Verlauf des BSA die wichtigste Bedeutung zu. Diacetyl wird während der Gärung und beim biologischen Säureabbau gebildet, aber auch teilweise wieder reduziert. Als Inhaltsstoff mit niedrigem Geruchs- und Geschmacksschwellenwert, Literaturangaben zufolge sind in Bier Gehalte zwischen 0,05 und 0,25 mg/l wahrnehmbar, wird Diacetyl in Rotweinen bis zum Gehalt von 4 mg/l mit Geschmacksattributen wie „frische Butter“ oder „sahnig, cremig“ als vorteilhaft angesehen. In Weißweinen spielt die von der Rebsorte abhängige Erwartungshaltung hinsichtlich der Akzeptanz eine entscheidende Rolle: in Chardonnay- oder Burgunderweinen werden buttrige Noten möglicherweise geradezu gefordert, bei Bacchus oder Müller-Thurgau sicherlich abgelehnt. Dabei variiert die Geruchsschwelle von Diacetyl mit der Rebsorte und der Weinart (Martineau et al. 1985).

Nachdem bekannt ist, dass Diacetyl unter anderem aus dem Abbau der Zitronensäure resultiert, wurden in den letzten Jahren sogenannte „Citrat negative“ Bakterien verstärkt beworben. Aber auch im frühzeitigen Abbau der Äpfelsäure parallel zur Gärung könnte ein Instrument zur Steuerung des Diacetyls liegen.

Metabolismus des Diacetyls

Zitronensäure wird durch dazu befähigte Milchsäurebakterien unter Freisetzung von CO₂ über Oxallessigsäure zu Pyruvat und zu

Essigsäure abgebaut. Im Wein vorhandenes Pyruvat kann jedoch auch aus dem Glucosestoffwechsel anderer Mikroorganismen resultieren. Pyruvat ist die Vorstufe verschiedenster Verbindungen, so auch von 2-Acetylactat (Addition von Pyruvat und „aktivem Acetaldehyd“). Daraus kann sowohl Acetoin (enzymatisch durch Acetylactat-Decarboxylase) wie auch Diacetyl (nichtenzymatische Decarboxylierung) gebildet werden. Diacetyl-Reduktase reduziert Diacetyl nachfolgend zum sensorisch bedeutungslosen Acetoin und anschließend zu 2,3-Butandiol (Bartowsky u. Henschke, 2000 u. 2004, Nielsen u. Richelieu, 1999).

Bei der Bierbereitung spricht man in Bezug auf 2-Acetylactat vom „Diacetyl-Potenzial“. Dessen Umsetzung zu Diacetyl hängt von Faktoren wie Temperatur, pH-Wert, Redoxpotenzial, Sauerstoffaufnahme und Metallionen ab (Ogbono et al., 1997). Jedenfalls ist der Abbau von Zitronensäure durch Milchsäurebakterien in Wein sicher nicht die einzige Quelle für Diacetyl.

Während man zunächst davon ausging, dass nur Hefen, nicht aber Bakterien zur Reduzierung des Diacetyls befähigt sind, ist heute bekannt, dass Bakterien zum Beispiel in hefefrei filtriertem Wein die Reaktion bis hin zu 2,3-Butandiol ermöglichen.

Der Abbau der Zitronensäure beginnt bei Keimzahlen über 10⁶ CFU/ml leicht zeitversetzt zu Malat, jedoch noch bevor die Äpfelsäure verbraucht ist (Teil I, Ausgabe 19). Das höchste Niveau an Diacetyl liegt vor, wenn nur noch wenig oder kein Citrat mehr nachweis-

bar ist. Danach sinkt der Gehalt an Diacetyl und Acetoin, während 2,3-Butandiol zunächst noch kurz ansteigt. Beim Vorliegen ausreichend hoher Keimzahlen wurden diese Abläufe innerhalb etwa einer Woche nach Verbrauch der Äpfelsäure beobachtet (Bartowsky u. Henschke, 2000; Nielsen u. Richelieu, 1999).

Simultaner Säureabbau – eine Strategie zur Senkung des Diacetylgehalts?

In den vergangenen Jahren wurde der simultane Zusatz von Trockenreinzuchthefer und Starterkultur zum Most mit Argumenten wie der guten Nährstoffversorgung der Bakterien, der zunächst noch nicht vorhandenen Belastung durch Alkohol und zeitlichen Vorteilen gegenüber der sequenziellen Beimpfung empfohlen. Ein weiteres Argument könnte die Umsetzung des Diacetyls durch Hefen im stark reduktiven Milieu bei Gärung sein. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Großteil der Hefen noch aktiv und zu dieser Reaktion befähigt.

Anhand zweier Weine des Jahrgangs 2007 (Weißburgunder Spätlese, Silvaner Kabinett) wurden der simultane und der sequenzielle BSA hinsichtlich der Auswirkungen auf den Diacetyl Gehalt verglichen. Jeweils sechs BSA-Ansätze wurden berücksichtigt. Nachdem der Zeitpunkt der Schwefelung den weiteren Verlauf der Bildung, aber auch der Reduzierung des Diacetyls beeinflusst, wurde auch die Schwefelung differenziert: jeweils ein Gebinde wurde sofort nach dem Abbau der Äpfelsäure mit 80 mg/l SO₂ versetzt, ein zweites um 14 Tage zeitverzögert geschwefelt. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt. Während bei

Weißburgunder im Mittel nur geringe Unterschiede an Diacetyl auftraten, lagen nach der sequenziellen Beimpfung bei Silvaner geringere Gehalte vor. In beiden Weinen wiesen nahezu alle Varianten mit simultaner Beimpfung nach dem BSA noch fast die ursprünglichen Zitronensäuregehalte auf, bei den sequenziell beimpften Weinen war die Zitronensäure bei nur einer Ausnahme deutlich vermindert (Teil 1; Ausgabe 19). Die zeitversetzte Schwefelung hatte bei Weißburgunder keinen, bei Silvaner einen untergeordneten Einfluss. Allerdings spiegeln die Mittelwerte nicht die ganze Realität wider. Tendenziell wurde der Diacetyl Gehalt durch die zeitversetzte Schwefelung geringfügig gesenkt. Bei wenigen Varianten mit überdurchschnittlichen Werten an Diacetyl stieg das Niveau infolge der späteren Schwefelung nochmals deutlich an! Die überaus hohe Standardabweichung resultierte aus Differenzen zwischen den verwendeten Starterkulturen. Jedoch fiel keines der Präparate mit durchgängig niedrigen oder höheren Gehalten an Diacetyl auf.

Aus den ermittelten Gehalten an Diacetyl lässt sich jedenfalls keine pauschale Empfehlung zugunsten der simultanen Handhabung des bakteriellen Säureabbaus ableiten. Eher das Gegenteil: Beim Silvaner fand der BSA mit einer Ausnahme noch während der Gärung statt, hier führte die *sequenzielle* Beimpfung zu etwas geringeren Gehalten an Diacetyl. Im Weißburgunder lief der BSA aller Varianten trotz der simultanen Beimpfung erst nach dem Zuckerabbau. Im Mittel glichen sich hier Varianten mit simultaner und mit sequenzieller Beimpfung.

Nachdem Milchsäurebakterien mehr oder weniger rasch den SO₂-Bindungspartner Pyruvat umsetzen (Sigler u. Stukenbrock, 2011; Benda u. Köhler, 1990), stellt sich die Frage, ob nach einem simultanen beziehungsweise dem sequenziellen Säureabbau systematische Unterschiede im Bedarf an SO₂ auftreten. In beiden Weinen führte der BSA gegenüber der chemischen Entsäuerung zwar zu einer geringen Senkung des SO₂-Bedarfs, jedoch bestanden keine nennenswerten Unterschiede zwischen der sequenziellen und der simultanen Beimpfung.

Geschmackliche Vorteile durch den simultanen Säureabbau?

Bisher gibt es wenige Aussagen zu geschmacklichen Unterschieden in Weinen mit simultanem und sequenziellen Säureabbau, gewonnen aus demselben Ausgangsmost. Christen u. de Orduna (2010) verglichen beide Varianten bei Spätburgunder. Die Weine konnten durch Konsumenten nicht differenziert werden, während fachkompetente Verkoster gesicherte Unterschiede erkannten. Bei pH-Werten von 3,4 und 4,0, nicht aber bei pH 3,7, waren nach einer sequenziellen Beimp-

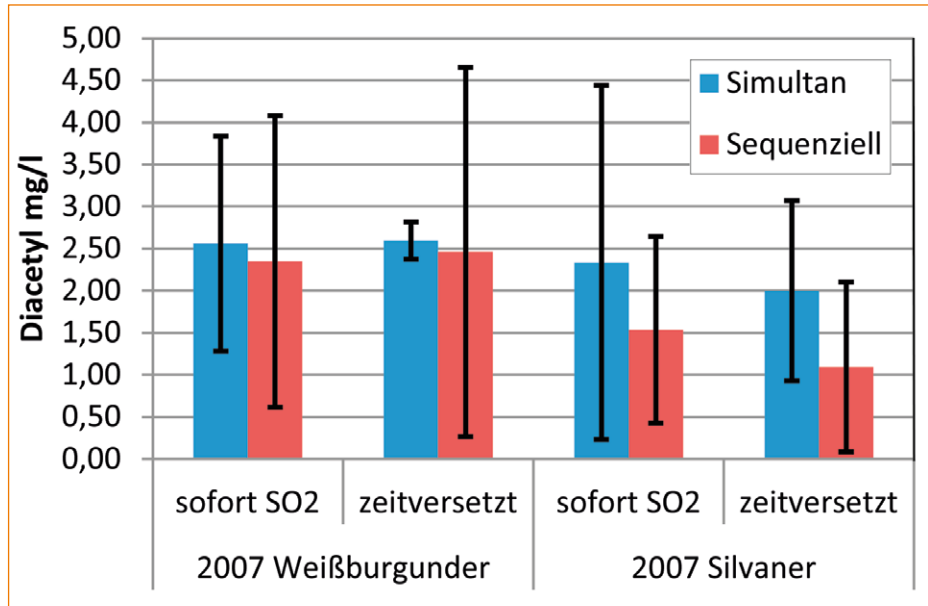


Abb. 1: Gehalte an Diacetyl nach simultanem beziehungsweise sequenziellen Säureabbau (n = 6).

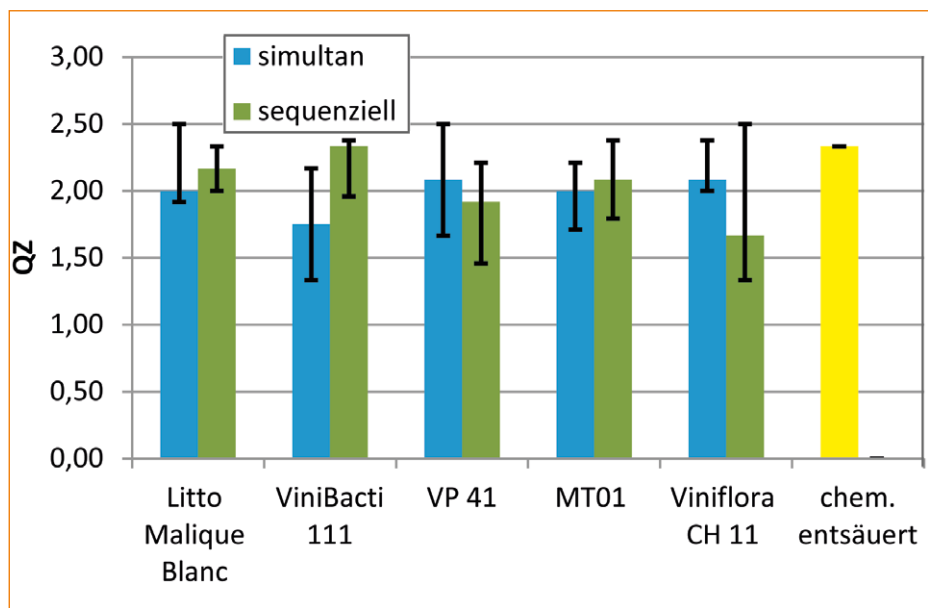
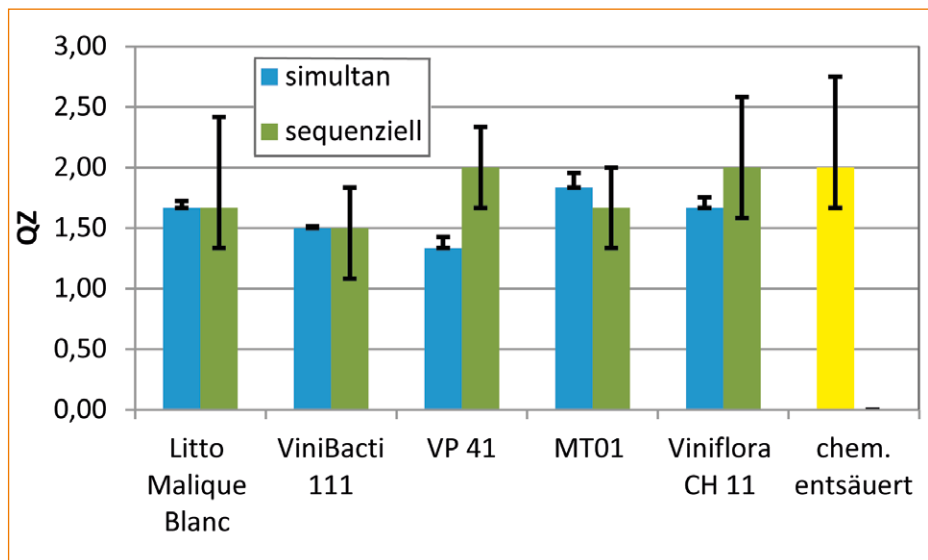


Abb. 2: Verkostungsergebnis von Weinen mit simultanem und sequenziellen BSA (Median sowie Quartil 1 und 3), oben Weißburgunder, unten Silvaner.

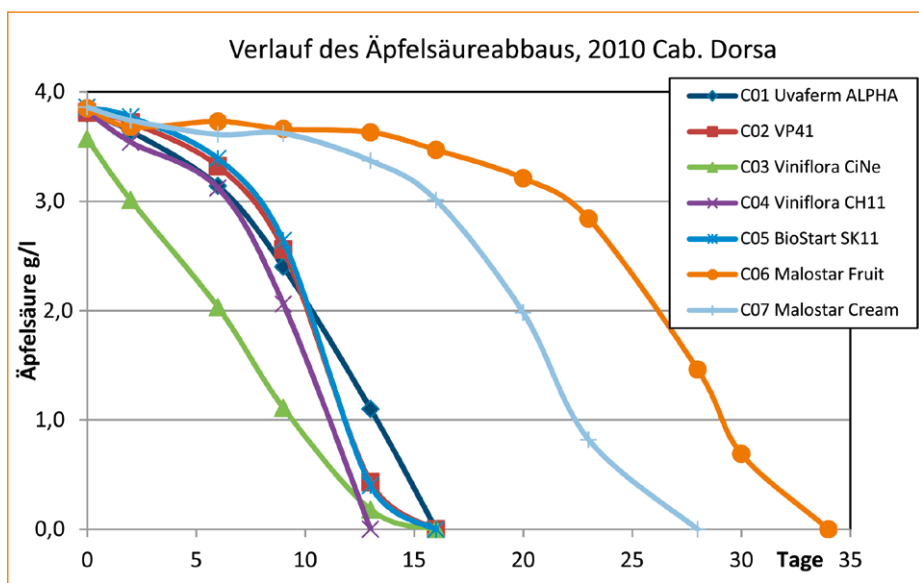
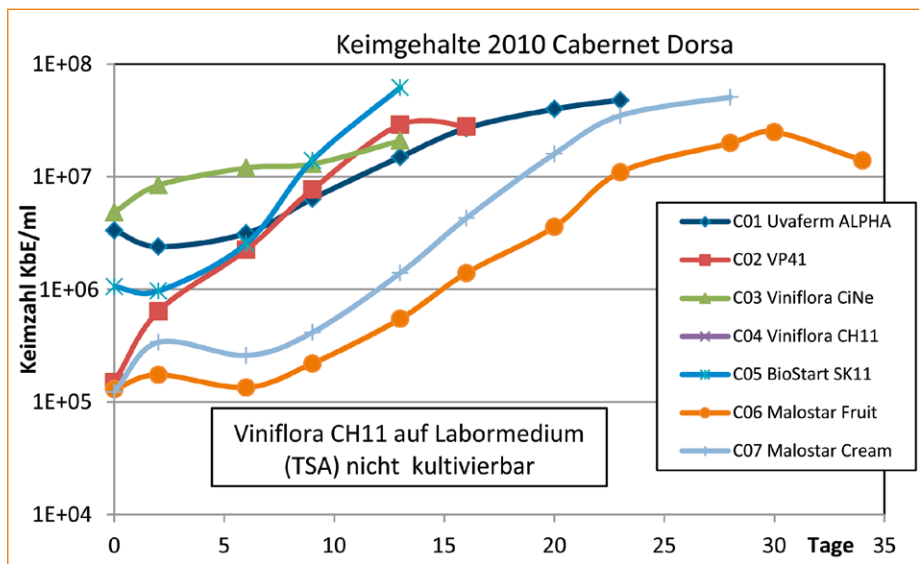


Abb. 3: Keimzahlen und Gehalte an Äpfelsäure während des biologischen Säureabbaus, 2010 Cabernet Dorsa.

fung leicht sulfidische Noten feststellbar. Der Gehalt an Essigsäure war nach dem simultanen BSA um zirka 10 % erhöht, andere Inhaltsstoffe unterschieden sich nicht signifikant.

Bei den hier vorgestellten Versuchen traten bei beiden Rebsorten geringe, jedoch signifikante Unterschiede im Gehalt an Ethylacetat, Propan-1-ol und Milchsäureethylester auf (t-Test), wobei die sequenziell beimpften Varianten jeweils den etwas höheren Gehalt aufwiesen. Das Ergebnis der Verkostungen lässt trotz signifikanter Unterschiede bei Weißburgunder keine einheitliche Aussage zugunsten der einen oder anderen Starterkultur zu. Jedenfalls schnitten Weine mit einem höheren Gehalt an Diacetyl in der Beurteilung schlechter ab (Abb. 2).

Erfahrungen mit dem Jahrgang 2009 zeigten, dass ein simultaner Säureabbau nicht immer sicher ist. Bei zwei maischeerhitzten Mosten, vergoren mit je drei Temperaturstufen (18 °C, 23 °C und 28 °C), war die Äpfelsäure sehr rasch abgebaut. Die Hefeaktivität kam

zum Erliegen und flüchtige Säure wurde gebildet. Der Versuch musste abgebrochen werden (Köhler et al., 2010).

Weniger Diacetyl durch „Citrat negative“ Bakterien?

„Citrat negative“ Bakterienstämme sind nicht in der Lage, die Zitronensäure des Weins zu verwerten. Das lässt hoffen, dass nach dem Einsatz entsprechender Präparate geringere Gehalte an Diacetyl gebildet werden, was vor allem im Weißweinbereich von Vorteil wäre. Voraussetzung ist jedoch, dass spontan vorhandene Keime beim Säureabbau nicht die Dominanz ergreifen und ihrerseits den Abbau tätigen.

In Versuchen mit Weinen des Jahrgangs 2010 kamen verschiedene Starterkulturen, teils mit dem Attribut „Citrat negativ“, zum Einsatz. Der zügigste Abbau gelang nach der sequenziellen Beimpfung von Cabernet Dorsa (Alkohol 99 g/l; pH 3,3; ges. Säure 8,2 g/l; Äpfelsäure 3,9 g/l).

Der maischevergorene Wein wurde nach der Endvergärung vom groben Hefedepot abgezogen und unter wiederholtem Rühren in 100 l Edelstahlstahltanks sowie 50 l Glasballons verteilt. Die Raumtemperatur betrug 18 bis 20 °C. Der Zusatz der Bakterien zum Jungwein wurde nach den Vorgaben der Hersteller vorgenommen. Die am Tag nach der Beimpfung ermittelten Keimgehalte differierten sehr stark. Dementsprechend zügig oder verzögert setzte der Abbau der Äpfelsäure ein (Abb. 3). Fünf Starterpräparate setzten die Äpfelsäure innerhalb von 13 bis 16 Tagen um, zwei weitere Präparate benötigten 28 beziehungsweise 34 Tage.

Die niedrigen Keimzahlen und der zögerliche Säureabbau der letztgenannten Präparate bestätigten sich in weiteren Versuchsserien mit Weißburgunder und mit Silvaner, beide Jahrgang 2010. Während des Säureabbaus erfolgte regelmäßig die enzymatische Kontrolle der Äpfel- und Zitronensäure. Dabei zeigte sich ein klar unterscheidbares Verhalten der Starterkulturen. Die „Citrat negativen“ Präparate Viniflora CiNe und Malostar Fruit bestätigten die propagierte Schonung der Zitronensäure. Uvaferm ALPHA metabolisierte Zitronensäure erst bei der Verknappung der Äpfelsäure, während andere Präparate mit dem Abbau der Zitronensäure einsetzten, als 1 bis 1,5 g/l Äpfelsäure verbraucht waren (Abb. 4).

Bei Weißburgunder (nicht dargestellt) mit modifizierter Ausgangssäure (pH 3,15 beziehungsweise 3,35) brachte der sequenzielle Einsatz von Viniflora CiNe, Malostar Fruit, Viniflora CH11 und Malostar Cream zunächst ein vergleichbares Ergebnis, bis offenbar Fremdkeime einen geringfügigen Abbau der Zitronensäure in einer der „Citrat negativen“ Varianten verursachten.

Der weitere Ausbau der Cabernet Dorsa Varianten wurde differenziert: Kurz nach dem Abbau der Äpfelsäure wurden die Weine aus dem Edelstahlstahl abgezogen, mit 70 mg/l geschwefelt, mit Wein aus dem zugehörigen 50 l Ballon begefüllt und bei ungefähr 13 °C gelagert. Die Restmenge aus den 50 l Ballons wurde in 25 l Ballons abgezogen und lagerte während der folgenden vier Wochen ungeschwefelt bei nach wie vor 18 bis 20 °C. Nachdem auch diese Weine geschwefelt worden waren, erfolgte die Untersuchung des Gehalts an Diacetyl (Abb. 5).

Die zwei Tage nach Ende des BSA geschwefelten Weine wiesen niedrigere Gehalte an Diacetyl auf, zwischen den verschiedenen Starterpräparaten bestanden nur geringe Unterschiede. Die „Citrat negativen“ Bakterienpräparate zeigten eine etwas günstigere Bildungsrate als vier der fünf herkömmlichen Kulturen. In allen verzögert geschwefelten Weinen kam es zum Anstieg an Diacetyl, vor allem bei der Variante Viniflora CiNe. Als Ursache können sowohl die Entwicklung einer

Spontanflora wie der oxidative Abbau von 2-Acetylactat in Frage kommen. Letzteres käme unter den Bedingungen (höhere Temperatur und Kleingebinde) nicht unerwartet.

In einer Versuchsserie mit Weißburgunder (vier Starterkulturen, zwei pH-Wert Stufen, zwei Zeitpunkte der Schwefelung) lagen die Gehalte an Diacetyl mit einer Ausnahme unter 1,5 mg/l. Nach einem spontanen BSA im Holzfass waren es sensorisch negative 3 mg/l. Anzumerken bleibt, dass die Anhebung des pH-Werts vor dem BSA zu etwas niedrigeren Diacetyl-Gehalten führte, was durch analoge Versuche beim Silvaner bestätigt wurde. Bei beiden Weißweinen war kein einheitlicher Einfluss der zeitversetzten Schwefelung auf den Gehalt an Diacetyl zu erkennen.

In Versuchen zum biologischen Säureabbau stellt sich immer auch die Frage nach der Bildung biogener Amine, wobei die Verbindung Histamin im Vordergrund steht. Dabei gibt es sehr unterschiedliche Aussagen zur potenziellen Bildung von Histamin durch *Oenococcus oeni*. In einer Untersuchung von Guerrini et al. (2002) waren 60 % der aus italienischen Weinen isolierten Stämme dazu

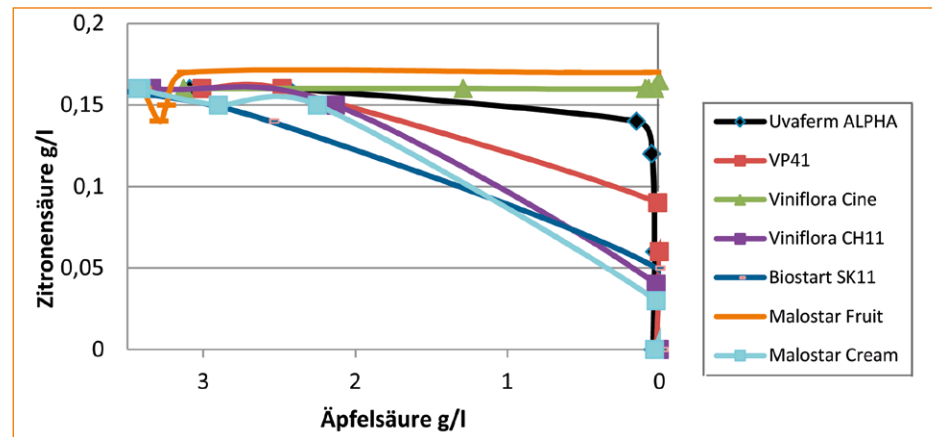


Abb. 4: Gegenüberstellung des Umsatzes an Zitronensäure und Äpfelsäure, 2010 Cabernet Dorsa.

befähigt. Canas et al. (2009) fanden dagegen nur wenige Stämme mit entsprechendem Potenzial. Jedenfalls könnten spontan vorhandene Keime der Gattungen *Lactobacillus* oder *Pediococcus* im ungeschwefelten Wein diese Reaktion bewerkstelligen.

An anderer Stelle wird von der Bildung von Putrescin durch *Oenococcus oeni* berichtet. Es entstammt dem Metabolismus Arginin > Ornithin > Putrescin. Der Abbau von Arginin kommt beschleunigt in Gang, nachdem die Äpfelsäure verstoffwechselt ist (Romero et al. 2009). Auch hier gibt es erhebliche Unter-

schiede zwischen einzelnen Stämmen von *Oenococcus oeni* (Canas et al. 2009). Tyramin wurde in der zuletzt genannten Publikation in Mengen um oder unter 1 mg/l nachgewiesen.

Die Untersuchung biogener Amine in Stichproben der vorgestellten Serie durch ein externes Labor zeigte insgesamt vernachlässigbare Gehalte an Histamin mit nur unwesentlichen Unterschieden zwischen den Starterkulturen (Abb. 6). Die zeitversetzte Schwefelung bewirkte nahezu keinen Anstieg biogener Amine. Mit dieser Aussage wird ein

Fendt 200 Vario V/F/P

Sicherheit am Steilhang



Mit dem 200 Vario V/F/P, dem ersten Spezialtraktor mit stufenlosem Getriebe, bietet Fendt Ihnen nicht nur mehr Komfort, sondern auch deutlich mehr Sicherheit im Einsatz. Sowohl in der Zeile als auch am Vorgehende fahren Sie stets mit Kraftschluss und können so sogar am Steilhang die Geschwindigkeit ruckfrei anpassen.

Erfahren Sie mehr über das feinfühlig und sichere Arbeiten mit dem 200 Vario V/F/P auf www.fendt.com und bei Ihrem Fendt-Vertriebspartner.

Wer Fendt fährt, führt!

FENDT

AGCO GmbH • Fendt Marketing • 87616 Marktobendorf
Telefax 08342 / 77684 • www.fendt.com

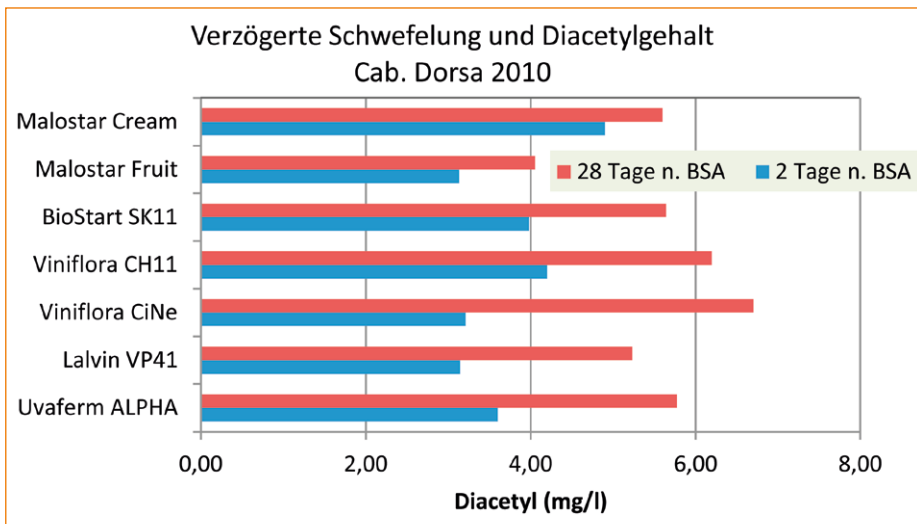


Abb. 5: Diacetylgehalte nach sofortiger und verzögerter Schwefelung, 2010 Cabernet Dorsa.

wesentlicher Vorteil des Einsatzes von Starterkulturen mit bekannten Eigenschaften gegenüber einem Spontanabbau dokumentiert!

Geschmackliche Vorteile durch „Citrat negative“ Bakterien?

Die kurz nach dem Ende des BSA geschwefelten und in 100l-Tanks ausgebauten Weine der Rebsorte Cabernet Dorsa wurden an zwei Verkostungsterminen durch insgesamt 27 erfahrene Prüfer nach dem 5 Punkteschema der DLG beurteilt. Ein statistisch abzusichernder Bewertungsunterschied wurde dabei nicht erkannt. Zwar differierte der Median der Einzelergebnisse bei der Qualitätszahl zwischen 1,67 und 2,0 Punkten, jedoch war die von einzelnen Verkostern vorgenommene Einstufung zu uneinheitlich, um eine Bevorzugung oder Ablehnung eines Weins erkennen zu können (Abb. 7). Auch die parallel zur Qualitätszahl erfragten deskriptiven Attribute „Aroma / Duft“, „Frucht“, „Sortenart“, „Körper“, „Säureharmonie“, „Bitternoten“, „flüchtige Säure“, „Böckser“ und „käsig/belegt“ zeigten keine wirkliche Differenzierung.

Die Varianten der Rebsorte Silvaner waren in der Bewertung völlig einheitlich (QZ: 2,0 bis 2,08), nur bei Weißburgunder fiel ein Wein negativ auf. Die Ursache war hier jedoch nicht der verwendeten Starterkultur anzulasten.

Diskussion

Die *simultane, das heißt zeitgleiche* Beimpfung des Mostes mit Hefen und Bakterien birgt Risiken, über die sich ein Praktiker im Klaren sein sollte. Eine gegenseitige Beeinflussung von Hefe und Bakterienstamm kann zur Hemmung des BSA führen. Wenn die Keimzahlen wie beim Weißburgunder 2007 um zwei bis drei Potenzen abfallen, besteht keine Sicherheit, dass die Starterkultur sich letztlich durchsetzen kann.

Noch schwerer wiegt ein Gärstopp, verursacht durch die Aktivität der zugesetzten Bakterien. Dann kann es zur Bildung von flüchtiger Säure und zur Entwicklung weiterer Fehler bis zum Verderb kommen. Unter welchen Bedingungen Gärprobleme zu befürch-

ten sind, muss noch genauer untersucht werden. Der momentane Wissensstand bietet noch zu wenig Sicherheit für eine breite Anwendung des simultanen BSA.

In den vorgestellten Versuchsserien konnte im Hinblick auf den Gehalt an Diacetyl, auf den SO₂-Bindungsbedarf und auf die sensorische Bewertung der Weine kein Vorteil gegenüber der Beimpfung nach Gärende erkannt werden. Allerdings war bei Silvaner, Jahrgang 2007, ein deutlicher Zeitgewinn zu erzielen. In derzeit laufenden Versuchen mit Portugieser, Jahrgang 2011, findet der Äpfelsäureabbau bei allen Präparaten noch während der Gärung statt. Allerdings steigt in einem Versuchsglied der Gehalt der D-Milchsäure sowie bei zwei Weinen in geringem Umfang der Gehalt an Essigsäure. Über die Ergebnisse wird noch zu berichten sein.

Das *Diacetyl-Management* hat nach wie vor seine Berechtigung. Allerdings beschränkt sich dieses nicht nur auf den Zeitpunkt der Schwefelung und auf die Verwendung „Citrat negativer“ Bakterienpräparate. Ein bisher unterschätztes Potenzial dürfte in der Reduktivität des Weins liegen. Der Zutritt von Sauerstoff und dessen Verfügbarkeit für Oxidations-

reaktionen scheint eine der wichtigsten Ursachen für die Diacetylbildung zu sein (Bartowsky u. Henschke, 2000 u. 2004, Nielsen u. Richelieu, 1999). Bei einem ins Stocken geratenen BSA mit stagnierender CO₂-Entwicklung ist die Gefahr besonders ausgeprägt, zumal sich dann in der Regel auch spontan vorhandene Keime durchsetzen können.

Ob „Citrat negative“ Bakterienpräparate entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen Kulturen aufweisen, bleibt bei oftmals nur 0,15 bis 0,30 g/l Zitronensäure im Wein umstritten. Wichtiger dürften die zuverlässige Vermehrung und das Durchsetzungsvermögen der Bakterien gegenüber der Spontanflora sein.

Diacetyl wird großenteils durch SO₂ abgebunden und ist damit sensorisch unwirksam. Diese Reaktion ist reversibel, dennoch bleibt bei den in deutschen Weinen üblichen Gehalten an freier schwefeliger Säure der geruchlich wirksame Anteil des Diacetyls niedrig (Nielsen u. Richelieu, 1999).

Diacetyl ist nicht die einzige, geruchsaktive Verbindung, die im Verlauf des BSA gebildet werden kann. Aus dem Abbau von Methionin, einer schwefelhaltigen Aminosäure, können Methylmercaptan, Dimethyldisulfid, Methionol und andere Schwefelverbindungen resultieren und zu Fehleraromen beitragen (Pripis-Nicolau et al., 2004). Ein sehr langer Kontakt mit dem Hefedepot fördert die Freisetzung von Methionin infolge der Autolyse der Hefe.

Die aus Praxisversuchen abgeleitete Empfehlung der LWG zur risikoarmen Durchführung des BSA lässt sich wie folgt kurz zusammenfassen:

- Ein Spontanabbau ist abzulehnen.
- Eine simultane Beimpfung mit Hefen und Bakterien sollte nur dann vorgenommen werden, wenn eine analytische Überwachung des Gärverlaufs gewährleistet ist.

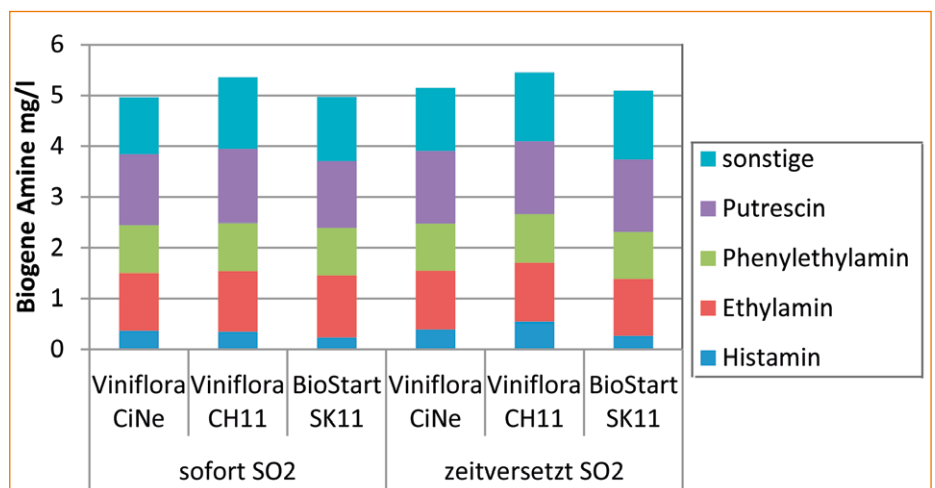


Abb. 6: Biogene Amine nach dem BSA, 2010 Cabernet Dorsa.

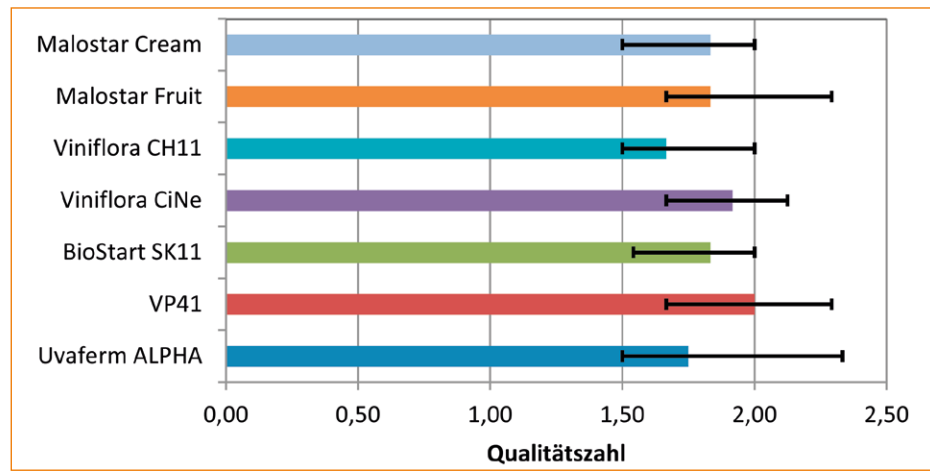


Abb. 7: Verkostungsergebnis nach Einsatz verschiedener Starterkulturen, 2010 Cabernet Dorsa (Median sowie Quartil 1 und 3).

- Falls es Anzeichen dafür gibt, dass die Gärung aus dem Ruder läuft, muss eingegriffen werden können.
- Die Vorgaben für das jeweilige Bakterienpräparat zur Vorbereitung der Kultur sind exakt einzuhalten. Präparate für den Direktzusatz zu Most oder Wein erwiesen sich als sehr zuverlässig.
 - Auch die Vorgaben für den Most oder Wein (zum Beispiel SO₂-Gehalte) und zu den äußeren Bedingungen (zum Beispiel Temperaturgrenzen, Vollhalten der Gebinde) sind zu beachten.
 - Vor dem sequenziellen Säureabbau sollte immer dann ein Grobabstich vorgenommen werden, wenn mit einem erhöhten Trub- und Hefedepot zu rechnen ist.
 - Auch beim sequenziellen BSA muss eine laufende analytische und sensorische Kontrolle stattfinden.
 - Ein längeres Zuwarten mit der Schwefelung nach Ende des BSA birgt Gefahren. Falls sich spontan vorhandene Keime entwickeln, droht die Bildung biogener Amine. In Verbindung mit der Aufnahme von Luftsauerstoff kann es zur Neubildung von Diacetyl kommen. Auch die Entwicklung „sulfidischer“ und „käsiger“ Geruchsnoten ist möglich. Nach einem sauer verlaufenen BSA ist dieses Zuwarten wegen ohnehin geringen Gehaltes an Diacetyl nicht erforderlich.
 - Durch eine Lagerung im Barrique oder im (relativ neuen) Holzfass beziehungsweise nach Einsatz von Eichenholz Chips wird ein erhöhter Diacetylgehalt geschmacklich besser eingebunden. Dagegen führte die Behandlung mit einem Ansatz rehyd-

rierter und vorvermehrter Trockenreinzuchtheife (100 g/hl) selbst im ungeschwefelten Jungwein nur zu einer geringen Minderung des nach einem Spontanabbau erhöhten Gehalts an Diacetyl.

- Präparate mit *Lactobacillus plantarum* Stämmen sind in Erprobung. Vorerst sollten *Oenococcus oeni* bevorzugt werden. ■

Literatur:

Bartowsky, E. J. u. Henschke, P. A.: Management of malolactic fermentation for the „buttery“ diacetyl flavour in wine. Aust. Grapegrower a. Winemaker, 58–67, 2000
 Bartowsky, E. J. u. Henschke, P. A.: The 'buttery' attribute of wine—diacetyl—desirability, spoilage and beyond. International Journal of Food Microbiology, 96, 235-252, 2004
 Benda, I. u. Köhler, H. J.: Zum bakteriellen Säureabbau mit Starterkulturen, Teil 5. Rebe & Wein 6, 225-230, 1990
 Canas, P. M. I, Alonso, S. G., Pérez, R. P., Prieto, S. S., Romero, E. G. u. Herreros, M. L. P.: Biogenic Amine Production by *Oenococcus oeni* Isolates from Malolactic Fermentation of Tempranillo Wine. Journ. Food Protect. 72/4, 907-910, 2009
 Christen, S. u. de Orduna, R. M.: Auswirkung simultaner Hefe-Bakterienbeimpfungen bei der Vinifikation von Spätburgun-

der und die Dynamik von Zuckerwerten, organischen Säuren und Aromastoffen. Intern. IVIF-Kongress 2010, Stuttgart
 Guerrini, S., Mangani, S., Granchi, L. u. Vincenzini, M.: Biogenic Amine Production by *Oenococcus oeni*. Current Microbiology 44/5, 374-378, 2002
 Köhler, H. J.; Maier, C.; Geßner, M.; Burkert, J. u. Herrmann, J.V.: BSA: Neue Starterkulturen. das deutsche weinmagazin 20, 24-28, 2010
 Martineau B., Acree T. E. u. Henick-Kling, T: Effect of wine type on the detection threshold for diacetyl. Food Research International 28/2, 139-143, 1995
 Nielsen, J. C. u. Richelieu, M: Control of Flavor Development in Wine during and after Malolactic Fermentation by *Oenococcus oeni*. Appl Environ Microbiol.; 65(2): 740–745, 1999
 Ogbomo, I, Becker, T., Hummel, W., Danzer, J. u. Schmidt, H.-L.: Versuche zur enzymatischen on-line Bestimmung von Diacetyl und 2-Acetylactat in Bier. Monatschrift f. Brauwissenschaft 5/6, 108-113, 1997
 Pripis-Nicolau, L., de Revel, G., Bertrand, A. u. Lonvaud-Funel, A.: Methionin catabolism and production of volatile sulphur compounds by *Oenococcus oeni*. Journ. Applied Microb., 96, 1176-1184, 2004
 Romero, S. V., Reguant, C., Bordons, A. u. Masqué, M. C.: Potential formation of ethyl carbamate in simulated wine inoculated with *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum*. Int. Journ. Food Sci. Techn., 44, 2009
 Sigler, J. u. Stukenbrock, L.: Milchsäurebakterien zur Senkung des Schwefeldioxid-Bedarfs von Wein. Intern. IVIF-Kongress 2010, Stuttgart



**GEWÄHRLEISTUNG
3 JAHRE
KOSTENLOS**

NEU

lixion Evolution

**NEUE SCHNEIDKÖPFE
EIN BREITES KLINGENPROGRAMM
NEUER TRAGEGURT**

**FÜR NUR 1190€
OHNE MWST.**

**ÜBERNAHME IHRER GEBRAUCHTEN REBSCHERE
BEIM KAUF EINER LIXION EVOLUTION**

*Empfohlener Verkaufspreis ohne MwSt. für den Kauf einer Lixion Evolution bei Übernahme einer älteren Rebschere mit Baujahr vor 2004. Wenden Sie sich für die Bedingungen bitte an Ihren an der Aktion teilnehmenden Händler. Das Angebot ist gültig bis zum 31. Dezember 2011.