

Einfluss verschiedener Hefepräparate auf die Säurezusammensetzung von Weinen der Sorte 'Grüner Veltliner'

LEOPOLD ALZINGER und REINHARD EDER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

Mit pasteurisiertem Most der Sorte 'Grüner Veltliner' und zehn Hefestämmen durchgeführte Gärversuche im Kleinmaßstab zeigten, dass die verwendete Hefe einen deutlichen Einfluss auf die Titrationsacidität und die Säurezusammensetzung der resultierenden Weine hat. Besonders der Gehalt an Äpfelsäure wurde von den Hefen stark beeinflusst, so konnte ein Abbau der Äpfelsäure um 10,7 % bis 35,7 % beobachtet werden. Die Abnahme der Weinsäure während der Gärung wurde von den Hefen hingegen nur indirekt durch das Ausmaß der Vergärung beeinflusst. Analog zur Abnahme an Äpfel- und Weinsäure kam es in den Versuchsweinen auch zu einer Abnahme der Titrationsacidität, die Citronensäuregehalte wurden nur unwesentlich beeinflusst. Die verwendeten Hefestämmen hatten ein sehr unterschiedliches Durchgärungsvermögen, daher kam es zu Restzuckergehalten zwischen 0,5 und 8,4 g/l, folglich ergaben sich auch Unterschiede bei den Alkohol-, Glycerin- und Extraktgehalten und in der sensorischen Bewertung.

Schlagwörter: Wein, Hefepräparate, Säuren, Säureabnahme, Restzucker

Influence of different yeast preparations on the acid composition of 'Grüner Veltliner' wines. Microvinification of pasteurized musts from the grape cultivar 'Grüner Veltliner' with ten yeast strains showed that the employed yeasts had distinctive effects on the titratable acidity and the acid composition of the resulting wines. Especially the malic acid content was significantly influenced by yeasts, a malic acid degradation of 10.7 % to 35.7 % was monitored. The decrease of tartaric acid during fermentation was influenced only indirectly by the fermentation rate. Titratable acidity also decreased, the citric acid contents were influenced by the yeasts only slightly. The employed yeasts showed very different fermentation performances, therefore residual sugar contents ranging from 0.5 to 8.4 g/l were found. Therefore differences in the contents of alcohol, glycerine and dry extract as well as in sensory evaluations were determined.

Key words: Wine, yeast preparations, acidity, acid degradation, residual sugar

L'influence de différentes préparations de levure sur la composition des acides dans les vins blancs du cépage «Grüner Veltliner». Des essais de fermentation à petite échelle effectués avec du moût pasteurisé du cépage «Grüner Veltliner» et dix souches de levure ont montré que la levure utilisée exerce une influence importante sur l'acidité de titration et sur la composition des acides des vins résultants. La teneur en acide malique a été particulièrement influencée par les levures ; une réduction de l'acide malique de 10,7 % à 35,7 % a été observée. En revanche, la diminution de l'acide tartrique au cours de la fermentation a été influencée, de manière indirecte seulement, par les levures en raison de l'importance de la fermentation. Par analogie à la diminution des acides malique et tartrique, l'acidité de titration a également diminué dans les vins d'essai, les teneurs en acide citrique n'ayant été influencées que de manière insignifiante. La capacité de fermentation complète très variée des souches de levure utilisées a entraîné des teneurs en sucres résiduels entre 0,5 et 8,4 g/l, ce qui a également provoqué des variations des teneurs en alcool, glycérine et extraits ainsi que des différences dans l'évaluation sensorielle.

Mots clés: vin, levures, acides, réduction d'acidité, sucre résiduel

Der Säuregehalt von Mosten sowie Weinen ist von wesentlicher Bedeutung für deren Geschmack und Haltbarkeit. Der Gehalt an Säuren kann je nach Traubensorte, Jahrgang und Lage großen Schwankungen unterliegen. So enthalten Weine aus reifen Trauben und guten Jahrgängen wesentlich weniger Säure als Weine aus unreifen Trauben sonnenarmer Jahre. Durch den Witterungsverlauf während des Jahres wird nicht nur der absolute Gehalt an Säuren beeinflusst, sondern auch die Säurezusammensetzung im Most und Wein (WÜRDIG und WOLLER, 1989). Der saure Geschmackseindruck ist nicht nur vom Gehalt der titrierbaren Gesamtsäuren, sondern auch vom Dissoziationsgrad („Stärke“) der vorhandenen Säuren abhängig. Daher ist auch die Säurezusammensetzung von Mosten und Weinen von Bedeutung. Bei der sensorischen Beurteilung des Säuregehalts in Weinen muss weiters berücksichtigt werden, dass der saure Geschmack durch andere Faktoren, wie beispielsweise die Inhaltsstoffe Alkohole, Glycerin, Restzucker und zuckerfreier Extrakt, und von der Temperatur beeinflusst wird (WÜRDIG und WOLLER, 1989).

Im Zuge der Gärung ändern sich Säuregehalt und Säurezusammensetzung von Weinen, wobei die Äpfelsäure besonders stark davon betroffen ist. Der Äpfelsäureabbau durch Hefen wurde bereits von WORTMANN (1892) und SCHUKOW (1896) beschrieben. Dieses Wissen geriet aber in Vergessenheit und wurde erst durch RADLER (1994) wieder bestätigt. Die für die Weinbereitung verwendeten Reinzuchthefen der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* bauen während der Gärung 10 bis 20 % der ursprünglich vorhandenen Äpfelsäure ab (WÜRDIG und WOLLER, 1989). Wie von WENZEL et. al. (1982) beschrieben, wurden bei anderen Versuchen auch Abbauwerte von bis zu 32 % erreicht. Hierbei wird aber die Äpfelsäure nicht so wie beim biologischen Säureabbau zu Milchsäure, sondern zu Ethanol und Kohlendioxid umgewandelt. Die Abbauleistung der Hefen ist aber gering, da ihr Malatenzym eine sehr geringe Affinität zur Äpfelsäure aufweist (SALMON, 1987). BACH und HESS (1987) stellten fest, dass der Abbau der Äpfelsäure von der Mostzusammensetzung abhängig ist und besonders bei höheren Stickstoffgehalten stärker ist. In synthetischen Medien mit unterschiedlichen pH-Werten und Äpfelsäurekonzentrationen wiesen fünf Reinzuchthefen ebenfalls deutlich unterschiedliche Äpfelsäureabbauraten von 0 bis 36 % auf, wobei der Abbau grundsätzlich bei niedrigen pH-Werten stärker war.

Die mit den verschiedenen Hefestämmen bei verschiedenen pH-Werten und Äpfelsäurekonzentrationen gemessenen Äpfelsäureabbauraten wurden den Gehalten anderer wichtiger organischer Säuren, wie beispielsweise Milchsäure, Bernsteinsäure und Essigsäure, gegenübergestellt, und es wurde festgestellt, dass insbesondere das Hefepräparat von entscheidender Bedeutung ist (TAILLANDIER et al., 1999).

Hefen können aber auch Äpfelsäure aufbauen (DITTRICH, 1987). Die Bildung von Äpfelsäure ist vom verwendeten Hefestamm abhängig, so bilden *Saccharomyces uvarum*-Stämme bis zu 2 g Äpfelsäure pro Liter, während *Saccharomyces cerevisiae*-Stämme wesentlich weniger bilden. Studien haben auch gezeigt, dass die Äpfelsäurebildung stark von den Milieubedingungen beeinflusst wird. RADLER und LANG (1982) fanden bei Versuchen mit *Saccharomyces uvarum*, dass die Äpfelsäurebildung durch Mostzuckergradienten von 20 bis 30 °KMW, pH-Werte um 5, eine geringe Stickstoffversorgung (100 bis 250 mg/l) und durch die Anwesenheit von CO₂ gefördert wird.

Weiters können der Säuregehalt und die Säurezusammensetzung durch andere Mikroorganismen, wie beispielsweise Bakterien der Gattungen *Oenococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* und *Acetobacter* sowie durch Schimmelpilze der Gattung *Botrytis* sehr stark verändert werden. In vielen weinproduzierenden Ländern ist eine gewisse Verringerung zu hoher Säuregehalte durch Fällung von Weinsäure mit verschiedenen Salzen (z.B. Calciumcarbonat, Kaliumtartrat) und/oder durch physikalische Verfahren erlaubt. In sehr warmen Weinbauregionen hingegen ist der mengenmäßig begrenzte Zusatz von Säuren zur Geschmacksharmonisierung gestattet.

Im Rahmen dieser Studie sollte der Einfluss verschiedener im Handel erhältlicher Hefepräparate auf die Titrationsacidität und die Säurezusammensetzung von Weißwein anhand der österreichischen Hauptsorte 'Grüner Veltliner' ermittelt werden. Insbesondere sollte getestet werden, ob eine gezielte Säurebeeinflussung durch die Auswahl bestimmter Hefepräparate anhand der von den Produzenten gemachten Angaben möglich ist. Zusätzlich sollte festgestellt werden, wie sich der Einsatz der verwendeten Hefepräparate auf andere qualitätsbestimmende Parameter, wie Gehalt an Alkohol, Restzucker, Extrakt, Glycerin, sowie den sensorischen Gesamteindruck auswirkt.

Material und Methoden

Versuchsdurchführung

Für den Versuch wurde Most der Sorte 'Grüner Veltliner' von der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg verwendet.

Der Versuch wurde im Labormaßstab (ca. 5 Liter) mit dreifacher Wiederholung pro Variante durchgeführt. Der in Glasbehälter gefüllte homogene Most wurde 20 Minuten lang bei 80 °C pasteurisiert (Berieselungspasteur Fa. Balik, Wien) und anschließend das Hefepräparat (jeweils 0,30 g/l) unter sterilen Bedingungen zugegeben.

Folgende Hefepräparate wurden getestet: Lalvin AC, Lalvin D432, Lalvin 71B, Lalvin EC1118, Lalvin L1033, Lalvin R-HST, Fermivin, Fermicru (alle Fa. Lallemant, Ontario, CDN), Önoferm Klosterneuburg und Maurivin 350 (Fa. Erbslöh, Geisenheim).

Die Vergärung fand in einem verdunkelten Raum bei einer Umgebungstemperatur von 21 bis 23 °C statt. Für die Analysen wurden alle zwei Tage jeweils 20 ml pro Gäransatz unter sterilen Bedingungen entnommen. Nach Gärende wurden 60 mg SO₂ pro Liter zugesetzt, durch einwöchiges Absetzenlassen bei 4 °C eine grobe Klärung erzielt und anschließend Proben für die Endanalyse entnommen. Für die sensorische Bewertung wurden die Weine vom Geläger abgezogen und anschließend mit K250-Filterschichten (Seitz-Schenk Filter Systems GmbH, Bad Kreuznach) filtriert.

Chemische und sensorische Analysen

Die Bestimmung der Weinsäure, Äpfelsäure, Milchsäure und Bernsteinsäure erfolgte mittels Ionenchromatographie (Ionenchromatograph, Conductivity Detector CDM-3, Fa. Dionex Sunnyvale, Kalifornien).

Die Proben wurden 1:100 verdünnt und mittels Festphasenextraktionsröhrchen RP18 vorgereinigt. Als Laufmittel wurde eine Mischung von Natriumhydrogencarbonat (28 mmol/l) und Natriumcarbonat (22 mmol/l) verwendet. Die Auftrennung erfolgte auf einer AS4A SC 4 mm und einer AS4-Säule (Fa. Dionex Sunnyvale, Kalifornien). Zur Absicherung der Ergebnisse wurden die Gehalte von L-Äpfelsäure und Bernsteinsäure mittels enzymatischer Testkits (Fa. Boehringer Mannheim) bestimmt.

Vor der potenziometrischen Bestimmung der titrierbaren Gesamtsäuren musste das im Zuge der Gärung entstandene CO₂ mittels Filtration (Typ 602, Fa. Schlei-

cher und Schüll, Dassel, Deutschland) vollständig entfernt werden.

Die Bestimmung der restlichen Parameter erfolgte mit den in Österreich üblichen amtlichen Methoden (ALVA, 1979).

Für die sensorische Analyse wurde eine bewertende Prüfmethode mit unstrukturierter Skala verwendet. Das Prüferpanel bestand aus sieben Personen, welche die Weine in dreifacher Wiederholung verkosteten. Die Kostergenergebnisse wurden normalisiert und mittels Varianzanalyse statistisch ausgewertet (WEISS und ZENZ, 1989).

Ergebnisse und Diskussion

Analyse des Ausgangsmostes

In Tabelle 1 sind die Analysenergebnisse des verwendeten Ausgangsmostes dargestellt.

Tabelle 1
Zusammensetzung des Ausgangsmostes der Sorte 'Grüner Veltliner'

Parameter	Ergebnis
Mostgewicht	17,4 °KMW
titrierbare Säuren	8,5 g/l
Weinsäure	8,1 g/l
Äpfelsäure	1,8 g/l
Bernsteinsäure	< 0,1 g/l
Citronensäure	0,2 g/l
Glycerin	< 0,1 g/l

Analyse der mit verschiedenen Hefepräparaten vergorenen Weine

Gehalte an Äpfelsäure

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, kam es bei allen zehn Varianten zu einer mehr oder weniger starken Abnahme der Äpfelsäuregehalte. Die Abbauwerte lagen hefebedingt zwischen 10,7 und 35,7 %. Weiters wurde festgestellt, dass der Äpfelsäureabbau hauptsächlich während der abklingenden Gärung stattfindet.

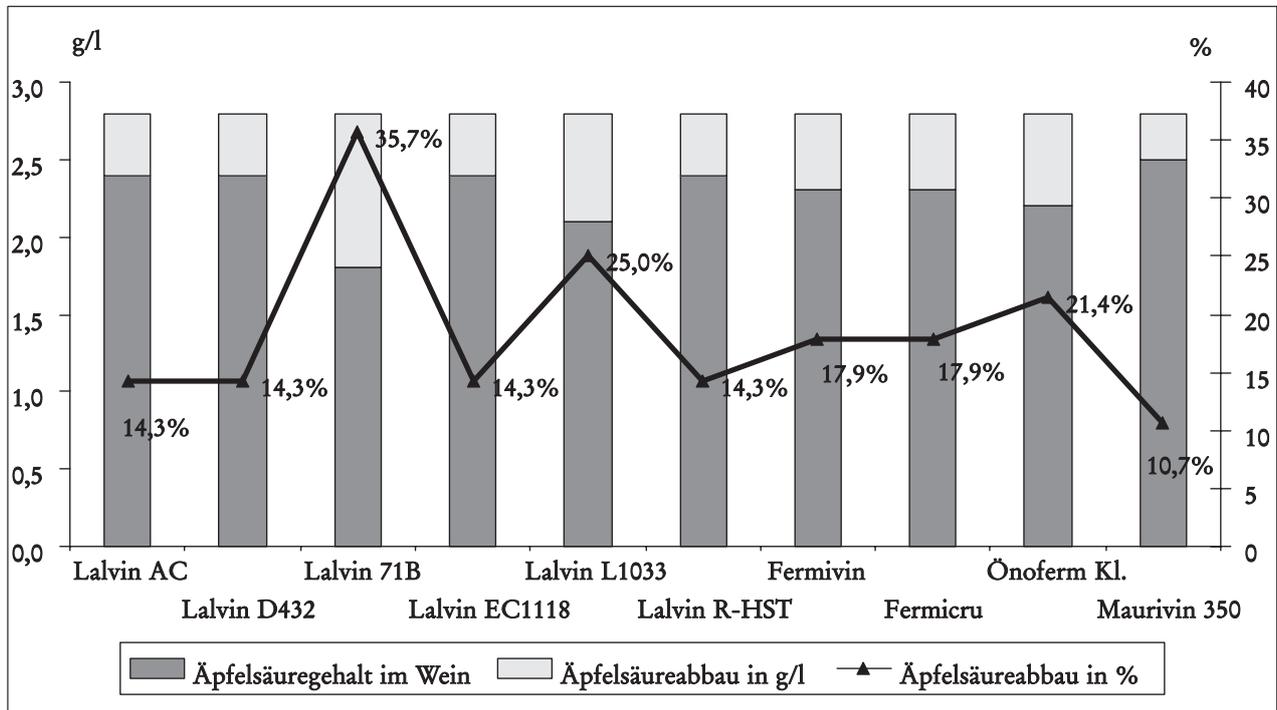


Abb. 1: Vergleich der Äpfelsäureabbauleistung der verschiedenen Hefen

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, ist es durchaus möglich, eine beträchtliche Menge an Äpfelsäure durch Hefen abzubauen (Es kann davon ausgegangen werden, dass der Äpfelsäureabbau durch die zugesetzten Reinzuchthefestämme und nicht durch Milchsäurebakterien erfolgte, da der Gehalt an Milchsäure in allen Versuchsweinen $<0,1$ g/l war).

Eine besonders bemerkenswerte Abbauleistung zeigte die Hefe Lalvin 71B. Nach Herstellerangaben kann sie bis zu 35 % Äpfelsäure abbauen. Ähnliches gilt für die Hefen Lalvin AC, D432 und EC1118. Bei diesem Versuch erbrachten sie allerdings nur eine unterdurchschnittliche Abbauleistung.

Bemerkenswert ist weiters die Hefe Lalvin L1033. Sie wird als Äpfelsäure bildende Hefe angeboten. Bei diesem Versuch erbrachte sie aber einen überdurchschnittlich starken Äpfelsäureabbau.

Allen verwendeten Hefen gemeinsam war, dass der Äpfelsäureabbau in der abklingenden Gärung erfolgte. Dies könnte möglicherweise damit zusammenhängen, dass die Hefe nur mehr wenig Zucker zu veratmen hat und so auch andere Stoffe, in diesem Fall eben Säuren, verstoffwechselt. Weiters stieg bei allen verwendeten Hefen der Äpfelsäuregehalt im Vergleich zum Ausgangsgehalt in der Phase der Hauptgärung. Dieses Phä-

nomen kann nicht erklärt werden. Möglicherweise ist die Äpfelsäure ein Zwischenprodukt bei der Synthese anderer Stoffe während der Gärung (eventuell über den Tricarbonsäurezyklus).

Zwischen den Äpfelsäuregehalten in den fertigen Weinen bestehen signifikante ($\alpha \leq 0,01$) Unterschiede.

Gehalte an Weinsäure

Der durchschnittliche Verlauf der Weinsäuregehalte in den verschiedenen Ansätzen ist in Abbildung 2 dargestellt. Nach einer Abnahme um ca. 1,1 g/l konnte eine gewisse Zunahme beobachtet werden. Die Gesamtabnahme betrug ca. 3,7 g/l. Die o.e. Zunahme könnte aber auch durch versuchstechnische und analytische Unschärfen zu erklären sein. Zwischen dem sechsten und dem sechzehnten Tag (Gärungsende) kam es bei allen Hefepräparaten zu einer beträchtlichen Absenkung des Weinsäuregehaltes.

Die Weinsäureabsenkung zwischen Gärbeginn und Messung am ersten Tag dürfte mit der Alkoholbildung und dem dadurch bedingten Weinsteinausfall zusammenhängen. Auch die Weinsäureabsenkung zwischen der Messung am sechsten Tag und der Messung im fertigen Wein ist durch Weinsteinausfall zustande gekommen.

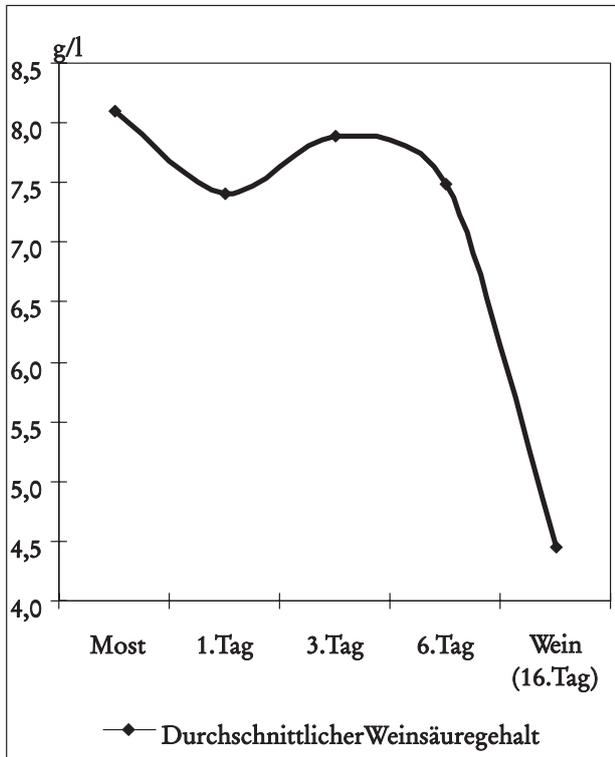


Abb. 2: Durchschnittlicher Verlauf des Weinsäuregehaltes während der Gärung

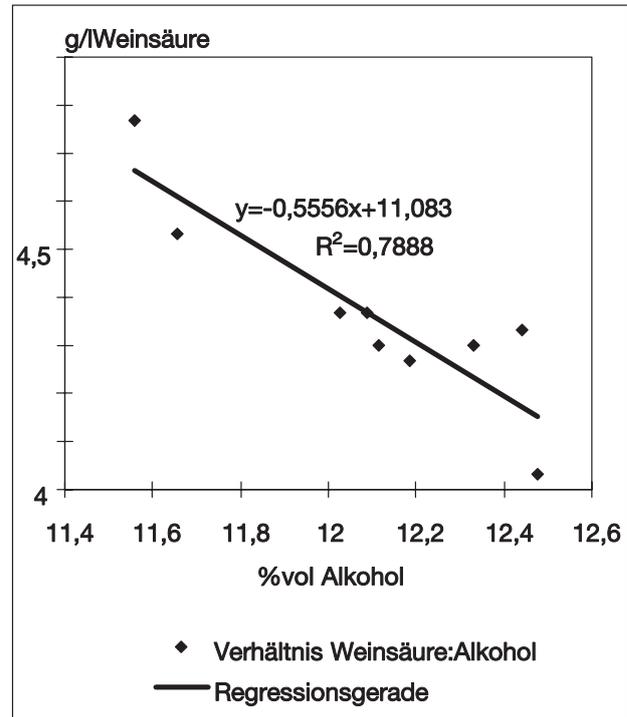


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Alkohol- und Weinsäuregehalten

men, da die Gärbehälter nach Gärende bei +4 °C zwischengelagert wurden.

Die Zunahme der Weinsäure zwischen der Messung am ersten und am dritten bzw. bei manchen Hefen auch zwischen erstem und sechstem Tag kann nicht erklärt werden. Möglicherweise ist Weinsäure ein Zwischenprodukt bei der Synthese anderer Verbindungen.

Da der Weinsäuregehalt im fertigen Wein sehr gut mit dem Alkoholgehalt des Weines korreliert, kann darauf geschlossen werden, dass die Weinsäureabsenkung während der Gärung und Lagerung nur durch Ausfall der Weinsäure als Weinstein erfolgte. Zwischen den Weinsäuregehalten in den fertigen Weinen bestehen signifikante ($\alpha \leq 0,01$) Unterschiede.

Gehalte an titrierbaren Säuren

Analog zur Wein- und Äpfelsäure war der Gehalt an titrierbaren Säuren in allen fertigen Weinen geringer als im Ausgangsmost. Während der alkoholischen Gärung war zu bemerken, dass die Titrationsacidität nach Gärbeginn im Durchschnitt aller Hefen um 0,7 g/l fiel. In der Folge kam es jedoch zu einem starken Anstieg. Derselbe Effekt wurde von ATANASSOV und TRIPHO-

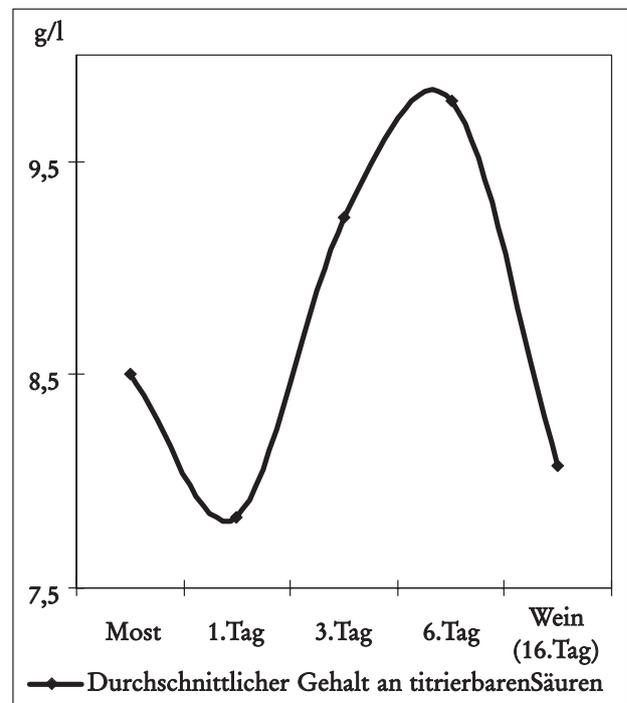


Abb. 4: Durchschnittlicher Verlauf der titrierbaren Säuren während der Gärung

NOVA (2001) beschrieben. Erst zwischen der Messung am sechsten Tag und der im fertigen Wein kam es wieder zu einem beträchtlichen Abfall derselben (Abb. 4). Auf Grund der Tatsache, dass der Gehalt an Weinsäure und Äpfelsäure während der Gärung abnimmt, ist auch der Gehalt an titrierbaren Säuren im Wein dementsprechend kleiner als im Most. Da für die Analyse der Wein- und Äpfelsäure eine andere Analysenmethode als für die titrierbaren Säuren verwendet wurde, kann man nicht davon ausgehen, dass die Summe aus Äpfelsäure und Weinsäure dem Gehalt an titrierbaren Säuren entspricht. Der hohe Anstieg der titrierbaren Säuren während der Hauptgärung wird wahrscheinlich durch freie Ionen hervorgerufen, welche bei der Titration mit NaOH mitbestimmt werden. Es handelt sich jedoch auf keinen Fall um Gärungs-CO₂, das mitbestimmt wurde.

Zwischen den Gehalten an titrierbaren Säuren in den fertigen Weinen bestehen signifikante ($\alpha \leq 0,01$) Unterschiede.

Gehalte an Bernsteinsäure

Die ionenchromatographischen Untersuchungen ergaben, dass die Bernsteinsäure bei allen Versuchswainen zwischen dem dritten und dem sechsten Tag gebildet

wurde. Die Gehalte lagen zwischen 0,5 und 0,9 g/l (Abb. 5).

Die in den Versuchswainen vorhandene Bernsteinsäure wurde vollständig während der alkoholischen Gärung (bis zum 6. Tag) produziert, da der Gehalt im Ausgangsmost bei $< 0,1$ g/l lag. Es konnte jedoch kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Äpfelsäureabbau und Bernsteinsäurebildung festgestellt werden. Im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen berichtet DITTRICH (1995) von einer Bernsteinsäurebildung bereits in der Anfangsphase der Gärung.

Veränderungen der Citronensäure

Der Citronensäuregehalt im Ausgangsmost und in den fertigen Weinen lag bis auf eine Ausnahme bei 0,2 g/l. Beim Most, der mit der Hefe Önoferm Klosterneuburg vergoren wurde, erhöhte sich der Citronensäuregehalt auf 0,3 g/l.

Gehalte an Alkohol, Restzucker, Glycerin und zuckerfreiem Extrakt

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, gab es beträchtliche Unterschiede im Alkohol- und Restzuckergehalt der verschiedenen Weine. Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, haben die Hefen eine unterschiedliche Fähigkeit, Zucker zu vergären. Insbesondere bei dem mit der

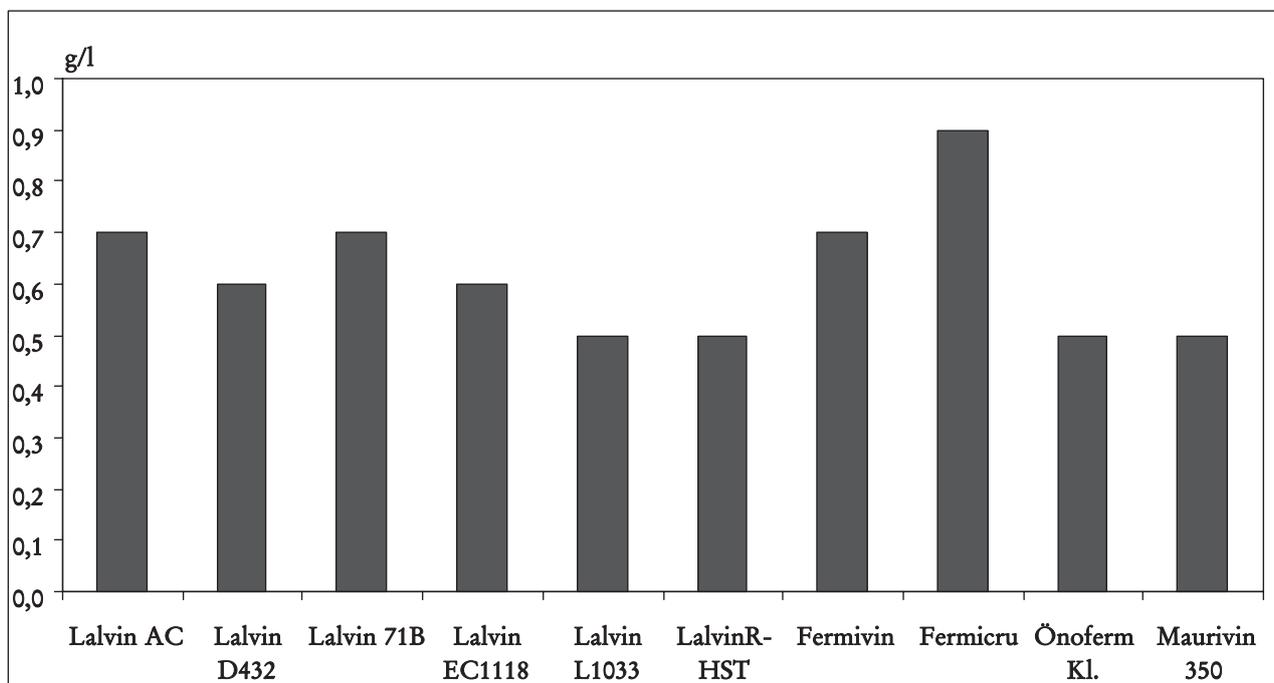


Abb. 5: Bernsteinsäuregehalte der Versuchswaine

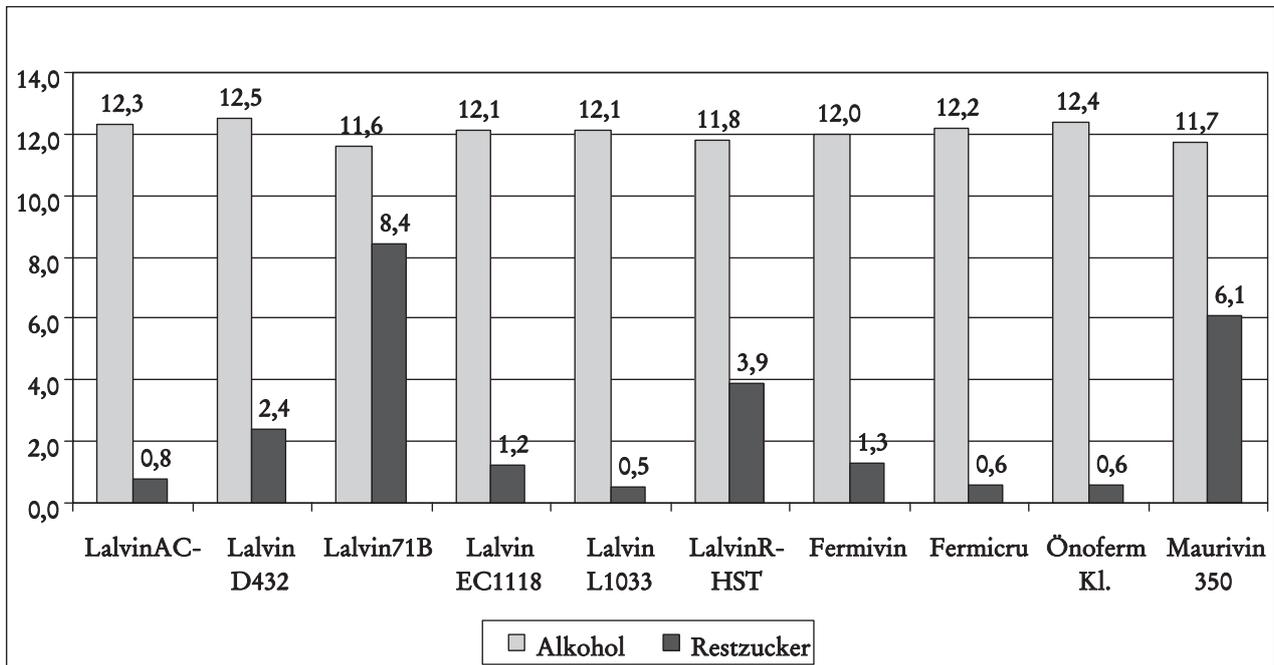


Abb. 6: Alkohol- und Restzuckergehalte der Versuchsweine

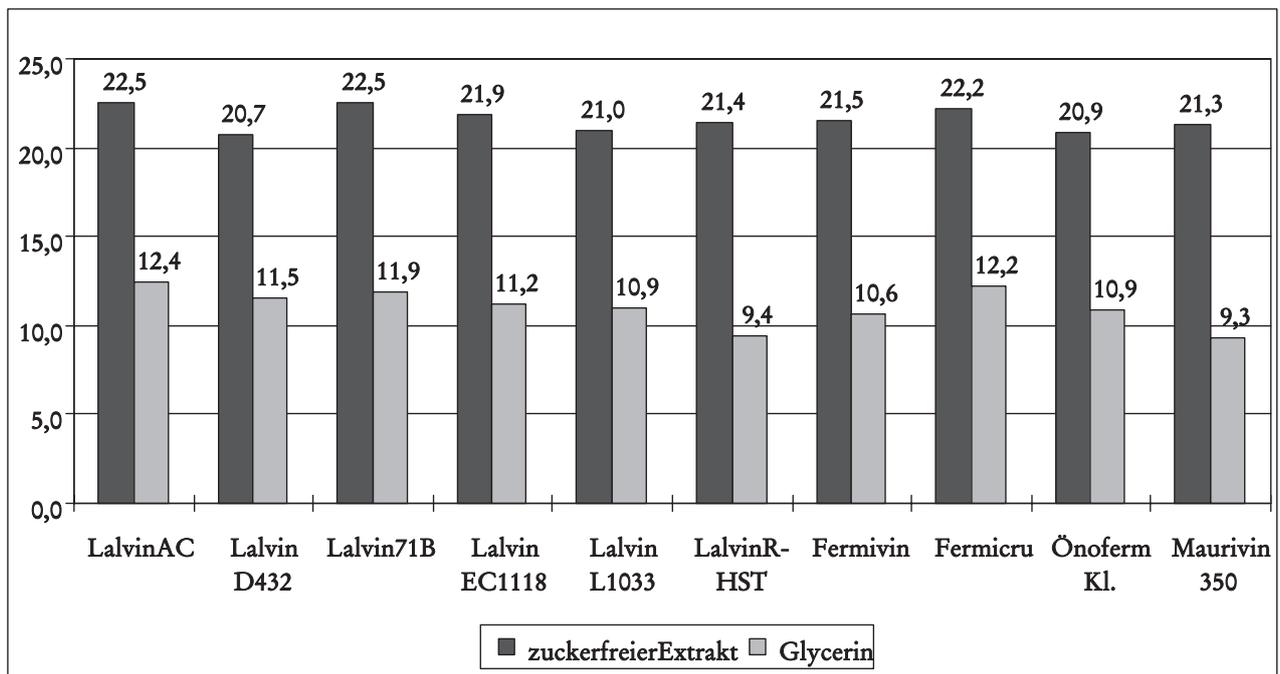


Abb. 7: Gehalte an Glycerin und zuckerfreiem Extrakt

Hefe Lalvin 71B vergorenen Wein konnte ein verhältnismäßig hoher Restzuckergehalt festgestellt werden.

Analog zu den Alkohol- und Restzuckergehalten gibt es auch bei den Extrakt- und Glyceringehalten beträchtliche Unterschiede zwischen den Weine (Abb. 7).

Das sensorische Bild eines Weines wird wesentlich vom Extrakt- und Glyceringehalt beeinflusst. Es ist daher wünschenswert, dass möglichst viel Glycerin gebildet wird. Die Glycerinbildung ist, wie aus den Ergebnissen ersichtlich, stark vom verwendeten Hefestamm abhängig.

Sensorische Auswertung

Zwischen den fünf Versuchswainen innerhalb der ersten Serie waren, wie aus Tabelle 2 ersichtlich, keine signifikanten ($\alpha \leq 0,05$) Unterschiede feststellbar.

Zwischen den fünf Versuchswainen innerhalb der zweiten Serie gab es, wie in Tabelle 3 dargestellt, signifikante ($\alpha \leq 0,05$) Unterschiede. Bei dieser Serie wurden die Weine, welche mit den Hefen Lalvin R-HST und Fermivin hergestellt wurden, als signifikant beste ausgewiesen. Die mit den Hefen Maurivin 350 und Fermicru hergestellten Weine wurden als die signifikant schlechtesten ausgewiesen. Der Wein, der mit der Hefe Önoform Klosterneuburg hergestellt wurde, liegt dazwischen.

Da ein statistischer Vergleich zwischen den beiden Verkostungsreihen nicht möglich ist, wird eine graphische Darstellung gegeben. Aus der Abbildung 8 ist ersicht-

lich, dass die Weine, die mit den Hefen Lalvin R-HST, Fermivin und Lalvin AC- vergoren wurden, sensorisch am besten abgeschnitten haben. Die Weine, die mit der Hefe Maurivin 350 vergoren wurden, liegen deutlich an letzter Stelle.

Tabelle 2
Ergebnisse der ersten Verkostungsreihe, LSD-Test bei $\alpha \leq 0,05$

Hefe	Kürzel	Mittelwerte	Differenzen	LSD-Wert	Vergleich
Lalvin 71 B	H1	45,33		13,02	
Lalvin	H2	55,62	10,28		=
Lalvin	H3	59,17	3,55		=
Lalvin	H4	68,70	9,53		=
Lalvin	H5	76,15	7,44		=
Pegel	P1	85,58	9,43		=

Ergebnis: H1 = H2 = H3 = H4 = H5 = P

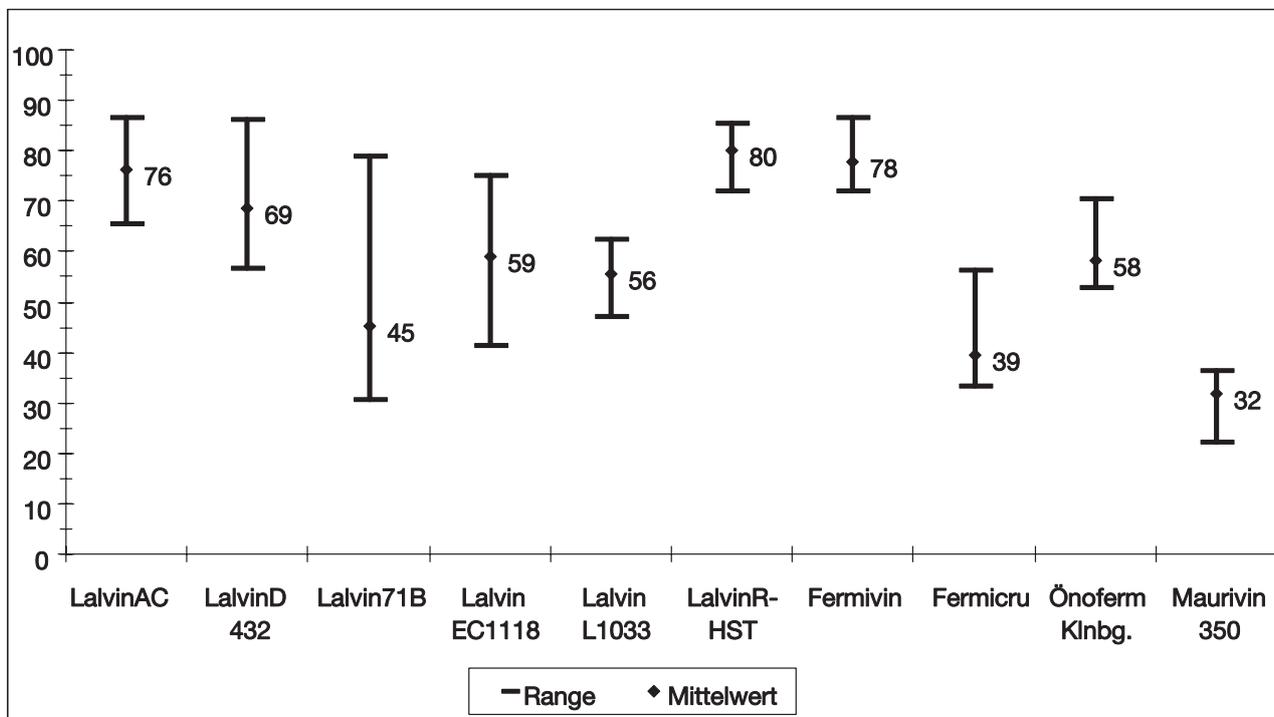


Abb. 8: Graphische Darstellung der Verkostungsergebnisse

Tabelle 3

Ergebnisse der zweiten Verkostungsreihe, LSD-Test bei $\alpha \leq 0,05$

Hefe	Kürzel	Mittelwerte	Differenzen	LSD-Wert	Vergleich
Maurivin 350	H6	41,46		7,84	
Fermicru	H7	48,82	7,36		=
Önoferm Klnbg.	H8	67,90	19,08		
Fermivin	H9	87,23	19,32		
Lalvin R-HST	H10	89,54	2,32		=
Pegel	P2	95,05	5,51		=
Ergebnis: H6 = H7 H8 H9 = H10 = P2					

Schlussfolgerungen

Der optimale Säuregehalt in Weinen wird von sehr vielen Faktoren beeinflusst. Beispielsweise ist er zwischen verschiedenen Anbaugebieten, Sorten und Qualitätsstufen sehr unterschiedlich. Je nach Jahrgang ist manchmal eine Säurekorrektur erforderlich. Diese ist besonders problematisch, wenn der Anteil der Äpfelsäure an der titrierbaren Gesamtsäure sehr hoch ist. Sollte so ein Fall vorliegen, kann meist nicht mehr mit kohlensaurem Kalk entsäuert werden, sondern man muss die Doppelsalzsäuerung oder, sollte dies auch nicht ausreichen, die verbesserte Doppelsalzsäuerung (Malitex-Verfahren) anwenden, um auch den Äpfelsäuregehalt abzusenken.

Vorliegende Ergebnisse zeigen aber auch, dass durch gezielte Auswahl einer Reinzuchtheife auf die Äpfelsäuregehalte im Wein eingewirkt werden kann.

Literatur

- ALVA (1979): Methodenbuch für Weinanalysen in Österreich. (Arbeitsgemeinschaft der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalten). - Wien: Komo-Sofordruck, 1979
- ATANASSOV, P. und TRIPHONOVA, P. 2001: Veränderung der Titrationsacidität und der Gehalte an organischen Säuren während der alkoholischen Gärung. Mitt. Klosterneuburg 51: 133-137
- BACH, H.P. und HESS, K.H. 1987: Äpfelsäureabbau durch Hefen. Weinwirtschaft-Technik 123(10): 12-17
- BACH, H.P. und HESS, K.H. 1987: Säureminderung durch Trockenreinzuchtheife. Dt. Weinbau 42(25/26): 1138-1140
- BOEHRINGER (1994): Methoden der enzymatischen Bio-Analytik und Lebensmittelanalytik. - Boehringer Mannheim GmbH. Biochemica, 1994
- DITTRICH, H.H. 1995: Bildung und Abbau organischer Säuren durch Mikroorganismen in Most und Wein. Wein-Wiss. 50(2): 50-66
- DITTRICH, H.H. (1987): Mikrobiologie des Weines. 2. Aufl. - Stuttgart: Ulmer, 1987
- RADLER, F. (1994): Yeasts - metabolism of organic acids. In: Fleet, G.H. (Ed.). Wine microbiology and biotechnology. - Camberwell: Harwood, 1994
- RADLER, F. und LANG, E. 1982: Malatbildung bei Hefen. Wein-Wiss. 37: 391-399
- SALMON, J.-M. 1987: Determination of malic enzyme activity on permeabilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* using a dissolved CO₂ probe. Biotechnology Techniques 1: 7-10
- TAILLANDIER, P., RAMON-PORTUGAL, F., SEILLER, I., FAVAREL, J.L., NEPVEU, F. et STREHAIANO, P. 1999: Effet de cinq souches de levures sur l'évolution de l'acidité pendant la fermentation alcoolique. Revue Franc. Œnol. (178): 18-24
- WEISS, J. and ZENZ, H. 1989: Reduction of panel variances by a simple two step normalisation procedure for graphical line scale. Acta Alimentaria 18: 313-323
- WENZEL, K., DITTRICH, H.H. und PIETZONKA, B. 1982: Untersuchungen zur Beteiligung von Hefen am Äpfelsäureabbau bei der Weinbereitung. Wein-Wiss. 37: 133-138
- WÜRDIG, G. und WOLLER, R. (1989): Chemie des Weines. - Stuttgart: Ulmer, 1989

Manuskript eingelangt am 5. September 2002