

VERGLEICH VON "KONTROLLIERTEN SPONTANGÄRUNGEN" MIT EINEM REINZUCHTHEFEPRÄPARAT DER GATTUNG *TORULASPORA DELBRUECKII* MIT VERGÄRUNGEN MIT REINZUCHTHEFEN DER GATTUNG *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* BEI VIER VERSCHIEDENEN WEINTYPEN

RALPH WODITSCHKA^{1,2}, ROBERT STEIDL¹, HARALD SCHEIBLHOFFER¹, CHRISTIAN PHILIPP¹ und REINHARD EDER¹

¹ Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

² Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften
A-1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33
E-Mail: Reinhard.Eder@weinobst.at

In den letzten Jahren wurden von einigen wilden Hefen Reinzuchtpräparate hergestellt, die bei der Anwendung die Vorteile einer Spontangärung mit denen einer Reinzuchthefergärung erbringen sollen. Vor allem die höhere Komplexität, das rundere Mundgefühl und der längere Abgang werden beworben. Um dies zu testen, wurden vier verschiedene Weintypen mit einem Reinzuchthefestamm der Gattung *Torulaspora delbrueckii* und anschließender Fertigvergärung mit *Saccharomyces cerevisiae* vinifiziert, während die Kontrollweine nur mit üblichen Reinzuchthefen der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* vergärt wurden. Die vier Weintypen für den Vergleich waren ein klassisch ausgebauter 'Grüner Veltliner', ein kräftiger 'Chardonnay' mit Eichenchips-Ausbau, ein fruchtiger 'Blaufränkisch' und ein roter Sortenverschnitt aus 'Cabernet Sauvignon' und 'Merlot', ebenfalls mit Eichenchips-Ausbau. Bis auf den 'Grünen Veltliner' wurde bei allen Weinen ein biologischer Säureabbau durchgeführt. Analytisch konnte man hinsichtlich der chemischen Grundparameter keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Hefevarianten feststellen. Auch bei den Gehalten der wichtigen Ester und höheren Alkohole unterschieden sich die Varianten kaum. Der Glyceringehalt war bei beiden Weißweintypen nur in den mit *Saccharomyces* vergorenen Weinen höher als in den *Torulaspora* (Prelude®)-Weinen. Bei den Rotweinen waren keine wesentlichen Unterschiede bemerkbar. Sensorisch konnte bei drei von vier Weinen ('Grüner Veltliner', 'Chardonnay', roter Sortenverschnitt) signifikant ein Unterschied zwischen den beiden Hefevarianten bestimmt werden. Beim 'Grünen Veltliner' fanden 60 % und beim 'Cabernet Sauvignon-Merlot' 67 % der Verkoster, dass die *Torulaspora*-Weine komplexer und vollmundiger schmeckten. Bei den Weinen der Sorte 'Blaufränkisch' bevorzugten nur 47 % die *Torulaspora*-Variante, während bei 'Chardonnay' die Zahl richtiger sensorischer Urteile zu gering war. Somit lässt sich schlussfolgern, dass der Ausbau mit dieser *T. delbrueckii*-Reinzuchthefergärung zwar arbeitsintensiver ist, aber dass die so vinifizierten Weine, insbesondere kräftigere Rotweine, etwas komplexer sind.

Schlagwörter: *Torulaspora delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae*, Hefevergleich, Komplexität, Glycerin, 'Grüner Veltliner', 'Chardonnay', 'Blaufränkisch', 'Cabernet Sauvignon'

Comparison of 'controlled spontaneous fermentations' with a selected dry yeast preparation of the species *Torulaspora delbrueckii* with fermentations with selected *Saccharomyces cerevisiae* dry yeasts with different wine types. In recent years, dry yeast preparations from some wild yeasts were selected that should combine the benefits of spontaneous fermentations and selected dry yeast fermentations. Especially the higher complexity, a rounder mouthfeel and the long finish are advertised. To test this, four different types of wine were vinified with a selected dry yeast preparation from *Torulaspora delbrueckii* (Prelude®) and a subsequent final fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. Control wines were vinified with conventional yeasts of the species *Saccharomyces cerevisiae*. The four wine types were a classic 'Grüner Veltliner', a powerful 'Chardonnay' with oak chip addition, a fruity 'Blaufränkisch' and a red blend of 'Cabernet Sauvignon' and 'Merlot' with oak chip addition. Except for the 'Grüner Veltliner' wines a malolactic fermentation was carried out in all wines. No significant differences were detected between the two yeast species variants regarding basic chemical parameters. The contents of important esters and higher alcohols were also similar in both variants. The glycerol content was higher in the white wines fermented with *Saccharomyces* than in those fermented with *Torulaspora*. With the reds, no significant differences were noticed. The triangular test showed significant differences between the two yeast species in three out of four wines ('Grüner Veltliner', 'Blaufränkisch', red blend). With 'Grüner Veltliner' 60 % and with the red blend 67 % of the tasters rated the wines with *Torulaspora* (Prelude®) as more complex and more full-bodied than the pure *Saccharomyces* wines, whereas with 'Blaufränkisch' only 47 % of the tasters preferred the *Torulaspora* wines. With 'Chardonnay' the number of correct sensory evaluations was too low. Thus it can be concluded that the more labour-intensive application of the tested *T. delbrueckii* selected dry yeast preparation (Prelude®) may yield slightly more complex wines, especially with stronger reds.

Keywords: *Torulaspora delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae*, yeast comparison, complexity, glycerol, 'Grüner Veltliner', 'Chardonnay', 'Blaufränkisch', 'Cabernet Sauvignon'

Die Umwandlung eines Traubenmostes zu Wein erfolgt durch die alkoholische Gärung. Hierbei werden 100 % Glucose durch Hefepilze in theoretisch 51 % Ethanol und 49 % Kohlendioxid umgewandelt (BACK, 2008). Die tatsächliche Alkoholausbeute beträgt aber in der Regel nie 51,1 % Alkohol, sondern nur rund 47 bis 48 % (STEIDL, 2001).

Zu den üblichen Weinhefen mit ausgeprägter Gärfähigkeit gehören hauptsächlich *Saccharomyces cerevisiae*, aber auch *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces* und *Brettanomyces*. Wildhefen, welche für die Gärung, vor allem bei der Spontangärung, als unentbehrlich gelten, sind *Apiculatus*-Hefen und Kahlmhefen, wie beispielsweise *Hanseniaspora*, *Candida*, *Pichia*, *Hansenula*, *Metschnikowia* und *Rhodotorula* (KRIEGER-WEBER, 2008; DITTRICH und GROSSMANN, 2010).

Um auf die notwendige Hefezellzahl für den Gärbeginn zu kommen, gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten (STEIDL, 2001). Bei der Spontangärung wartet man ab, bis sich die natürlich auf den Trauben und Geräten vorkommenden Hefen unter Lufteinfluss auf die nötige

Zellzahl vermehrt haben. Die wilden Hefen haben üblicherweise ein geringes Alkoholbildungsvermögen, aber vor allem bei niedrigen Temperaturen eine starke Vermehrungsrate. Je nach Rahmenbedingungen (SO₂-Gehalt, Temperatur, Ausgangskeimzahl, Heferückstände an Geräten) können sich unterschiedliche Hefegattungen durchsetzen, und das Ergebnis der Vergärung ist dem Zufall überlassen. Als Vorteil dieser Gärart wird meist die Betonung des Sortencharakters und der Herkunft durch die traubeneigenen Hefen angeführt. Auch ist beschrieben, dass diese Hefen üblicherweise mehr Glycerin und erwünschte Nebenprodukte bilden als Reinzuchthefer. Negativ für die Weinbereitung ist, dass sie viele qualitätsvermindernde Stoffe, wie Essigsäureethylester (Lösungsmittelton), Schwefelwasserstoff (Böckser) und Essigsäure (essigstichig), bilden können (DITTRICH und GROSSMANN, 2010). Durch SO₂-Zugaben, Entschleimung oder Zugabe von Reinzuchthefer können diese unerwünschten Hefestämme bereits vor Gärbeginn unterdrückt werden. (EDER et al., 2010b). Da die wilden Hefen wenig alkoholverträglich sind, werden sie ab etwa 4 bis 7 %vol. Alkohol gehemmt bzw.

sterben sie ab (STEIDL, 2001; DITTRICH und GROSSMANN, 2010). Ab diesem Zeitpunkt übernehmen dann Hefen der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* die weitere Fermentation (SCHNEIDER, 2005).

Die aus Weingebieten bzw. Weinkellern selektionierten Reinzuchtheferpräparate ergeben gegenüber Spontangärungen tendenziell höhere Alkoholausbeuten und bessere Durchgärraten, aber gelegentlich etwas weniger Glycerin und Biomasse (EDER et al., 2010b). Gewünschte Eigenschaften von Reinzuchtheferen sind beispielsweise ein rasches Angären, problemloses Durchgären bzw. keine Gärstockungen, Gärfähigkeit sowohl in tiefen als auch höheren Temperaturbereichen, geringe Schaumbildung, keine bzw. geringe Bildung von unerwünschten Nebenprodukten, gute Alkoholausbeute, geringe SO₂-Bildung, hohe Alkohol- und Zuckerverträglichkeit, nicht ausschließlich glucophiler Zuckerumsatz, keine Bildung filtrationsstörender Stoffe (Mannane, Glucane), schnelles Absetzen nach der Gärung, Farbschonung bei Rotwein und keine Beeinflussung des Sorten- oder Lagentyps (STEIDL, 2001; KRIEGER-WEBER, 2008).

Seit der günstigen Herstellung und erfolgreichen Erprobung von Reinzuchtheferen haben diese die bis dahin übliche Spontangärung mehr und mehr abgelöst (EDER, 2010a). Nach etwa drei Jahrzehnten mit steigendem Einsatz und Verbreitung bei der Traubenverarbeitung wurde aber vermehrt der Hang zur Uniformität und Eindimensionalität bei Gärungen mit Reinzuchtheferen kritisiert. Ein Trend zurück zur risikoreicheren Spontangärung war die Folge. Diese Winzer müssen jedoch im Keller mit übermäßiger Vorsicht und penibler Kontrolle arbeiten, um unerwünschte Fehlgerüche zu vermeiden bzw. frühzeitig zu korrigieren. Trotz dieser Maßnahmen war und ist bei der Spontangärung ein nicht zu unterschätzendes Restrisiko zu Fehlnoten und unvollständigen Vergärungen gegeben (SCHMIDT und FUNK, 2008).

Die Hefeart *Saccharomyces cerevisiae* wird zur Weinbereitung, zum Backen und Bierbrauen schon seit der Antike verwendet (FELDMANN, 2010). Zellen von *Saccharomyces cerevisiae* sind rund bis ovoid, 5 bis 10 Mikrometer im Durchmesser und vermehren sich durch Knospung (MORGAN, 2007).

Der Anteil an *Saccharomyces cerevisiae*-Hefen auf Trauben und in Mosten ist mit etwa 2 % der Gesamtheferzahl sehr gering (VEZINHET et al., 1992; BARATA et

al., 2012). Trotz zahlenmäßig überwiegender anderer Hefestämme beim Gärstart setzt sich *Saccharomyces cerevisiae* aufgrund der Alkoholverträglichkeit, der höheren SO₂-Toleranz im Vergleich zu den anderen Hefen und der Gärstärke durch (SCHÜTZ und GAFNER, 1994; EDER et al., 2010b).

Seit einiger Zeit wird aber mehr darauf geachtet, dass der Metabolismus und die Enzymaktivitäten von Nicht-*Saccharomyces* dem Wein zusätzliche positive, fruchtige Aromen verleihen können (GERBAUX et al., 2015). Jüngste Untersuchungen zeigen, dass sich insbesondere *Torulaspora delbrueckii* (früher: *Saccharomyces rosei*) günstig auf die Qualität von fermentierten Getränken auswirken. Auch bewirken sie nur eine geringe Bildung unerwünschter Nebenprodukte, wie Acetaldehyde, Acetoin, Essigsäure und Ethylacetat. Nicht nur bei den üblichen Zuckerwerten im Most zeigen diese Hefen verlässliche Gäreigenschaften, sondern auch bei höheren Prädikatsstufen sind sie in Mischkultur, aber auch bei sequenzieller Gärung für eine minimierende Essigsäureproduktion hilfreich. Die meisten Stämme sind alkoholtolerant bis zu 8 bis 11 %vol. bei 17 °C und bis zu 7 bis 10 %vol. bei 24 °C. Vereinzelt wurden auch Maximalwerte von 12,3 %vol. Alkohol bei 17 °C und 10,9 %vol. Alkohol bei 24 °C erreicht (RENAULT et al., 2009).

VIANA et al. (2008), PLATA et al. (2003) und CIANI et al. (1998) zeigten mit ihren Arbeiten eine schwächere Produktionskapazität von *T. delbrueckii* bei den Estern, während HERNANDEZ-ORTE et al. (2008) darauf hinwies, dass diese Spezies verschiedene reintonige Aromakomponenten wie Norisoprenoide, Terpene, Benzenoide, flüchtige Phenole, Vanillin und Laktone durch Hydrolyse der entsprechenden Vorprodukte produziert. Laut BACK (2008) werden mit einer Kombination von *S. cerevisiae* und *T. delbrueckii* bei zügiger und vollständiger Vergärung das Aroma und die Nachhaltigkeit der Weine erhöht. Außerdem weisen CIANI und MACCARELLI (2010) darauf hin, dass bei einer Kombination dieser beiden Hefen gezielt ein geringerer Gehalt an Essigsäure produziert wird als bei reinen *S. cerevisiae*-Gärungen.

Mit einer selektiv reingezüchteten *Torulaspora delbrueckii*-Hefe (Prelude®; Hansen, Hoersholm, Dänemark), die als Handelspräparat erhältlich ist, wird eine sichere und zuverlässige Angärung sowohl bei Weiß- und Rosé- als auch bei Rotweinen beworben. Als Vor-

teile dieser Hefe werden die erhöhte Komplexität, die weichere Stilistik, das rundere Mundgefühl sowie verstärktes Aromaspektrum und längerer Abgang beschrieben im Vergleich zu Weinen, die nur mit *S. cerevisiae*-Hefen vergoren wurden. Auch soll die Bildung an flüchtiger Säure geringer als bei *S. cerevisiae* sein (HANSEN, 2010). Obwohl mehrfach die erhöhte Komplexität, ein runderes Mundgefühl und ein längerer Abgang beschrieben werden, soll laut Datenblatt die Glycerin-Ausbeute in einem normalen Bereich zwischen etwa 5 und 8 g/l liegen. Es wird aber darauf hingewiesen, dass dieser Hefestamm die Gärung nicht abschließen kann, und daher ein *Saccharomyces cerevisiae*-Stamm während des Gärprozesses hinzugefügt werden sollte. Bis etwa 9 %vol. Alkohol kann der *T. delbrueckii*-Stamm überleben, darum sollte die Inokulation der zweiten Hefe etwas davor stattfinden, um die Gärung nicht zu unterbrechen. SO₂- und H₂S-Produktion der *Torulasporea*-Reinzuchtheefe sind gering, somit ist eine Kompatibilität mit einem biologischen Säureabbau gegeben. Als Beimpfungsmöglichkeiten wurden eine Simultanbeimpfung und eine sequenzielle Beimpfung mit einer Hefe, welche die Gärung beenden kann, vorgeschlagen. Erstere wird bei einem sehr engen Zeitplan empfohlen und als Ergebnis ein milder "wild effect" (als Bezug auf eine Spontangärung) beschrieben. Bei einer sequenziellen Beimpfung wird zuerst mit der *Torulasporea*-Reinzuchtheefe beimpft und die Gärung damit gestartet. Für die Zugabe der *Saccharomyces cerevisiae*-Hefe wartet man bis etwa 4,5 °KMW bzw. bis etwa 3 %vol. Alkohol vergoren wurden. Als zweiten Anhaltspunkt für die Zweitbeimpfung werden für eine kalte Gärung 48 Stunden oder bei einer wärmeren Gärung 24 Stunden nach Erstbeimpfung vorgegeben. Da die *Torulasporea*-Hefe sehr schwefelempfindlich

ist und im Datenblatt ein Maximalwert von 30 mg/l SO₂ angegeben wird, dürfen die Moste nur schwach (z. B. 25 mg/l) geschwefelt werden.

Ziel der hier vorliegenden Arbeit war es, unter standardisierten und praxisrelevanten Bedingungen den Einfluss eines neuen Reinzuchtheferpräparates mit *Torulasporea delbrueckii* auf die Weinqualität zu untersuchen und mit Standardheferpräparaten der Art *Saccharomyces cerevisiae* zu vergleichen

MATERIAL UND METHODE

TRAUBENMATERIAL

Das Traubenmaterial wurde von Versuchsflächen der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg zur Verfügung gestellt. Beim Versuchsaufbau wurden zwei Wiederholungen pro Variante beschlossen, sodass sechs Weine pro Weintyp ausgebaut wurden. Die Weißweine wurden in 30 l-Gärballons vinifiziert, die Maischegärung der Rotweine in 50-l-Behältern durchgeführt. In Summe wurden dadurch rund 1000 kg an Traubenmaterial des Jahrgangs 2011 verarbeitet. Die Basisdaten dieser Moste sind in Tabelle 1 dargestellt. Generell war das Jahr 2011 ein sehr reifer Jahrgang mit hohen Zuckergradationen und niedrigen Säurewerten.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, waren die Säurewerte bei allen Weinen in einem akzeptablen Bereich, nur der Mostzuckerwert (°KMW) beim 'Grünen Veltliner' war für einen leichten Weißwein deutlich zu hoch. Die pH-Werte und Gehalte an flüchtigen Säuren waren bei allen Mosten im optimalen Bereich. Lediglich beim Cabernet Sauvignon- und Merlot-Most war ein minimal erhöhter Wert bei den flüchtigen Säuren zu sehen.

Tab. 1: Basisdaten der Traubenmoste

Most	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	Äpfelsäure (g/l)	pH-Wert	Flüchtige Säuren (g/l)
Grüner Veltliner	19,7	6,1	3,5	3,4	0,1
Chardonnay	20,6	7,0	3,5	3,4	0,2
Blaufränkisch	19,0	5,8	3,2	3,4	0,2
Cabernet Sauvignon/Merlot	19,0	4,5	3,0	3,4	0,3

CHEMISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Mostanalysen wurden mit dem FTIR-Schnellanalysegerät OenoFoss (Foss, Hillerød, Dänemark) durchgeführt. Um die chemische Zusammensetzung der fertig vergorenen Weine zu vergleichen, erfolgte eine Analyse der Grundparameter (Alkohol, Zucker, Säuren) (EDER und BRANDES, 2003) mit dem FTIR (Wine Scan FT 120; Foss, Hillerød, Dänemark). Für die Bestimmung der Glyceringehalte wurde eine automatisierte enzymatische Analyse (Konelab 29; Thermo Fisher, Waltham, USA) angewandt (BLOUIN und DUBERNET, 1994). Zusätzlich wurden einige höhere Alkohole, Ester und Methanol mittels GC-FID bestimmt (PAVELESCU et al., 2012).

VERWENDETE HEFEPRÄPARATE

Das Studienobjekt dieser Arbeit war das Gärverhalten des *Torulaspora delbrueckii*-Reinzuchtheferpräparats Prelude® (Hansen, Hoersholm, Dänemark) und dessen Einfluss auf die Weinqualität. Parallel dazu wurde bei jedem Weintyp eine Referenzhefe ausgewählt, welche für sichere Gärabschlüsse bekannt ist und für hohe Weinqualitäten verwendet wird. Für den leichten 'Grünen Veltliner' und für den Burgunder-Typ 'Chardonnay' wurde hierfür die Hefe Oenoferm Freddo F3® (Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) ausgewählt. Für den leichten Rotwein der Sorte 'Blafränkisch' wurde die Hefe Lalvin Rhone 2056® (Lallemand, Montreal, Kanada) genommen. Die gewählte Hefe für den schweren Rotwein (Bordeaux-Typ) war das Produkt LittoLevure Merlot® (La Littorale, Geisenheim, Deutschland).

VERSUCHSVARIANTEN

Es wurden vier verschiedene Weintypen ausgebaut, um die Unterschiede der Hefen bei mehreren Ausbaumarten zeigen zu können (Tab. 2):

- ein leichter, fruchtiger Weißwein der Sorte 'Grüner Veltliner'
- ein schwerer weißer Burgunder-Typ der Sorte 'Chardonnay' mit Eichenchips-Ausbau und biologischem Säureabbau
- ein leichter, fruchtiger Rotwein der Sorte

'Blafränkisch' mit biologischem Säureabbau

- Ein schwerer roter Bordeaux-Typ der Sorten 'Merlot' und 'Cabernet Sauvignon' mit Eichenchips-Ausbau und biologischem Säureabbau

Pro Weintyp wurden zwei Varianten hergestellt. Bei der ersten wurde eine sequenzielle Beimpfung eingesetzt, also mit der *Torulaspora*-Reinzuchthefer (Prelude®) angegoren und ab etwa 6 %vol. Alkohol mit einer sicheren Referenzhefe weitervergoren. Variante zwei wird nur mit der oben genannten Referenzhefe der Gattung *Sacharomyces cerevisiae* vergoren. Die Varianten mit der *Torulaspora*-Reinzuchthefer (Prelude®) haben das Kürzel P, die mit der Referenzhefe vergorenen Weine das Kürzel F (für 'Freddo' bei den Weißweinen – auch wenn bei den Rotweinen andere Hefepräparate verwendet wurden). Pro Variante wurde jeder Versuch mit drei Wiederholungen durchgeführt.

Bei den Weißwein-Mosten erfolgte eine Keimreduktion mit 200 mg/l Dimethyldicarbonat (DMDC, Velcorin®; Bayer, Leverkusen, Deutschland), um für die gärschwache Prelude®-Hefe einen möglichst keimarmen Most und somit günstige Verhältnisse für die Gärung zu schaffen. Bei den Rotweinen wurde darauf verzichtet, da die vollständige Durchmischung des Produkts mit DMDC bei einer Maische sehr schwierig zu erzielen ist.

SENSORISCHE BEURTEILUNGEN

Für die sensorische Analyse wurden zwei Verkostungen angesetzt: eine Vorverkostung und eine Hauptverkostung. Bei der ersten Vorverkostung soll auf Unterschiede zwischen den Wiederholungen geprüft werden, um die Homogenität zwischen den Wiederholvarianten zu überprüfen, da bei einem so langen Versuchszeitraum mit sehr vielen Arbeitsschritten auch Abweichungen entstehen können. Bei der zweiten Hauptverkostung wurden die mit *Torulaspora*-Reinzuchthefer vergorenen Weine mit den Referenzhefe-Weinen blind verkostet und verglichen.

Die Vorverkostung erfolgte am 26. April 2012 mit sieben kostenfahrenden Önologiestudenten in Form von Dreieckstests. Bei einem Dreieckstest mit sieben Verkostern führen fünf richtige Antworten zu einem Ergebnis mit einer Signifikanz von 95 % (NIESSEN und THÖLKING, 2007). Somit besteht ab fünf richtigen Antworten ein si-

Tab. 2: Maßnahmentabelle für die vier Weinausbauten

Grüner Veltliner	Chardonnay	Blaufränkisch	Cabernet Sauvignon-Merlot
Lese am 5.10.2011 von rund 200 kg Trauben	Lese am 5.10.2011 von rund 200 kg Trauben	Lese am 17.10.2011 von rund 300 kg Trauben	Lese am 3.11.2011 von rund 300 kg Trauben
Most- bzw. Maischeschwefelung auf 25 mg/l, Zugabe pektolytischer Enzympräparate			
Pressung am 5.10.2011	Pressung am 5.10.2011	Nährstoffzugabe (100 mg/l DAP + Thiamin) + Hefezugabe (19.10.2011)	Anreicherung von 18,9 auf 20,5 °KMW mittels Mostkonzentrat vom Vakuumverdampfer
Most entschleimt und mit DMDC behandelt	Most entschleimt und mit DMDC behandelt	Keine Zugabe einer Referenzhefe bei den Prelude-Weinen	Nährstoffzugabe (100 mg/l DAP + Thiamin) + Hefezugabe (4.11.2011)
Nährstoffzugabe (100 mg/l DAP + Thiamin) + Hefezugabe (11.10.2011)	Nährstoffzugabe (100mg/l DAP + Thiamin) + Hefezugabe (11.10.2011)	Alle Weine waren bei einer Messung 144 Stunden nach Gärstart durchgegoren	Zugabe der Referenzhefe 55 Stunden nach Gärbeginn bei 7 - 8 %vol. Alkohol
Zugabe der Referenzhefe 136 Stunden nach Gärbeginn bei 4 - 5 %vol. Alkohol	Zugabe der Referenzhefe 160 Stunden nach Gärbeginn bei 5 - 6 %vol. Alkohol	Die Weine wurden gepresst (25.10.2011), abgezogen und spundvoll gelagert	Pressung am 15.11.2011
	Weine von der Hefe abgezogen (25.10.2011)	BSA Start (15.11.2011) BSA Ende (21.11.2011)	BSA gestartet und Eichenchips zugegeben (15.11.2011)
	BSA gestartet und Eichenchips zugegeben (15.11.2011)		BSA beendet und von den Eichenchips getrennt (21.12.2011)
Crossflow filtriert (21.10.2011)	BSA beendet und von den Eichenchips getrennt (30.12.2011)	Crossflow filtriert (19.12.2011)	Crossflow filtriert (30.12.2011)
Mehrmals auf 50 mg/l freies SO ₂ eingestellt	Crossflow filtriert (30.12.2011) und mehrmals auf 50 mg/l freies SO ₂ eingestellt	Mehrmals auf 50 mg/l freies SO ₂ eingestellt	Mehrmals auf 50 mg/l freies SO ₂ eingestellt
Abgefüllt am 12.1.2012 in 0,75l Flaschen	Abgefüllt am 13.1.2012 in 0,75l Flaschen	Abgefüllt am 31.01.2012 in 0,5l Flaschen	Abgefüllt am 29.12.2011 in 0,75l Flaschen

gnifikanter Unterschied zwischen zwei Proben.

Nachdem bei der Vorverkostung die Wiederholungsweine mit dem geringsten Unterschied als repräsentativ ausgewählt wurden, konnte man die Weine der beiden Ausbauvarianten gegeneinander verkosten und vergleichen. Ein mit der Referenzhefe ausgebauter Wein wurde also gegen einen mit der Prelude®-Hefe ausgebauten Weinen verkostet und bewertet in Hinblick darauf, welcher davon komplexer schmeckt.

Bei der Hauptverkostung am 9. Mai 2012 nahmen neun staatlich geprüfte Weinkoster teil. Um ein deutlicheres Ergebnis zu bekommen, gab es pro Variantenvergleich eines Weintyps zwei Runden. Somit kam man bei neun Verkostern mit zwei Runden auf 18 Ergebnisse pro Weintyp. Für ein Signifikanzniveau von über 95 % benötigt man hierbei mindestens 10 richtige Antworten, für 99 % mindestens 12 richtige und für 99,9 % mindestens 13 richtige Antworten (NIESSEN und THÖLKG, 2007).

STATISTISCHE AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels

SPSS-Statistics 22.0 (IBM). Zunächst wurde der Datensatz mit einer explorativen Datenanalyse auf Normalverteilung getestet. Da die Daten nicht normal verteilt sind und somit auch keine Varianzhomogenität vorliegt, wurde der nicht parametrische Test nach Kruskal-Wallis für die Signifikanzprüfung verwendet. Mit diesen Tests konnten die Unterschiede der untersuchten Parameter zwischen den beiden Hefen in der jeweiligen Sortengruppe auf Signifikanz ($\alpha < 0,05$) geprüft werden. Dieser Test wurde nicht angewendet, um signifikante Unterschiede zwischen den Sorten zu ermitteln, da dies ohnehin angenommen wird, somit war keine Korrektur nach Bonferroni notwendig (KRUSKAL und WALLIS, 1952; HARTUNG und ELPELT, 1999).

Des Weiteren wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mittels "Univariattest" durchgeführt, um den generellen Einfluss der beiden unterschiedlichen Hefestämme über alle Sorten auf einzelne Parameter abzuschätzen. Da die Daten nicht normalverteilt sind, werden hier keine Signifikanzniveaus angegeben. Die Auswertung erfolgt graphisch über Residuendiagramme der geschätzten Randmittel der Parameter und die Interpretation optisch (HARTUNG und ELPELT, 1999).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Hinsichtlich des Gärverlaufs zeigten die nur mit *Saccharomyces cerevisiae* beimpften Referenzvarianten rasch kräftige Gärmerkmale, während diese bei der *Torulaspora* (Prelude®)-Hefe oft erst ab dem dritten Gärtag sichtbar wurden. Ab dem dritten Tag, vor allem bei den hohen Gärttemperaturen der Rotweine, hatten auch diese Varianten einen zügigen Gärverlauf.

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER WEINE

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in den Tabellen 3 bis 6 dargestellt. Da alle Weine auf einen einheitlichen Wert von rund 25 mg/l freies Schwefeldioxid eingestellt wurden, konnte auf die Darstellung dieser Werte in den nachfolgenden Tabellen verzichtet werden.

Bei den Basisdaten der Weine der Sorte 'Grüner Veltliner' sind nur minimale Abweichungen zwischen den

Varianten *Torulaspora* (Prelude®) und Referenzhefe (Oe. freddo®) zu erkennen. Man sieht, dass sich die Weine, mit Ausnahme der Variante Prelude® 1 (GVP1) vergleichbar entwickelt haben. Bei der statistischen Analyse mittels nichtparametrischen Tests nach Kruskal-Wallis konnte nur beim Glyceringehalt ein signifikanter Unterschied ($\alpha < 0,05$) zwischen den beiden Hefevarianten festgestellt werden. Die Variante Prelude® 1 (GVP1) weist einen leicht niedrigeren Restzucker Gehalt auf, was sensorisch jedoch nicht unterscheidbar ist. Generell liegen die Werte in optimalen Bereichen, abgesehen von dem hohen Alkoholgehalt von rund 14,2 %vol., der nicht dem Weintyp eines leichten Weißweines entspricht. Die Gehalte an flüchtigen Säuren befinden sich bei beiden Weinausbauten auf sehr niedrigem Niveau. Lediglich bei den Glycerinwerten treten Unterschiede von 0,4 bis 0,9 g/l auf. Entgegen der publizierten Meinung (SPONHOLZ et al., 1986) weisen die nur mit *Saccharomyces cerevisiae* vergorenen Varianten höhere Werte auf als die *Torulaspora*-Varianten.

Tab. 3: Chemische Zusammensetzung (Basisdaten) der Versuchsweine der Sorte 'Grüner Veltliner'

Wein	Alkohol (%vol.)		Zuckergehalt (g/l)		Titrierbare S. (g/l)		Äpfelsäure (g/l)		Milchsäure (g/l)		pH-Wert		Flüchtige S. (g/l)		Glycerin* (g/l)	
GV P1	13,80	a1	0,20	a1	5,10	a1	1,10	a1	0,30	a1	3,50	a1	0,20	a1	7,00	a1
GV P2	14,20	a1	0,60	a1	5,40	a1	1,10	a1	0,30	a1	3,50	a1	0,20	a1	7,40	a1
GV P3	14,20	a1	0,80	a1	5,20	a1	1,20	a1	0,50	a1	3,60	a1	0,20	a1	7,10	a1
Ø GVP	14,07	A1	0,53	A1	5,23	A1	1,13	A1	0,37	A1	3,53	A1	0,20	A1	7,17	A1
σ GVP	0,23		0,31		0,15		0,06		0,12		0,06		0,00		0,21	
GV F1	14,20	a1	0,60	a1	5,20	a1	1,20	a1	0,40	a1	3,60	a1	0,20	a1	7,90	a2
GV F2	14,20	a1	0,50	a1	5,30	a1	1,30	a1	0,40	a1	3,60	a1	0,20	a1	7,80	a2
GV F3	14,30	a1	0,60	a1	5,30	a1	1,30	a1	0,50	a1	3,60	a1	0,30	a1	7,80	a2
ØGVF	14,23	A1	0,57	A1	5,27	A1	1,27	A1	0,43	A1	3,60	A1	0,23	A1	7,83	A2
σ GVF	0,06		0,06		0,06		0,06		0,06		-		0,06		0,06	

*enzymatisch (Konelab)

Tab. 4: Chemische Zusammensetzung (Basisdaten) der Versuchsweine der Sorte 'Chardonnay'

Wein	Alkohol (%vol.)		Zuckergehalt (g/l)		Titrierbare S. (g/l)		Äpfelsäure (g/l)		Milchsäure (g/l)		pH-Wert		Flüchtige S. (g/l)		Glycerin* (g/l)	
CHP1	15,40	b1	0,40	b1	4,50	b1	0,10	b1	1,50	b1	3,90	b1	0,20	b1	8,00	b1
CHP2	15,40	b1	0,60	b1	4,70	b1	0,20	b1	1,40	b1	3,90	b1	0,20	b1	8,10	b1
CHP3	15,20	b1	0,50	b1	4,70	b1	0,10	b1	1,60	b1	3,90	b1	0,30	b1	7,60	b1
Ø CHP	15,33	B1	0,50	B1	4,63	B1	0,13	B1	1,50	B1	3,90	B1	0,23	B1	7,90	B1
σ CHP	0,09		0,08		0,09		0,05		0,08		-		0,05		0,22	
CH F1	15,30	b1	1,10	b2	4,80	b2	0,30	b2	1,60	b1	3,90	b1	0,30	b1	8,90	b2
CH F2	15,10	b1	1,30	b2	5,30	b2	0,80	b2	1,30	b1	3,90	b1	0,40	b1	8,80	b2
CH F3	15,20	b1	1,00	b2	5,00	b2	0,40	b2	1,50	b1	3,90	b1	0,40	b1	8,60	b2
Ø CHF	15,20	B1	1,13	B2	5,03	B2	0,50	B2	1,47	B1	3,90	B1	0,37	B1	8,77	B2
σ CHF	0,08		0,12		0,21		0,22		0,12		-		0,05		0,12	

*enzymatisch (Konelab)

Bei den Varianten der Sorte 'Chardonnay' gibt es leichte Unterschiede: Die Prüfung mit dem nicht parametrischen Test nach Kruskal-Wallis ergab bei den Parametern Zuckergehalt, titrierbare Säuren, Äpfelsäure und Glycerin signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,05$) zwischen den beiden Hefevarianten, die Werte an flüchtigen Säuren waren zwar nicht signifikant unterschiedlich, wiesen aber eine deutliche Tendenz auf ($\alpha = 0,068$). Der Zuckergehalt bei den Weinen der *Saccharomyces*-Referenzhefe ist mit rund 1,2 g/l etwa doppelt so hoch wie bei den *Torulaspota*-Weinen, war aber ebenso wie beim 'Grünen Veltliner' unter der sensorischen Unterscheidungsschwelle. Auffälliger sind die Unterschiede in den Äpfelsäure-Werten, da die Differenz zwischen den Varianten "CHF2" und "CHP1" 0,7 g/l beträgt. Die Prelude®-Varianten haben den biologischen Säureabbau perfekt abgeschlossen, sodass Äpfelsäure praktisch nicht mehr vorhanden ist (0,1 bis 0,2 g/l). Bemerkenswert ist, dass wiederum die mit *Saccharomyces cerevisiae* vergorenen Referenzweine um etwa 1 g/l höhere Glyceringehalte aufweisen als die mit *Torulaspota* vergorenen Weine. Die restlichen Werte befinden sich auf einem für kräftige Weine üblichen Niveau, auch wenn eine leichte Tendenz zu erhöhten Gehalten an flüchtigen Säuren bei den mit *Saccharomyces cerevisiae* vergorenen Varianten "CHF2" und "CHF3" besteht.

Die Basisanalyse der Weine der Sorte 'Blaufränkisch' ergab für einen leichten Rotwein typische Werte. Lediglich bei der dritten mit *Torulaspota* vergorenen Variante (BFP3) liegt der Alkoholgehalt mit 10,8 %vol. Alkohol um 0,7 bis 1,1 %vol. niedriger als bei den restlichen Weinen, was aber überraschender Weise nicht mit einem höheren Restzuckergehalt korreliert. Die Ursachen für die geringere Alkoholausbeute sind somit nicht klar. Die Äpfelsäure wurde bei beiden Hefevarianten sehr gut metabolisiert, woraus geringe Restgehalte von 0,1 bis 0,4 g/l resultieren. Dass die ursprünglichen Äpfelsäuregehalte, entsprechend der Zielsetzung eines leichten Rotweins, hoch waren, lässt sich an den hohen Milchsäurewerten von 1,9 bis 2,5 g/l ablesen. Die Gehalte an flüchtigen Säuren sind mit 0,8 bis 0,9 g/l erhöht, was auf eine Infektion mit Kahlhefen nach der Gärung zurückzuführen ist. Im Gegensatz zu den Weißweinen sind beim 'Blaufränkisch' die Glyceringehalte bei den *Torulaspota*-Varianten höher als bei den Nur-*Saccharomyces*-Varianten, was den Erwartungen anhand der Fachliteratur entspricht (SCANES et al., 1998). Die statistische Analyse mittels Kruskal-Wallis-Test ergab keine signifikanten Unterschiede.

Zwischen den beiden Hefevarianten des roten Sortenschnitts 'Cabernet Sauvignon'-'Merlot' sind bei einigen Parametern geringe Unterschiede feststellbar. Bei

Tab. 5: Chemische Zusammensetzung (Basisdaten) der Versuchsweine der Sorte 'Blaufränkisch'

Wein	Alkohol (%vol.)		Zuckergehalt (g/l)		Titrierbare S. (g/l)		Äpfelsäure (g/l)		Milchsäure (g/l)		pH-Wert		Flüchtige S. (g/l)		Glycerin* (g/l)	
BFP1	11,70	c1	0,70	c1	5,00	c1	0,20	c1	1,50	b1	3,90	b1	0,20	b1	8,00	b1
BFP2	11,50	c1	0,60	c1	4,90	c1	0,10	c1	1,40	b1	3,90	b1	0,20	b1	8,10	b1
BFP3	10,80	c1	0,60	c1	4,70	c1	0,20	c1	1,60	b1	3,90	b1	0,30	b1	7,60	b1
Ø BFP	11,33	C1	0,63	C1	4,87	C1	0,17	C1	1,50	B1	3,90	B1	0,23	B1	7,90	B1
σ BFP	0,39		0,05		0,12		0,05		0,08		-		0,05		0,22	
BF F1	11,70	c1	0,60	c1	4,80	c1	0,30	c1	1,60	b1	3,90	b1	0,30	b1	8,90	b2
BF F2	11,60	c1	0,60	c1	4,50	c1	0,40	c1	1,30	b1	3,90	b1	0,40	b1	8,80	b2
BF F3	11,90	c1	0,70	c1	4,90	c1	0,20	c1	1,50	b1	3,90	b1	0,40	b1	8,60	b2
Ø BFF	11,73	C1	0,63	C1	4,73	C1	0,30	C1	1,47	B1	3,90	B1	0,37	B1	8,77	B2
σ BFF	0,12		0,05		0,17		0,08		0,12		-		0,05		0,12	

*enzymatisch (Konelab)

Tab. 6: Chemische Zusammensetzung (Basisdaten) der Versuchsweine beim Rotweinschnitt 'Cabernet Sauvignon'-'Merlot'

Wein	Alkohol (%vol.)		Zuckergehalt (g/l)		Titrierbare S. (g/l)		Äpfelsäure (g/l)		Milchsäure (g/l)		pH-Wert		Flüchtige S. (g/l)		Glycerin* (g/l)	
CSMP1	14,00	d1	0,30	d1	4,50	d1	0,30	d1	1,90	d1	4,00	d1	0,50	d1	11,40	d1
CSMP2	14,20	d1	0,10	d1	4,40	d1	0,30	d1	1,70	d1	4,00	d1	0,50	d1	11,00	d1
CSMP3	14,10	d1	0,10	d1	4,40	d1	0,30	d1	1,80	d1	4,00	d1	0,50	d1	11,10	d1
Ø CSMP	14,10	D1	0,17	D1	4,43	D1	0,30	D1	1,80	D1	4,00	D1	0,50	D1	11,17	D1
σ CSMP	0,08		0,09		0,05		-		0,08		-		-		0,17	
CSM F1	14,10	d1	n.n.	d2	4,60	d2	0,20	d1	1,90	d1	4,00	d1	0,40	d2	11,20	d1
CSM F2	14,00	d1	n.n.	d2	4,60	d2	0,20	d1	1,90	d1	4,00	d1	0,40	d2	11,20	d1
CSM F3	14,00	d1	n.n.	d2	4,70	d2	0,30	d1	1,90	d1	4,00	d1	0,40	d2	11,40	d1
Ø CSMF	14,03	D1	n.n.	D2	4,63	D2	0,23	D1	1,90	D1	4,00	D1	0,40	D2	11,27	D1
σ CSMF	0,05		n.n.		0,05		0,05		0,00		-		0,00		0,09	

*enzymatisch (Konelab)

der statistischen Analyse mittels Kruskal-Wallis-Tests wurden bei den Parametern Zucker und titrierbare Säuren signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,05$) zwischen den beiden Hefevarianten ermittelt. Die Analyseergebnisse, hoher Alkoholgehalt, kein Restzucker, abgeschlossener biologischer Säureabbau, trotz erhöhten pH-Werts normale Mengen flüchtiger Säuren, entsprechen sehr gut der Zielvorstellung eines kräftigen roten Bordeaux-Typs. Der Glycerinwert ist mit 11 g/l auf einem sehr hohen Niveau, zeigt zwischen den Varianten jedoch keine Unterschiede.

GEHALTE FLÜCHTIGER VERBINDUNGEN

Zusätzlich zu den Weingrundparametern wurde eine einfache Analyse flüchtiger Bestandteile durchgeführt. Die Ergebnisse aller Versuchsvarianten der vier Weintypen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Bei den Weinen der Sorte 'Grüner Veltliner' liegen die Werte von Ethylacetat, Methanol, Isopentanol und Ethyllactat bei beiden Hefen in sehr ähnlichen Bereichen. Bei 1-Propanol sind die Werte der mit *Saccharomyces* vergorenen Weine (Oe. freddo[®]) etwa doppelt so hoch wie bei den *Torulaspora*-Weinen (Prelude[®]). Bei Isobutanol verhält es sich umgekehrt, während die *Torulaspora*-Weine (Prelude[®]) in einem Bereich zwischen 32 und 36 mg/l liegen, sind die *Saccharomyces*-Weine (GVF1-GVF3) bei 20 bis 21 mg/l. Statistisch gesichert ($\alpha < 0,05$) waren aber nur die Unterschiede zwischen den Hefen beim Gehalt an Propanol und Isobutanol.

In den Weinen der Sorte 'Chardonnay' sind bei mit *Torulaspora* (Prelude[®]) vergorenen Weinen die Werte von Ethylacetat, Isopentanol und Ethyllactat gegenüber den *Saccharomyces* (Oe. freddo[®])-Varianten leicht erhöht. Die Isobutanol-Werte sind durch Vergärung mit *Torulaspora* sogar fast doppelt so hoch wie in den Referenzweinen, was schon bei 'Grüner Veltliner' beobachtet wurde. Die restlichen Ergebnisse sind bei beiden 'Chardonnay'-Hefevarianten in ähnlichen Bereichen. Mittels Kruskal-Wallis-Tests wurden signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,05$) zwischen den Hefevarianten bei Ethylacetat, Isobutanol, Isopentanol und Ethyllactat festgestellt.

Die 'Blaufränkisch'-Weine ähneln sich hinsichtlich der Gehalte an Ethylacetat, Methanol, 1-Propanol, Isobutanol und Isopentanol sehr. Verglichen mit den anderen Weintypen sind die Gehalte an 1-Propanol in allen Blaufränkisch-Varianten erhöht, was ein analytischer Hinweis auf die Aktivität von Kahlmhefen nach der Gärung ist. Ein nach unten abweichender Ethylacetat-Gehalt wurde bei der Variante "BFP1" gefunden, zusätzlich weisen die beiden *Torulaspora*-Varianten ("BFP2" und "BFP3") geringe Isopentanolgehalte auf. Demgegenüber sind die Werte von Ethyllactat bei den Prelude[®]-Weinen etwas höher als bei den Referenzweinen. Statistisch gesicherte ($\alpha < 0,05$) Unterschiede konnten hinsichtlich der Gehalte an Isopentanol und Ethyllactat bestimmt werden.

Bei den Weinen des roten Sortenschnitts 'Cabernet Sauvignon'-'Merlot' bestehen hinsichtlich Methanol, 1-Propanol und Ethyllactat keine Unterschiede zwi-

Tab. 7: Gehalte flüchtiger Substanzen in den Versuchsvarianten der vier Weintypen

Wein	Destill. Alk. (%vol.)		Ethylacetat (mg/l)		Methanol (mg/l)		1-Propanol (mg/l)		Isobutanol (mg/l)		Isopentanol (mg/l)		Ethyllactat (mg/l)	
GVP1	13,81	a1	49,00	a1	106,00	a1	29,00	a1	32,00	a1	166,00	a1	20,00	a1
GVP2	14,29	a1	59,00	a1	124,00	a1	31,00	a1	36,00	a1	185,00	a1	22,00	a1
GVP3	14,39	a1	55,00	a1	122,00	a1	24,00	a1	35,00	a1	176,00	a1	17,00	a1
Ø GVP	14,16	A1	54,33	A1	117,33	A1	28,00	A1	34,33	A1	175,67	A1	19,67	A1
σ GVP	0,31		5,03		9,87		3,61		2,08		9,50		2,52	
GVF1	14,18	a1	57,00	a1	114,00	a1	50,00	a2	20,00	a2	183,00	a1	16,00	a1
GVF2	14,26	a1	61,00	a1	121,00	a1	54,00	a2	20,00	a2	185,00	a1	17,00	a1
GVF3	14,23	a1	59,00	a1	120,00	a1	54,00	a2	21,00	a2	194,00	a1	17,00	a1
Ø GVF	14,22	A1	59,00	A1	118,33	A1	52,67	A2	20,33	A2	187,33	A1	16,67	A1
σ GVF	0,04		2,00		3,79		2,31		0,58		5,86		0,58	
CHP1	15,49	b1	70,00	b1	114,00	b1	39,00	b1	44,00	b1	172,00	b1	114,00	b1
CHP2	15,53	b1	69,00	b1	89,00	b1	39,00	b1	42,00	b1	167,00	b1	106,00	b1
CHP3	15,29	b1	69,00	b1	106,00	b1	34,00	b1	43,00	b1	172,00	b1	107,00	b1
Ø CHP	15,44	B1	69,33	B1	103,00	B1	37,33	B1	43,00	B1	170,33	B1	109,00	B1
σ CHP	0,10		0,47		10,42		2,36		0,82		2,36		3,56	
CHF1	15,26	b2	60,00	b2	96,00	b1	37,00	b1	26,00	b2	189,00	b2	101,00	b2
CHF2	15,17	b2	63,00	b2	98,00	b1	43,00	b1	21,00	b2	176,00	b2	81,00	b2
CHF3	15,20	b2	63,00	b2	112,00	b1	41,00	b1	22,00	b2	175,00	b2	90,00	b2
Ø CHF	15,21	b2	62,00	b2	102,00	B1	40,33	B1	23,00	B2	180,00	B2	90,67	B2
σ CHF	0,04	B2	1,41	B2	7,12		2,49		2,16		6,38		8,18	
BFP1	11,55	c1	113,00	c1	218,00	c1	44,00	c1	43,00	c1	161,00	c1	146,00	c1
BFP2	10,63	c1	48,00	c1	222,00	c1	55,00	c1	37,00	c1	117,00	c1	162,00	c1
BFP3	11,36	c1	55,00	c1	210,00	c1	51,00	c1	39,00	c1	129,00	c1	159,00	c1
Ø BFP	11,18	C1	72,00	C1	216,67	C1	50,00	C1	39,67	C1	135,67	C1	155,67	C1
σ BFP	0,40		29,13		4,99		4,55		2,49		18,57		6,94	
BFF1	11,56	c1	66,00	c1	229,00	c1	58,00	c1	36,00	c1	165,00	c2	139,00	c2
BFF3	11,60	c1	60,00	c1	220,00	c1	55,00	c1	37,00	c1	170,00	c2	137,00	c2
BFF3	11,70	c1	58,00	c1	229,00	c1	52,00	c1	38,00	c1	178,00	c2	135,00	c2
Ø BFF	11,62	C1	61,33	C1	226,00	C1	55,00	C1	37,00	C1	171,00	C2	137,00	C2
σ BFF	0,06		3,40		4,24		2,45		0,82		5,35		1,63	
CSMP1	13,98	d1	50,00	d1	237,00	d1	27,00	d1	45,00	d1	233,00	d1	90,00	d1
CSMP2	14,15	d1	51,00	d1	221,00	d1	26,00	d1	44,00	d1	229,00	d1	90,00	d1
CSMP3	14,09	d1	44,00	d1	214,00	d1	25,00	d1	51,00	d1	257,00	d1	92,00	d1
Ø CSMP	14,07	D1	48,33	D1	224,00	D1	26,00	D1	46,67	D1	239,67	D1	90,67	D1
σ CSMP	0,07		3,09		9,63		0,82		3,09		12,36		0,94	
CSMF1	14,12	d1	42,00	d1	224,00	d1	25,00	d1	67,00	d2	306,00	d2	95,00	d2
CSMF2	14,00	d1	40,00	d1	214,00	d1	23,00	d1	66,00	d2	296,00	d2	95,00	d2
CSMF3	13,94	d1	37,00	d1	206,00	d1	24,00	d1	68,00	d2	315,00	d2	97,00	d2
Ø CSMF	14,02	D1	39,67	D1	214,67	D1	24,00	D1	67,00	D2	305,67	D2	95,67	D2
σ CSMF	0,07		2,05		7,36		0,82		0,82		7,76		0,94	

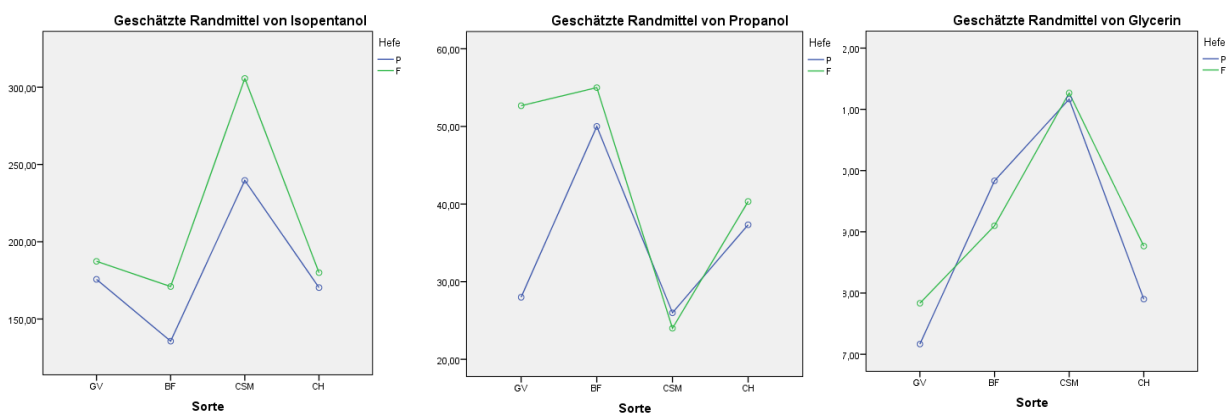


Abb. 1: Residuendiagramm der geschätzten Randmittel von Isopentanol, Propanol und Glycerin mittels Univariattest (SPSS)

schen den Varianten. Die Gehalte an Ethylacetat sind bei den *Torulaspora*-Weinen (CSMP1 bis CSMP3) leicht erhöht, während die Werte an Isobutanol und Isopentanol in den Nur-*Saccharomyces*-Weinen höher sind. Der nichtparametrische statistische Test nach Kruskal-Wallis ergab statistisch gesicherte ($\alpha < 0,05$) Unterschiede zwischen den Hefen bei den Gehalten an Isobutanol, Isopentanol und Ethyllactat.

Des Weiteren wurde, um generelle Trends der zwei Hefen auf einzelne Parameter auch über die Sorten hinweg abzuschätzen, ein "Univariattest" mit SPSS berechnet. Die Ergebnisse werden in Form von Residuendiagrammen der geschätzten Randmittel dargestellt.

Die *Torulaspora delbrueckii*-Hefe dürfte, wie in Abbildung 1 (linke Darstellung) sichtbar, weniger Isopentanol bilden. Ein ähnlicher Trend kann auch bei Propanol festgestellt werden. Nur bei der 'Cabernet'/'Merlot'-Variante wurde von dieser Hefe etwas weniger Propanol gebildet als von den verwendeten *Saccharomyces cerevisiae*-Hefepräparaten. Keine deutlichen Trends in eine Richtung hingegen sind bei allen anderen Parametern über die verschiedenen Sorten beobachtet worden. Es scheint also so, dass hinsichtlich der untersuchten Grundparameter und der analysierten flüchtigen Komponenten zwar teilweise signifikante Unterschiede zwischen den Hefen bei einer Sorte festgestellt wurden, aber die Unterschiede nicht immer in die gleiche Richtung ablaufen.

SENSORISCHE BEURTEILUNG DER WEINE

VORVERKOSTUNG

Bei den Dreiecksvergleichen zwischen den Wiederholungen wurden zwischen den Varianten GVP1 und GVP2 sowie BFP1 und BFP2 Unterschiede festgestellt, sodass für die Hauptverkostung nur die Variante heran-

gezogen wurden, die mit der dritten Wiederholung übereinstimmte. Da bei den anderen Versuchen bei allen drei Wiederholvarianten keine sensorischen Unterschiede wahrnehmbar waren, konnten alle drei Wiederholungen verkostet werden.

HAUPTVERKOSTUNG

Bei der Auswertung der Hauptverkostung wurden zuerst die richtigen Antworten der Dreieckstests ermittelt und gezählt. Danach wurden von den richtigen Antworten jene zusammengezählt, welche die *Torulaspora*-Varianten (Prelude®) für komplexer und vollmundiger befanden. In Tabelle 8 ist dargestellt, welche Varianten unterscheidbar sind und wie viele der Koster, die die Varianten richtig erkannt haben, die mit *Torulaspora* vergorenen Weine (Prelude®-Varianten) als komplexer beurteilt haben.

Man sieht, dass bei drei der vier Weintypen ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Hefevarianten vorhanden ist. Bei den Weinen der Sorte 'Grüner Veltliner' wurde mit 95 %iger Signifikanz, beim roten Sortenverschnitt 'Cabernet Sauvignon'-'Merlot' mit über 99 % (ab 12 richtigen Antworten von 18) und bei 'Blaufränkisch' sogar mit deutlich über 99,9 % (ab 13 richtigen Antworten) eine sensorische Differenz zwischen den mit *Torulaspora* bzw. nur mit *Saccharomyces cerevisiae* vergorenen Weinen festgestellt. Lediglich beim 'Chardonnay' konnten die Verkoster keinen signifikanten Unterschied herauskosten.

Bei den Weinen der Sorte 'Grüner Veltliner' fanden 60 % der Verkoster, welche den Unterschied erkannten, die *Torulaspora* (Prelude®)-Variante besser. Dies könnte daran liegen, dass bei diesem klassisch, aber alkoholreich ausgebauten Wein der Unterschied durch die Prelude®-Hefe deutlicher spürbar ist. Jedoch ist der Unterschied mit 60 % für die Prelude®-Variante zu 40 % für die Oenoferm Freddo F3® nicht allzu deutlich.

Tab. 8: Ergebnisse der Hauptverkostung (Dreieckstest) der Varianten

Wein	Richtige Antworten von 18 Ergebnissen	Signifikanz erreicht?	Wie viele der richtigen Antworten fanden die Prelude-Variante besser?
Grüner Veltliner	10	Ja, über 95 %	60 %
Chardonnay	5	nicht signifikant	20 %
Blaufränkisch	15	Ja, über 99,9 %	46,66 %
Cabernet Sauvignon-Merlot	12	Ja, über 99 %	66,66 %

Aufgrund zu geringer Signifikanz bei der Unterscheidung der Dreieckstests kann das Ergebnis bei 'Chardonnay' nicht bewertet werden, da nur fünf von 18 Verkostern die Weine richtig auseinanderhalten konnten. Die fünf richtigen Ergebnisse zeigten jedoch einen Trend für die mit *Saccharomyces* vergorenen Referenzweine. Hier könnte der Eichenchips-Einsatz und der biologische Säureabbau eine verminderte Rolle bezüglich der Unterscheidbarkeit gespielt haben. Diese Ausbautechniken wurden jedoch ebenfalls beim Sortenverschnitt 'Cabernet Sauvignon'-'Merlot' angewandt, wobei hier die beiden Hefen gut unterschieden werden konnten.

Bei den Weinen der Sorte 'Blaufränkisch' fanden weniger als die Hälfte der richtig liegenden Koster, nämlich 46,6 %, die *Torulaspora* (Prelude®)-Weine besser. Einschränkend muss man aber erwähnen, dass die Weine infolge einer Infektion mit Kahmhefen vor dem Abfüllen und relativ hoher Werte an flüchtigen Säuren sensorisch negativ beeinflusst waren.

Recht eindeutige Ergebnisse ergab die Verkostung des roten Sortenverschnittes 'Cabernet-Sauvignon'-'Merlot', da sich zwei Drittel der Verkoster, welche die Varianten unterscheiden konnten, für die *Torulaspora* (Prelu-

de®)-Hefe entschieden. Es ist interessant, dass auch bei einem so kräftigen Weintyp mit Säureabbau und Eichenchips sowohl hinsichtlich Unterscheidbarkeit und Präferenz der *Torulaspora* (Prelude®)-Hefe eindeutige Ergebnisse erzielt wurden. Der langsamere Gärstart der *Torulaspora* (Prelude®)-Varianten und die damit einhergehende sanfte Maischeoxidation könnte aber hier auch eine Rolle gespielt haben.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Ergebnisse vorliegender Studie zeigen, dass das Reinzuchtheferpräparat Prelude® des bisher für die Wein-gärung unüblichen Hefestammes *Torulaspora delbrueckii* sehr brauchbare Gäreigenschaften aufwies und die Qualität der Weine zumindest gleich gut bis besser als bei typischen Vergärungen mit Reinzuchtheferen der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* war. Der mögliche Einsatz der Prelude®-Hefe wird sich allerdings auf hochqualitative Weinerzeugung beschränken, da ihr Einsatz mit einem Mehraufwand verbunden ist. Es ist jedoch zu erwarten, dass jährlich weitere Produkte des Stammes *Torulaspora delbrueckii* oder anderer bisher für die Weinbereitung unüblicher Hefen auf den Markt kommen, welche möglicherweise das Potenzial haben, die risikoreiche Spontangärung ablösen zu können.

LITERATUR

- BACK, W. 2008: Mikrobiologie der Lebensmittel, Bd. 5: Getränke. 3. Aufl. Hamburg: Behr, 2008
- BARATA, A., MALFEITO-FERREIRA, M. AND LOUREIRO, V. 2012: The microbial ecology of wine grape berries. *Int. J. Food Microbiol.* 153: 243-247
- BLOUIN, J. ET DUBERNET, M. 1994: Analyseurs séquentiels au centre des laboratoires d'œnologie? *Rev. Française œnol.* 146: 51-59
- CIANI, M. AND MACCARELLI, F. 1998: Oenological properties of non-Saccharomyces yeasts associated with wine-making. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 14: 199-203
- CIANI, M., COMITINI, F., MANNAZZU, I. AND DOMIZIO, P. 2010: Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-Saccharomyces yeasts in winemaking. *FEMS Yeast Res.* 10 (2): 123-133
- DITTRICH, H.H. UND GROSSMANN, M. 2010: Mikrobiologie des Weines, 4. Aufl. – Stuttgart: Ulmer, 2010
- EDER, R. UND BRANDES, W. 2003: Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter. – Stuttgart: Ulmer, 2003
- EDER, R., STOCKINGER, E. UND SCHEIBLHOFER, H. 2010a: Mischheferpräparate als Alternative zur Spontangärung. *Der Winzer* (8): 15-18
- EDER, R., WELLANSCHITZ, S. UND SCHEIBLHOFER, H. 2010b: Spontangärung oder Reinzuchtheferen? *Der Winzer* (6): 22-26
- FELDMANN, H. 2010: Yeast. *Molecular and cell biology.* Weinheim: Wiley-VCH, 2010
- GERBAUX, V., DAVANTURE, I. ET GUILLOTEAU, A. 2015: Macération pre-fermentaire à froid des vins rouges. *Metschnikowia pulcherrima* GaïaMP98,3: une nouvelle voie microbiologique pour sécuriser le procédé et optimiser l'impact sensoriel. *Rev. Oenol.* 155: 29-33
- HANSEN, C. 2010: Prelude Product Information <http://www.chr-hansen.de/presse/singlenachrichten/chr-hansen-bringt-erstklassiges-he>

- feprodukt-fuer-die-weinherstellung-auf-den-markt.html (28.08.2016)
- HARTUNG, J. UND ELPELT, B. 1999: Multivariate Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. 6. Aufl. München: Oldenbourg, 1999
- HERNÁNDEZ-ORTE, P., CERSOSIMO, M., LOSCOS, N., CACHO, J., GARCIA-MORUNO, E. AND FERREIRA, V. 2008: The development of varietal aroma from non-floral grapes by yeasts of different genera. *Food Chem.* 107: 1064-1077
- KRIEGER-WEBER, S. 2009: Application of yeast and bacteria as starter culture. In: König, H. et al. (eds.): *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009
- KRUSKAL, W.H. AND WALLIS, W. 1952: Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J. Amer. Stat. Ass.* 47: 583-621
- MORGAN, D. 2007: *The cell cycle: Principles of control (Primers in biology)*. – London: New Sci. Press, 2007
- NIESSEN, M. UND THÖLKING, S. 2007: *Sensorische Prüfverfahren. Anpassung für mittelständige Betriebe*. Hamburg: Behr, 2007
- PAVELESCU, D., FIECHTER, G., STEIDL, R., EDER, R. AND KNEIFEL, W. 2012: Sensory and chemical characteristics of wines from the variety 'Grüner Veltliner' in connection with the sur lie method. *Mitt. Klosterneuburg* 62: 21-30
- PLATA, C., MILLAN, C., MAURICIO, J.C. AND ORTEGA, J.M. 2003: Formation of ethyl acetate and isoamyl acetate by various species of wine yeasts. *FOOD MICROBIOL.* 20: 217-224
- RENAULT, P., MIOT-SERTIER, C., MARULLO, P., HERNÁNDEZ-ORTE, P., LAGARRIGUE, L., LONVAUD-FUNEL, A. AND BELY, M. 2009: Genetic characterization and phenotypic variability in *Torulaspota delbrueckii* species: Potential applications in the wine industry. *Int. J. Food Microbiol.* 134: 201-210
- SCANES, K.T., HOHMANN, S. AND PRIOR, B.A. 1998: Glycerol production by the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and its relevance to wine: A Review. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 19 (1): 17-24
- SCHMIDT, O. UND FUNK, E. 2008: „Von der Kunst nichts zu tun – aber alles richtig zu machen“. *Dt. Weinbau* (15): 22-28
- SCHNEIDER, V. 2005: Fakten zur Spontangärung. *Die Winzer-Zeitschrift* (8): 34-37
- SCHÜTZ, M. AND GAFNER, J. 1994: Dynamics of the yeast strain population during spontaneous alcoholic fermentation determined by CHEF gel electrophoresis. *Let. Appl. Microbiol.* 19: 253-258
- SPONHOLZ, W.R., LACHER, M. UND DITTRICH, H.H. 1986: Die Bildung von Alditolen durch die Hefen des Weines. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 10:19-24
- STEIDL, R. (2001): *Kellerwirtschaft*. 6. Aufl. Leopoldsdorf: Ö. Agrarverl., 2001
- VEZINHET, F., HALLET, J.-N., VALADE, M. AND POU-LARD, A. 1992: Ecological survey of wine yeast strains by molecular methods of identification. *Amer. J. Enol. Vitic.* 43: 83-86
- VIANA, F., GIL, J.V., GENOVÉS, S., VALLÉS, S. AND MANZANARES, P. 2008: Rational selection of non-*Saccharomyces* wine yeasts for mixed starters based on ester formation and enological traits. *Food Microbiol.* 25: 778-785

Eingelangt am 5. September 2016