

# Auswirkungen des Einsatzes einer sauren Protease auf Proteinmuster und Eiweißstabilität von Weißweinen

ELSA FISCHERLEITNER, FLORIAN FREYTAG und REINHARD EDER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt  
für Wein- und Obstbau  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74  
E-mail: reinhard.eder@hblawo.bmlfuw.gv.at

*Mosten beziehungsweise Weinen der Sorten 'Grüner Veltliner' und 'Weißer Riesling' wurde eine saure Protease zugesetzt und die eiweißstabilisierende Wirkung mit der einer üblichen Bentonitschönung im Most verglichen. Um die Wirkung der sauren Protease zu verbessern, erfolgte eine Pasteurisation bzw. der Zusatz einer Glykosidase, um protektive Protein-Kohlenhydratbindungen zu spalten. Die Eiweißstabilität wurde mittels Wärmetest geprüft; die Analyse der Proteinrückstände erfolgte nach Bradford und die der Proteinmuster mittels isoelektrischer Fokussierung (IEF). Weiters wurden die behandelten Weine sensorisch geprüft. Durch die Behandlung mit saurer Protease gelang es in allen Fällen den Bentonitbedarf zu reduzieren. Bei den meisten Varianten der Sorte 'Weißer Riesling' konnte sogar eine Eiweißstabilität erreicht werden. Nach Behandlung mit Bentonit war der Proteingehalt allerdings deutlich niedriger als nach der Anwendung der Protease, was auch durch die Analysen mittels IEF bestätigt wurde. Die sensorischen Eigenschaften wurden durch den Einsatz der sauren Protease negativ beeinflusst, während die Behandlungen mit Bentonit die besten Bewertungen erhielten.*

**Schlagwörter:** Weißwein, Eiweißstabilität, saure Protease, Proteine, Bentonit, Weinqualität

*Effect of the application of an acid protease on protein pattern and protein stability of white wines. An acid protease was added to must and wines of two white wine cultivars, 'Grüner Veltliner' and 'White Riesling' and its effect on protein pattern and protein stability was compared with bentonite fining of must. To improve the effectiveness of the acid protease activity pretreatments with pasteurization and glycosidase addition, resp., were carried out to split the protective protein-carbohydrate binding. The protein stability was analysed by thermostest, the protein patterns of the wines were separated electrophoretically by means of isoelectric focussing and the protein content was analysed by the method of Bradford. The use of acid protease reduced the demand for bentonite in all cases, almost all variants of 'White Riesling' reached protein stability. The protein reduction was more effective after fining with bentonite than after acid protease treatment. The sensory profile of the wines treated with acid protease was negatively affected compared to the bentonite fined wines, which always reached the best assessment.*

**Key words:** White wine, protein stability, acid protease, proteins, bentonite, wine quality

*Les effets d'une protéase acide sur les dessins de la protéine et sur la stabilité des protéines de vins blancs. Des protéases acides ont été ajoutées aux moûts et/ou aux vins des cépages «Grüner Veltliner» et «Weißer Riesling», et l'effet stabilisant des protéines a été comparé à celui d'un collage à la bentonite habituel. Une pasteurisation a été effectuée et une glycosidase a été ajoutée pour décomposer les liaisons protectrices entre protéines et hydrates de carbone afin d'améliorer l'effet de la protéase acide. La stabilité des protéines a été vérifiée au moyen d'un test à la chaleur; les résidus protéiques ont été analysés par la méthode de Bradford et les dessins de la protéine au moyen de la focalisation isoélectrique (IEF). En outre, les vins traités ont été soumis à une analyse sensorielle. Dans tous les cas, le traitement aux protéases acides a permis de réduire le besoin en bentonite. Une stabilité protéique a même pu être obtenue pour la plupart des variétés du «Weißer Riesling». Après le traitement à la bentonite, la teneur en protéines était*

*pourtant nettement moins élevée qu'après l'apport des protéases, ce qui a également été confirmé par les analyses IEF. Les caractéristiques sensorielles ont été influencées de manière négative par les protéases, tandis que les vins traités à la bentonite ont obtenu les meilleures appréciations.*

**Mots clés:** vin blanc, stabilité protéique, protéase acide, protéines, bentonite, qualité du vin

Trotz großer Fortschritte in der Weinbereitung kommt es noch immer gelegentlich zu Trübungen oder Niederschlägen in abgefüllten Weinen, die auf eine ungenügende Eiweißstabilisierung zurückzuführen sind. Diese Eiweißtrübungen sind nicht nur ein optisches Problem, sie können überdies auch Veränderungen im Geschmack hervorrufen (TROOST, 1988). Aus diesem Grund ist es notwendig, eine Behandlung des Weines zur Entfernung bestimmter Proteinfractionen im Zuge der Weinbereitung durchzuführen. Meist wird zu diesem Zweck die Tonerde Bentonit - als Calcium-Bentonit, Mischbentonit (Natrium-Calcium-Bentonit), Natrium-Bentonit (in Österreich nur für Schaumwein zugelassen) oder Wasserstoff-Bentonit (in der EU und Österreich nicht zugelassen) - eingesetzt. Diese Tonerden können das Eiweiß im Wein binden und auf diese Art späteren Eiweißausfall und Eiweißtrübungen verhindern. Die genaue Wirkungsweise wurde schon mehrmals beschrieben (ALEX et al., 1997). In manchen Jahren kann aber eine so große Menge an Bentonit zur Eiweißstabilisierung nötig sein, dass man den gesetzlich festgelegten Grenzwert (500 g/hl bei Prädikatswein, 400 g/hl bei allen anderen Weinen) überschreiten müsste. Schon seit einiger Zeit wird über den Einsatz von Proteasen zur Eiweißstabilisierung anstelle von Bentonit nachgedacht. Proteasen können Proteine hydrolytisch spalten und zu leichter löslichen Peptiden und Aminosäuren abbauen. In der Bierproduktion werden Proteasen schon lange Zeit erfolgreich eingesetzt (WÜRDIG und WOLLER, 1989). Der Einsatz von Proteasen in der Weintechnologie war bis jetzt aus mehreren Gründen noch nicht erfolgreich. Der niedrige pH-Wert des Weines bzw. die Anwesenheit von Schwefeldioxid, Alkohol und Phenolen verringern die Enzymaktivität. Auch die üblicherweise niedrigen Kellertemperaturen stellen einen allgemeinen Hemmfaktor für erfolgreiche Enzymwendungen dar. Wenn trotz dieser Hemmnisse der Proteinabbau erfolgreich war, so war der Geschmack des Weines durch die entstehenden Peptide und Aminosäuren negativ beeinflusst. Als weiterer Grund für die geringe Wirkung von Proteasen konnte nachgewiesen werden, dass die Proteine im Wein häufig mit Kohlenhydraten einen stabilen Komplex (Glykoprotein) bilden und somit direkt nur sehr langsam abgebaut werden können. Um die Effizienz

von sauren Proteasen zu steigern, sollte daher vor deren technologischem Einsatz die Glykoproteinbindung durch Glykosidasen oder durch Anwendung von Hitze (z.B. Pasteurisierung) gespalten werden (SLATNER, 1995). Nach WÜRDIG und WOLLER (1989) wurde vorwiegend die Anwendung von saurer Protease nach einer Wärmebehandlung getestet. So gelang es mit einer sauren Protease nach Pasteurisation bei 72 °C eine Eiweißstabilität im Traubenmost zu erreichen. Bedeutende Fortschritte konnten durch die Anwendung von sauren Proteasen erzielt werden, die auch bei den niedrigen pH-Werten des Weines noch eine Aktivität aufwiesen. Die Versuche mussten aber abgebrochen werden da es bei Mitarbeitern zu allergischen Reaktionen kam (MILLIES, 1988). Ein anderes Präparat, das auch bei den niedrigen Kellertemperaturen wirksam war, machte den Wein eiweißstabil, verringerte die Haltbarkeit der Weine aber um einige Jahre, was auf die vermehrte Anwesenheit von Peptiden und Aminosäuren im Wein zurückzuführen ist (MILLIES, 1988). Auch WOJWODOVET al. (1982) konnten durch eine Weinbehandlung mit immobilisierter saurer Protease eine Verminderung der Zahl der Eiweißfraktionen erreichen, eine weitere Anwendung in der Praxis ist aber nicht bekannt.

Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob es möglich ist, Eiweißtrübungen in Weißweinen durch den (zur Zeit allerdings nicht zugelassenen) Zusatz einer sauren Protease zu verhindern. Im positiven Fall wäre es möglich, die Bentonitbehandlung zu substituieren beziehungsweise die eingesetzten Mengen zu reduzieren.

## Material und Methoden

Tabelle 1:

Grundanalysen der Ausgangsweine (V = 'Grüner Veltliner; R = 'Weißer Riesling')

	SO <sub>2</sub> frei (mg/l)	°KMW	pH	Alko- hol (%vol)	Red. Zucker (g/l)	titr. Säuren (g/l)
V	42	16,5	3,12	11,3	1,0	7,8
R	47	16,5	2,89	10,5	1,2	11,0

Tabelle 2:

Versuchsplan - Behandlung der Varianten (V = 'Grüner Veltliner', R = 'Weißer Riesling')

Varianten	V Ansatz 1	V Ansatz 2	R Ansatz 1	R Ansatz 2
Bentonitbehandlung (Kontrolle)	150g/hl im Most 50g/hl im Wein	150g/hl im Most 50g/hl im Wein	150g/hl im Most	150g/hl im Most
Glykosidase- und Proteasezusatz zum Most (Most-Glyk)	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P
Mostpasteurisierung; anschl. Proteasezusatz (Most-Past)	77 °C 30 min Vinozym P	77 °C 30 min Vinozym P	77 °C 30 min Vinozym P	77 °C 30 min Vinozym P
Glykosidase- und Proteasezusatz zum Wein (Wein-Glyk)	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P	Amyloglykosidase Vinozym P

Als Ausgangsmaterial dienten Moste der Sorte 'Grüner Veltliner' (V) bzw. 'Weißer Riesling' (R), beide Jahrgang 2001, die in der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau hergestellt wurden. Mit beiden Rebsorten wurden jeweils vier Versuchsvarianten (ca. 25 Liter) mit jeweils einer Wiederholung laut Plan (Tab. 2) angesetzt.

### Verwendete Weinbehandlungsmittel

Protease: Vinozym P (Fa. Novozymes, Dittingen, Schweiz): Laut Erzeugerkunft handelt es sich hierbei um eine hochkonzentrierte saure Protease, Typ Papain; Anwendungsmenge in allen Fällen 0,1 g/hl Most bzw. Wein.

Amyloglykosidase: Ag 300 I (Fa. Novozymes, Dittingen, CH); Anwendungsmenge in allen Fällen 4 ml/hl Most bzw. Wein.

Bentonit: NaCalit (Fa. Erbslöh, Geisenheim, D): Na-Ca-Bentonit.

### Untersuchungsmethoden

Eiweißstabilität: Die Überprüfung der Eiweißstabilität wurde mittels Wärmetest bei 60 °C über Nacht durchgeführt (HENNING und JAKOB, 1973).

Proteinanalytik: Die Bestimmung von Proteinrückständen im Wein wurde nach BRADFORD (1976) durchgeführt.

Elektrophorese: Die elektrophoretische Trennung erfolgte im Zuge einer isoelektrischen Fokussierung mit dem Phast-System (Fa. Amersham Pharmacia) nach PAAR et al. (1999). Es wurden fertige Gels der gleichen Firma, Phast Gel 3-9, für die isoelektrische Fokussierung ausgewählt. Die Elektrophoresebedingungen entsprachen dem Standardprogramm für die isoelektrische Fokussierung mit Phast-Gelen 3-9. Nach der elektrophoretischen Trennung wurden die Gele in der Färbestation mit dem Phast-System mit Silberfärbung (Fa. Amersham Pharmacia) in mehreren Schritten gefärbt.

Sensorische Analyse: Die sensorische Beurteilung erfolgte nach dem Prinzip des 5-Punkte-Schemas der DLG (HOFMANN, 1987). Folgende deskriptive Parameter wurden bewertet: Harmonie, Geruch, Farbe und Gesamteindruck. Die Kostkommission bestand aus acht amtlichen geprüften Weinkostern. Jeder Wein wurde dreimal verkostet.

### Ergebnisse und Diskussion

#### Eiweißstabilität

Mittels Wärmetest wurde in den fertigen Versuchsweinen die Eiweißstabilität überprüft bzw. der restliche Bentonitbedarf mittels Vorproben exakt ermittelt (Tab. 3).

Die Widersprüchlichkeit der Ergebnisse bei den Ansätzen der gleichen Varianten bei 'Grünem Veltliner'

Tabelle 3.:

Eiweißstabilität bzw. restlicher Bentonitbedarf nach Bedarfsermittlung mittels Wärmetest bei den Versuchswinen der Sorte 'Grüner Veltliner' (V)

Varianten	Bentonitzugabe im Most	Bentonitbedarf im Wein	Bentonitbedarf gesamt
V1 Kontrolle	150 g/hl	50 g/hl	200 g/hl
V2 Kontrolle	150 g/hl	50 g/hl	200 g/hl
V1 Most-Glyk	Keine Zugabe	150 g/hl	150 g/hl
V2 Most-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
V1 Most-Past	Keine Zugabe	150 g/hl	150 g/hl
V2 Most-Past	Keine Zugabe	150 g/hl	150 g/hl
V1 Wein-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
V2 Wein-Glyk	Keine Zugabe	100 g/hl	100 g/hl

dürfte auf Durchmischungsprobleme aufgrund der sehr geringen Zusatzmenge an saurer Protease zurückzuführen sein. Der Bentonitbedarf wurde aber durch die unterschiedlichen Behandlungen mit Proteasen in allen Fällen reduziert. Da 'Grüner Veltliner' eine der eiweißreichsten Weißweinsorten ist, dürfte es aber schwierig sein, eine vollständige Eiweißstabilität allein durch Proteaseinsatz zu erreichen. Ob durch Applikation höherer Enzymmengen eine bessere Wirkung erzielt werden kann, sollte im Rahmen weiterführender Untersuchungen geprüft werden (Tab. 3).

Der Einsatz von Proteasen zur Eiweißstabilisierung wirkte sich bei der Sorte 'Weißer Riesling' in allen Fällen positiv aus, bei den meisten Varianten konnte sogar eine Eiweißstabilität erreicht werden, da es sich beim 'Riesling' um eine eher eiweißarme Sorte handelt (Tab. 4). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Enzymfunktion sortenabhängig ist und die Einsatzmenge auf den Proteingehalt jedes Weines abgestimmt werden muss. Diese Ergebnisse werden durch WOJWODOV et al. (1982) bestätigt, die eine vollständige Eiweißstabilität von Tafelweinen der Sorte 'Weißer Dimjat' erst durch eine Enzymbehandlung ab einer Menge von 10 g/l erreichten.

Tabelle 4:

Eiweißstabilität bzw. restlicher Bentonitbedarf nach Bedarfsermittlung mittels Wärmetest bei den Versuchswinen der Sorte 'Weißer Riesling' (R)

Varianten	Bentonitzugabe im Most	Bentonitbedarf im Wein	Bentonitbedarf gesamt
R1 Kontrolle	150 g/hl	0 g/hl	150 g/hl
R2 Kontrolle	150 g/hl	0 g/hl	150 g/hl
R1 Most-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
R2 Most-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
R1 Most-Past	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
R2 Most-Past	Keine Zugabe	50 g/hl	50 g/hl
R1 Wein-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl
R2 Wein-Glyk	Keine Zugabe	0 g/hl	0 g/hl

## Proteinanalytik

Tabelle 5:

Proteingehalt (mg/l) im Wein (V = 'Grüner Veltliner'; R = 'Weißer Riesling')

Variante	V 1	V 2	R 1	R 2
Kontrolle	15,5	21,2	3,2	4,3
Most-Glyk	28,3	26,3	16,6	16,5
Most-Past	30,0	30,3	9,6	9,7
Wein-Glyk	22,3	30,2	18,3	18,0

Es ist deutlich zu erkennen, dass der Proteingehalt durch die Bentonitbehandlung in allen Fällen am meisten reduziert wurde. Die Behandlungen der Weine mit Proteasen, sowohl durch deren Einsatz im Most als auch durch deren Einsatz im Wein, konnten den Gesamtproteingehalt nicht im vergleichbaren Ausmaß verringern. Der Einsatz von Enzymen nach erfolgter Pasteurisierung führte ebenfalls zu einer deutlichen Reduzierung, was für die Wirksamkeit der Erhitzung des Mostes zur Spaltung der Kohlenhydrat-Protein-Komplexe spricht.

### Elektrophoretische Trennung der Proteine

Beim bentonitbehandelten Kontrollwein sind die Banden zwar nur schwach ausgeprägt, doch es ist deutlich zu erkennen, dass die meisten Proteine im pH-Wert-Bereich zwischen 3 und 5 fokussierten. Auch alle anderen mit Proteasen behandelten Weine zeigen ein Bandenmuster, bei dem der Großteil der Proteine im sauren Bereich fokussierte. Die Banden sind aber im Vergleich zum Kontrollwein deutlicher ausgeprägt. Zusätzlich sind Banden im Bereich zwischen den pH-Werten 7,3 und 8,6 erkennbar. Nach BARNÄ (1974) werden durch eine Bentonitschönung vorwiegend Proteine mit isoelektrischen Punkten bei pH-Werten zwischen 5,8 und 8,3 entfernt. Da sich eine Bentonitbehandlung auf die Eiweißzusammensetzung des Weines auswirkt, kann einerseits nicht behauptet werden, dass die zusätzlichen Banden im basischen Bereich von den zugesetzten Behandlungsmitteln stammen, andererseits werden diese Proteinfractionen durch den Einsatz von Proteasen auch nicht entfernt.

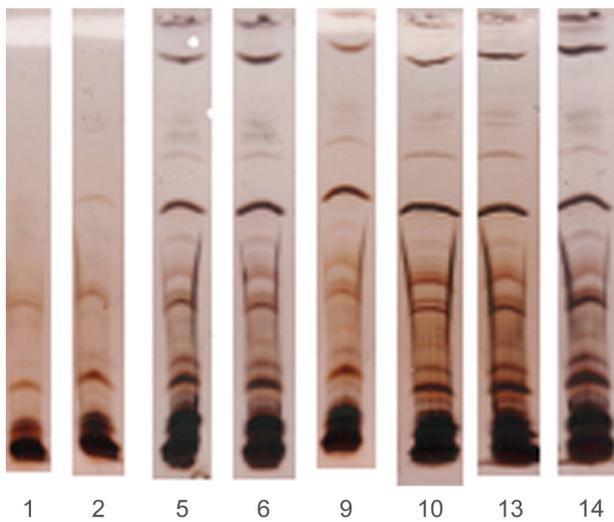


Abb. 1: Elektrophoretische Trennung der Proteine in den Weinen der Sorte 'Grüner Veltliner' (Anode unten; 1+2 = Kontrolle; 5+6 = Most-Glyk; 9+10 = Most-Past; 13+14 = Wein-Glyk)

In Abb. 1 sind die Ergebnisse der Weine der Sorte 'Grüner Veltliner' dargestellt.

Bei der Sorte 'Weißer Riesling' konnte das Eiweißmuster des bentonitbehandelten Kontrollweines mittels isoelektrischer Fokussierung nicht dargestellt werden (Abb. 2). Möglich wäre, dass die im 'Weißen Riesling' enthaltene, von vornherein geringe Proteinmenge durch

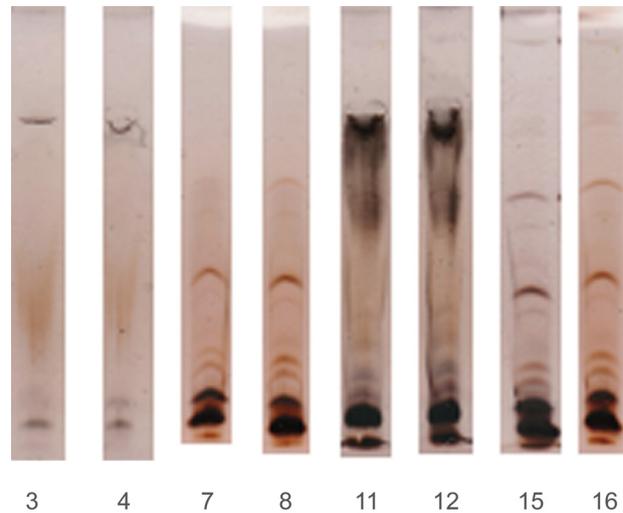


Abb. 2: Elektrophoretische Trennung der Proteine in den Weinen der Sorte 'Weißer Riesling' (Anode unten; 3+4 = Kontrolle; 7+8 = Most-Glyk; 11+12 = Most-Past; 15+16 = Wein-Glyk)

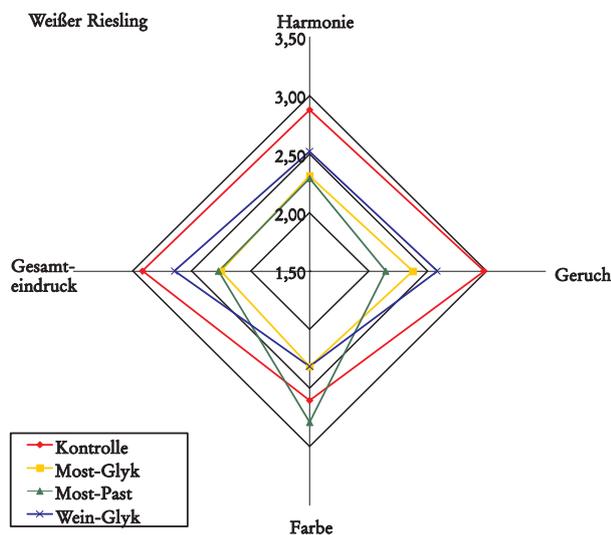
die Bentonitschönung so stark reduziert wurde, dass die restlichen Eiweißstoffe für eine elektrophoretische Trennung in zu geringer Konzentration enthalten waren (3,2 mg/l und 4,3 mg/l). Diese Annahme wird durch die Untersuchungen von GANEVA und GORINOVA (1980) unterstützt. Es wurde festgestellt, dass die Anzahl der Banden in den mit Bentonit geschönten Weinen von elf auf eine reduziert wurde. Sowohl der mit Proteasen im Most als auch der mit Proteasen im Wein behandelte Wein weisen ein gut erkennbares Bandenmuster auf, wobei keine Unterschiede zwischen den einzelnen Proben feststellbar sind. Das bedeutet, dass sich auch in diesem Fall der Einsatz von Proteasen nicht beziehungsweise nicht im gleichen Ausmaß wie die Bentonitbehandlung auf das Eiweißmuster auswirkt. Bei dem Wein, der als Most pasteurisiert und dann mit Proteasen behandelt wurde, konnte trotz mehrfacher Analyse auf Grund eines zu geringen Proteingehaltes (9,6 mg/l und 9,7 mg/l), wahrscheinlich hervorgerufen durch die Proteasebehandlung, keine klare Trennung erreicht werden.

### Sensorische Analyse

Die Ergebnisse der sensorischen Analyse des 'Grünen Veltliners' wiesen zu starke Schwankungen auf und waren nicht reproduzierbar, sodass sie nicht dargestellt werden konnten. Hingegen sind die Ergebnisse der de-

skriptiven sensorischen Beurteilung der 'Riesling'-Weine in Abbildung 3 dargestellt. Bei dieser Sorte ist deutlich zu erkennen, dass der bentonitbehandelte Kontrollwein am besten bewertet wurde. Bei der Beurteilung der Farbe erhielt allerdings der proteasebehandelte Wein, mit dem eine Mostpasteurisierung durchgeführt wurde, die meisten Punkte. Das ist darauf zurückzuführen, dass durch die Hitze Oxidationsenzyme inaktiviert werden, was sich günstig auf die Farbe auswirkt. Das sensorische Profil wurde durch den Einsatz der Proteasen sowohl im Most als auch im Wein negativ beeinflusst.

Abb. 3: Sensorische Profile der Weine der Sorte 'Weißer Riesling'



Die verschiedenen Untersuchungen über die Verwendung von Proteasen zur Eiweißstabilisierung von Wein sind zwar vielversprechend, aber noch nicht ganz praxisgerecht. In neuen Versuchen ist es nötig, nach Verbesserungen zu suchen, also weitere Enzympräparate zu testen und deren Einsatz eventuell mit Erhitzung auf verschiedene Temperaturen der Proben zu kombinieren, um die Wirkungsweise der Enzyme bei deren Temperaturoptimum zu verbessern.

Da es Hinweise darauf gibt, dass der Proteingehalt des Weines nach dessen Erhitzung in Abhängigkeit vom Gehalt an SO<sub>2</sub> im Wein verringert wird (POCOCK et al.,

2003), sollte dieser Faktor in neuerlichen Untersuchungen berücksichtigt werden.

## Literatur

- ALEX, T., AMADÓ, R., BILL, R. und OETTLI, M. 1997: Schönung mit Bentoniten und ihre Metallabgabe an den Wein. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 133: 395-397
- AMERSHAM (1994a): Phast gel silver kit, instruction manual, table 1. - Uppsala: Amersham Pharmacia Biotech, 1999
- AMERSHAM (1994b): IEF and electrophoresis titration curve analysis. Phast system separation technique file No.100, table 1. - Uppsala: Amersham Pharmacia Biotech, 1999
- BARNA, J. 1974: Untersuchungen über die Ladungseigenschaften der Weinproteine. Mitt. Klosterneuburg 24: 413-418
- BRADFORD, M.M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantification of microgramm utilizing the principle of protein dye binding. Anal. Biochem. 72, 248-254; zitiert in: Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. and Nury, F.S. (1994): Wine analysis and production. - New York: Chapman and Hall, 1976
- GANEVA, Z. und GORINOVA, N. 1980: Untersuchungen über die eiweißstabilisierende Wirkung von Bentoniten. Mitt. Klosterneuburg 30: 70-73
- HENNING, K. und JAKOB, L. (1973): Untersuchungsmethoden für Wein und ähnliche Getränke. - Stuttgart: Ulmer, 1973
- HOFMANN, A. (1987): Weine verstehen und beurteilen. - Stuttgart: Ulmer, 1987
- MILLIES, K.D. 1988: Enzyme und ihr Einsatz bei der Weinbereitung. Weinwirtschaft-Technik (12): 8-12
- PAAR, E., DOUBEK, S. und EDER, R. 1999: Differenzierung von Weißweinsorten mittels isoelektrischer Fokussierung. Mitt. Klosterneuburg 49: 176-185
- POCOCK, K.F., HOJ, P.B., ADAMS, K.S., KWIAKOWSKI, M.J. and WATERS, E.J. 2003: Combined heat and proteolytic enzyme treatment of white wines reduces haze forming protein content without detrimental effect. Austral. J. Grape Wine Res. 9(1): 56-63
- SLATNER, M. (1995): Results of investigations on removal of proteins of white wines by means of new adsorbent agents. - Wien: Diplomarbeit Univ. Bodenkultur, 1995
- TROOST, G. (1988): Technologie des Weines. 6. Aufl. - Stuttgart: Ulmer, 1988
- WOIWODOV, K., GALUNSKY, B., DJANKOV, S., GORINOVA, N. und TZAKOV, D. 1982: Immobilisierte saure Protease zur Eiweißstabilisierung von Weinen. Mitt. Klosterneuburg 32: 117-120
- WÜRDIG, G. und WOLLER, R. (1989): Chemie des Weines. - Stuttgart: Ulmer, 1989

Manuskript eingelangt am 1. Juni 2003