Vitis 34 (3), 185–188 (1995)

# Änderungen des Aminosäurengehaltes während der Schaumweinbildung

von

F. MALÍK, J. ŠAJBIDOR, VIOLA BUCHTOVÁ UND E. MINÁRIK

Chemisch-technologische Fakultät der Slowakischen Technischen Universität Bratislava, Slowak. Republik

Zusammenfassung: Die Änderung des Aminosäurengehaltes in Sektproben wurde 2, 12 und 24 Monate nach Beginn der Flaschengärung untersucht. Zum Start der sekundären Gärung wurden zwei ethanoltolerante *Saccharomyces cerevisiae* - Stämme und drei aktive Trockenhefepräparate verwendet. Nach zwei Monaten konnte ein Konzentrationsrückgang des Großteils der Aminosäuren festgestellt worden. Nur Phenylalanin und Histidin hatten zugenommen. Nach 12 Monaten war die Konzentration von Serin, Glycin, Alanin und Valin herabgesetzt, Prolin dagegen angereichert, ebenso wie Leucin und Histidin. Nach zwei Jahren war der Gehalt an Thyrosin, Histidin und Lysin, Leucin und Isoleucin erhöht, während eine Tendenz zur Verringerung der Konzentration von Prolin, Valin und Arginin registriert wurde. Die essentielle Aminosäure Methionin war nach 24 Monaten in allen Sektproben verbraucht.

## Changes of the amounts of amino acids during sparkling wine production

Summary: Changes of the amino acid content after 2, 12 and 24 months in sparkling wine samples have been investigated. Two liquid and three active dry wine yeast preparations of *Saccharomyces cerevisiae* strains were used for the secondary fermentation. After two months a decrease of most amino acids was observed, only the histidine content was increased. The concentration of serine, glycine, alanine and valine decreased after 12 months. In this phase, on the other hand, the proline, leucine and histidine contents increased. After two years the content of thyrosine, histidine and lysine as well as leucine and isoleucine in sparkling wines raised, while proline, valine and asparagine showed a decrease compared with the initial concentrations. The essential amino acid methionine was utilized in all sparkling wine samples after 24 months.

Key words: amino acid, secondary fermentation, sparkling wine.

## Einleitung

Die sekundäre Gärung des Weines und die nachfolgenden Prozesse beeinflussen markant die Qualität und die chemische Zusammensetzung des Schaumweines. Nach Beendigung der Gärung liegt der Schaumwein einige Monate auf der Hefe. Die minimale Dauer des Prozesses der Sektbildung wird z.B. in Deutschland mit 6 Monaten (Tankgärverfahren) und 9 Monaten (Flaschengärverfahren) angegeben (WÜRDIG und WOLLER 1989). Die minimale Lagerdauer für Schaumweine ohne Jahrgangsangabe beträgt ein Jahr, bei Schaumweinen mit Jahrgangsangabe (millésime) bis drei Jahre (STEVENSON 1991).

Mit dem Einfluß des Hefekontaktes auf die Schaumweinzusammensetzung und -qualität befassen sich mehrere Arbeiten (FEUILLAT 1985, FUMI *et al.* 1987). Veränderungen von Stickstoffsubstanzen, Kolloiden und flüchtigen Verbindungen wurden untersucht (BERGNER 1968; DIETRICH und ZIMMER 1989).

Freie Aminosäuren im Wein bilden einen Anteil von 20-30 % des Gesamtstickstoffgehaltes. FEUILLAT und CHARPENTIER (1982) untersuchten zwei Veränderungsphasen freier Aminosäuren im Sekt. In der ersten Phase kommt es zu einer Assimilierung freier Aminosäuren durch Hefen. Zur Abtötung und Autolyse kommt es einige Monate nach Beginn der sekundären Gärung (SPETTOLI und ZAMORANI 1982). LEROY *et al.* (1990) untersuchten den Einfluß der Kontaktdauer mit der Hefe auf die Zusammensetzung und den Prozeß der Sektbildung über mehrere Jahre. Die Autolyse der Hefe war charakteristisch für die Herabsetzung der Trockensubstanz, der Proteine und Nukleinsäuren in der Hefebiomasse. Gleichzeitig stieg der Gehalt an Stickstoffsubstanzen (Aminosäuren, Nukleosäuren bzw. Nukleotiden) in den Schaumweinen. Die Ergebnisse erklären sich durch die Freisetzung der Aminosäuren aus den Zellen durch lytische Enzyme während der Autolyse.

Der Konzentrationsanstieg der Aminosäuren wurde von anderen Autoren bestritten. MARGHERI *et al.* (1984) untersuchten den Gehalt freier Aminosäuren in zwei Sektchargen mit verschiedenen Hefezusätzen. Nach dreimonatigem Kontakt mit der Hefe fanden sie nach der Autolyse der Hefeproteinsubstanzen keine Unterschiede. POSTEL und ZIEGLER (1991) verfolgten chemische Veränderungen in Schaumwein, hergestellt durch das klassische Flaschengär- und Tankgärverfahren während 12 monatigem Hefekontakt. Zu Beginn der sekundären Gärung sank die Summe stickstoffhaltiger Substanzen durch Hefeaufnahme. Im Verlauf des Hefekontaktes wurde ein Anstieg der Aminosäuren verzeichnet. Bei dem Flaschengär- und Transvasierverfahren wurde der Gehalt der Ausgangscoupage erreicht und auch überschritten. Bei dem Tankgärverfahren wurde das ursprüngliche Niveau jedoch nicht erreicht. Das Verhalten

Korrespondenz an: Dr. F. MALÍK und Dr. E. MINÁRIK, Slowakische Technische Universität, Chemisch-technologische Fakultät, Radlinského 9, SK-81237 Bratislava, Slowakische Republik.

einzelner Aminosäuren war dabei verschieden, ebenso die Konzentration flüchtiger Substanzen, vor allem die Esterkonzentration (Ethylacetat und Diethylsuccinat). Im Verhalten flüchtiger Substanzen konnten zwischen den drei Technologien keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden.

COLAGRANDE *et al.* (1984) bestimmten die Zusammensetzung der Aminosäuren in durch folgende Methoden hergestellten Sekten: Tankgärverfahren, klassische Flaschengärung und Tankgärverfahren (Charmat) kombiniert mit Erhitzung (72 h, 42 °C) in Anwesenheit von Hefe. Sie stellten fest, daß Schaumweine, hergestellt durch klassische Flaschengärung mit zweijährigem Hefekontakt, einen höheren Gehalt an Alanin, Valin, Tryptophan und Histidin, und eine niedrigere Konzentration von Asparagin, Prolin und Isoleucin nachweisen als solche aus Tankgärung. Wärmebehandelte Schaumweine hatten höhere Asparagin- und Glutaminsäure-, Glycin-, Valin-, Phenylalanin-, Leucin- und Lysin-Werte, und niedrigere Alanin- und Tryptophan-Werte. Beim Vergleich des Flaschengärverfahrens und der Charmat-Methode wurden keine signifikanten Unterschiede verzeichnet.

SUAREZ *et al.* (1979) bestätigten, daß es zu wesentlichen Substanztransformationen bei der klassischen Methode während der ersten drei Monate kommt. Der Alkohol- und Glycerolgehalt wird erhöht, die Konzentration des Gesamstickstoffes, des Restextraktes und des Aschegehaltes wurde herabgesetzt. Während der Gärung in den ersten drei Monaten verbrauchten die Hefen den Großteil freier Aminosäuren des Weines. Am meisten wurden Asparagin- und Glutaminsäure, Alanin, Leucin, Lysin und Arginin aufgenommen. Prolin, Glycin und Ornithin wurden nicht aufgenommen. Nach fünfzehn Monaten war der Aminosäuregehalt erhöht, vor allem bewtraf dies Asparaginsäure, Threonin, Glycin, Alanin, Ornithin und Lysin. Dies hängt mit der Hefeautolyse zusammen. Nach 43-monatiger Reifung war der Gehalt an freien Aminosäuren mindestens so hoch wie in der Ausgangscoupage. Nach 15 Monaten und später wiesen die Hefen bereits keine Gäraktivität mehr auf. Durch Aufsteckung, Verlegung und Rütteln der Flaschen auf den Rüttelpulten wurde die Zusammensetzung des Weines nicht mehr verändert, woraus folgt, daß hierdurch der Prozeß der Autolyse nicht beschleunigt wird.

Neben der wichtigen Funktion als Hefesubstrat sind die Aminosäuren auch Prekursoren aromatischer Verbindungen. LOYAUX *et al.* (1981) stellten in mehrere Jahre alten Sekten die Anwesenheit von Aromaverbindungen fest: Dimethyl-4,5-tetrahydrofuran-2,3-dion und Vitispiran, die aus Threonin und Methionin entstanden sind. Sie wiesen auch die Anwesenheit von Ethoxy-5-butyrolacton, Produkt des Glutaminsäure-Stoffwechsels, nach.

## Material und Methoden

Verwendete Mikroorganismen: Im Verlauf der Versuche arbeiteten wir mit zwei alkoholtoleranten Weinhefestämmen (*Saccharomyces cerevisiae* IO-Rača 1 und *S.cerevisiae* FV 3) und mit drei Trockenhefepräparaten (Seccoferm, Uvaferm K2 und Uvaferm B1).

Eigenschaften der Hefen: *S. cerevisiae* IO-Rača 1 - ein Isolat aus gärendem Irsay Oliver-Wein (Vinoprodukt Bratislava - Rača). Ein alkoholtoleranter, tiefdurchgärender Stamm mit guten Agglutinationseigenschaften, der für die Sektherstellung geeignet ist. Der Stamm wurde an der Chemisch-technologischen Fakultät der Slowakischen Technischen Universität in Bratislava von MALÍK und VOLLEK isoliert.

*S. cerevisiae* FV 3 - ein Isolat aus einem Hefedepot im Weinbaugebeit der Kleinen Karpaten (Schulgut der SVOŠ in Modra, 1993). Der Stamm hat ausgezeichnete komplexe biotechnologische Eigenschaften und wird vor allem bei der Sektherstellung verwendet (MALÍK *et al.* 1985). Isoliert wurde der Stamm von MALÍK und VOLLEK.

Seccoferm (Erbslöh, Geisenheim, BRD) – ein Trockenhefepräparat *S. bayanus* LW 187-50, das für die sekundäre Weingärung bestimmt ist.

Uvaferm K2 (Danstar Ferment AG, Schweiz) – Trockenhefepräparat *S. cerevisiae*, Stamm Bratislava 1, geeignet für sekundäre Gärungen, isoliert von MINÁRIK, Hefesammlung RIVE 28, KVÚVV Bratislava.

Verwendetes Material: Die Vermehrung beider *S. cerevisiae* Stämme erfolgte mit einem Rotations-Schüttelapparat in sterilem YD-Flüssigmedium (10 g Hefeextrakt, 20 g Glucose, 1000 ml $H_2O$). Die darauffolgende Vermehrung der gewonnenen Biomasse erfolgte im Laborfermentor LF 2 (VΩvojové dílny CSAV, Praha) in verdünntem konzentriertem Traubenmost (reduzierende Zucker 210 g/l, freie $SO_2$ 3,2 mg/l, Gesamt-$SO_2$ 56,3 mg/l, Gesamtsäure 7,1 g/l, pH 3,5). Die Trockenhefe wurde 15-20 min in wässrigem Milieu revitalisiert.

Die experimentelle Sektherstellung durch das klassische Flaschengärverfahren erfolgte Anfang 1993 unter Halbbetriebsbedingungen im Schulgut SVOŠ in Modra. 400 Flaschen der Coupage mit folgender Zusammensetzung wurden beimpft:

| Coupage Rheinriesling | |
|---|---|
| Reduzierende Zucker | 5,9 g/l |
| Alkohol | 11,0 Vol.% |
| $SO_2$ frei | 14,4 mg/l |
| $SO_2$ gesamt | 48,3 mg/l |
| Gesamtsäure | 7,9 g/l |

Die Coupage wurde mit 24 g/l Saccharose versehen, in 0,75 Liter Dickwandflaschen dosiert, mit Hefen ($10^7$ Zellen/ml) beimpft und mit Kronenverschluß versehen.

Bestimmung freier Aminosäuren: Freie Aminosäuren wurden mit dem AAA T 339 Gerät (Mikrotechna Praha) bestimmt. Bei dieser Methode wird die Verteilungschromatographie im Ionenaustauscher OSTION LS ANB verwendet, wobei die Polarität teilender Komponenten am erwähnten Träger mit der Methode nach SPACKMAN, MOOR und STEIN angewandt wird (PRÍBELA 1987).

## Ergebnisse und Diskussion

Die Tabelle enthält die Aminosäuren der Rheinriesling-Coupage und Veränderungen im Sekt 2, 12 und 24 Monate nach Beginn der sekundären Gärung. Die Konzentration im Grundwein, die von einer Reihe Züchtungs- und technologischer Faktoren abhängig ist, liegt zwischen 1,3 mg/l (Isoleucin) und 962,0 mg/l (Prolin). Die hohe Prolin-Konzentration wundert nicht, dies ist allgemein bekannt. Die essentiellen Aminosäuren im Grundwein, Valin, Lysin, Phenylalanin, und die nicht essentiellen Alanin, Asparagin, Glutaminsäure, Histidin, Arginin und Glycin, liegen im Bereich 10-30 mg/l.

Die erste Probenahme erfolgte 2 Monate nach Beginn der sekundären Gärung. Es konnte analytisch festgestellt werden, daß die Gärung beendet war (Restzucker 0,7 bis 1,5 g/l). Es überrascht nicht, daß allgemein bei allen Hefestämmen ein Rückgang der Konzentration der meisten Aminosäuren zu verzeichnen war. Ein bedeutendes Konzentrationsgefälle wurde bei Prolin, Asparaginsäure, Threonin, Serin, Glutaminsäure, Alanin, Valin, Methionin, Leucin, Lysin und Arginin festgestellt. Die Konzentration von Isoleucin variierte und die von Phenylalanin und Histidin stieg an. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß es zur Synthese dieser Aminosäuren während der aktivsten Gärphase kommt (BERGNER und HALLER 1969).

Aus chemisch-technologischer Sicht ist es schwer, die Situation, die nach der Vergärung des gegebenen Substrats entsteht, zu charakterisieren. Der Schaumwein wird in dieser Phase einerseits durch das dynamische, chemische Milieu und andererseits durch das stabilisierende, mikrobiologische Milieu charakterisiert. Die chemischen Bestandteile des Weines, die freien Aminosäuren nicht ausgenommen, sind an der Bukettbildung beteiligt. Es kommt zu Esterifikations-Reaktionen, die die Konzentration der Aminosäuren differenziert in den experimentellen Sekten herabsetzen. Das Medium kann jedoch zu dieser Zeit auch durch Zersetzungsprozesse komplizierter Stickstoffsubstanzen mit Aminosäuren angereichert werden.

Beobachtungen der mikrobiologischen Vorgänge in den Schaumweinen bestätigten, daß es zu einer teilweisen Hefezellenautolyse kommt. Das Verhalten einzelner Aminosäuren ist in dieser Sektlagerungsphase über der Hefe sehr verschieden. Davon werden wir letzlich durch ihre Konzentration in den Proben 12 Monate nach Beginn des Versuches überzeugt.

Die Konzentration von Serin, Glycin,Alanin und teilweise auch Valin ist 12 Monate nach Beimpfung des Weines mit Hefen verringert. Das Konzentrationsgefälle konnte mit Ausnahme der Varianten "Seccoferm" und "FV 3" auch bei Thyrosin und Phenylalanin beobachtet werden. Gegenüber der Ausgangskonzentration sinkt auch die Konzentration von Threonin, das "Verhalten" von Leucin und Lysin ist widersprüchlich. Der Gehalt an Prolin wird in dieser Produktionsphase wieder erhöht. In einigen Fällen ist seine Konzentration sogar höher als in der Ausgangscoupage. Auch bei Leucin und Histidin wurde im Vergleich zur Ausgangskonzentration eine Steigerung verzeichnet. Im Gegensatz zur Beobachtung im 2. Monat wurden die Gehalte von Asparagin- und Glutaminsäure, Methionin und Arginin erhöht; ihre Konzentration überschreitet jedoch nicht den Ausgangswert.

Nach 12 Monaten kommt es im Sekt zu einer spontanen Hefeautolyse. In das Extraktmilieu des Sektes werden Zellinhalte freigesetzt, der Wein wird mit stickstoffhalti-

Tabelle

Aminosäurengehalt in Schaumwein: 2 (**A**), 12 (**B**) und 24 (**C**) Monate nach Beginn des Versuches. **RR**: Rheinriesling; **AS**: Aminosäure; **0**: Coupage; NA: nicht auszuwerten

Amino acids contents in sparkling wine samples after 2 (**A**), 12 (**B**) and 24 (**C**) months after the beginning of the experiments. **RR**: Rheinriesling; **AS**: amino acid; **0**: coupage; NA: not estimated

| Weinhefestämme | RR | IO - RAČA 1 | | | FV 3 | | | SECCOFERM | | | UV K2 | | | UV B1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AS (mg/L) | 0 | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Asparaginsäure | 23.5 | 8.1 | 15.0 | 20.2 | 12.6 | 16.8 | 19.4 | 12.7 | 17.2 | 18.3 | 12.2 | 16.5 | 18.1 | 12.2 | 16.0 | 20.5 |
| Threonin | 4.7 | 0.2 | NA | NA | 0.4 | NA | NA | 1.0 | 2.0 | 3.1 | 0.7 | 1.4 | 2.4 | 0.9 | 1.1 | 3.5 |
| Serin | 11.1 | 2.1 | 2.0 | NA | 3.8 | 1.8 | 2.4 | 6.7 | 5.1 | 6.5 | 4.9 | 4.4 | 4.3 | 5.8 | 3.5 | 3.5 |
| Glutaminsäure | 22.1 | 6.2 | 7.3 | 8.1 | 4.7 | 8.6 | 8.7 | 12.8 | 16.1 | 19.0 | 1.0 | 13.3 | 15.1 | 11.6 | 11.8 | 12.6 |
| Prolin | 962.0 | 332.9 | 962.3 | 831.9 | 325.3 | 1001 | 772.1 | 330.6 | 930.2 | 895.8 | 349.4 | 881.7 | 790.1 | 341.5 | 972.6 | 896.6 |
| Glycin | 10.3 | 8.7 | 3.0 | 10.2 | 9.6 | 5.4 | 10.2 | 9.5 | 4.8 | 11.7 | 10.0 | 5.8 | 10.3 | 10.0 | 4.9 | 13.1 |
| Alanin | 31.5 | 10.9 | 6.7 | 13.0 | 18.6 | 6.9 | 17.8 | 20.2 | 19.6 | 26.7 | 17.0 | 15.5 | 23.2 | 20.8 | 12.8 | 26.6 |
| Valin | 19.8 | 11.4 | 11.0 | 8.8 | 12.2 | 12.0 | 9.2 | 13.2 | 12.4 | 10.9 | 12.1 | 11.4 | 9.1 | 13.8 | 12.1 | 10.4 |
| Methionin | 2.7 | NA | 2.7 | NA | NA | 2.0 | NA | 0.4 | 1.5 | NA | NA | 1.1 | NA | 0.4 | 2.6 | NA |
| Isoleucin | 1.3 | 0.5 | NA | NA | 1.7 | NA | NA | 1.2 | 4.3 | 2.8 | 2.5 | 1.5 | NA | 2.8 | 2.1 | 2.9 |
| Leucin | 4.5 | 1.4 | 4.9 | 4.5 | 1.0 | 5.1 | 5.1 | 3.2 | 12.4 | 8.0 | 1.8 | 7.7 | 6.2 | 2.5 | 6.6 | 4.9 |
| Thyrosin | 8.9 | 8.3 | NA | 29.5 | 8.3 | 14.9 | 30.2 | 8.9 | 14.9 | 36.7 | 8.6 | NA | 23.3 | 6.6 | NA | 30.4 |
| Phenylalanin | 30.4 | 33.8 | NA | 33.3 | 35.8 | 27.4 | 33.0 | 36.0 | 32.3 | 35.6 | 35.8 | NA | 33.2 | 43.4 | NA | 32.3 |
| Histidin | 17.2 | 25.6 | 27.4 | 24.7 | 22.7 | 27.5 | 22.6 | 26.1 | 27.3 | 25.3 | 25.2 | 26.3 | 24.9 | 25.2 | 27.8 | 21.8 |
| Lysin | 11.7 | 4.6 | 8.2 | 17.5 | 9.0 | 7.5 | 11.8 | 10.1 | 19.1 | 16.3 | 6.3 | 12.4 | 15.4 | 10.2 | 11.5 | 11.9 |
| Arginin | 18.5 | 3.6 | 5.4 | 4.2 | 3.6 | 3.7 | 6.4 | 8.6 | 9.7 | 8.9 | 3.8 | 5.7 | 4.4 | 8.6 | 8.9 | 6.9 |

gen Substanzen, Aminosäuren inbegriffen, angereichert (CHARPENTIER und FEUILLAT 1993), von denen viele zur Bukettbildung beitragen. Vergleichen wir die Ausgangskonzentration einiger Aminosäuren mit deren Gehalt nach 24-monatigem Experiment, stellen wir fest, daß die Medien an Thyrosin, Lysin, aber auch an Leucin und Phenylalanin, angereichert werden. In Vergleich zu den Beobachtungen nach 12 Monaten ist ein leichter Anstieg des Gehaltes an Asparagin- und Glutaminsäure, Alanin und meist auch Threonin und Serin (jedoch unterhalb des Ausgangwertes) zu beobachten. Eine Tendenz zu niedrigeren Gehalten imVergleich zur Ausgangskonzentration wurde bei Prolin, Valin und Arginin beobachtet. Die essentielle Aminosäure Methionin mit der S-$CH_3$-Gruppe war praktisch in allen Proben nach 24 Monaten verbraucht.

## Literatur


BERGNER, K. G.; 1968: Les amino-acides dans les vins mousseux et leurs variations en fonctions des procédés de fabrication. Bull. O.I.V. **41**, 181-197.

– –; HALLER, H. E.; 1969: Das Verhalten der freien Aminosäuren von Weißweinen im Verlauf der Gärung, bei Ausbau, Lagerung und Umgärung. Mitt. Klosterneuburg **19**, 264-288.

CHARPENTIER, C.; FEUILLAT, M.; 1993: Yeast Autolysis. In: GRAHAM H.FLEET (Ed.): Wine Microbiology and Biotechnology, 225-242. Chur. Harwood Academic Publishers,

COLAGRANDE, O.; SILVA, A.; CASOLI, A.; 1984: Acides aminés dans les vins mousseux. Conn.Vigne Vin **18**, 27-48.

DIETRICH, H. H.; ZIMMER, E.; 1989: Die Kolloidbestimmung von Weinen im Methodenvergleich. Wein-Wiss. **44**, 13-19.

FEUILLAT, M.; 1985: Alcune caratteristiche del metodo classico di elaborazione degli spumanti. Enotecnico **21**, 475-484.

– –; CHARPENTIER,C.; 1982: Autolysis of yeast in Champagne. Amer. J. Enol.Viticult. **33**, 6-13.

FUMI, M. D.; TRIOLI, G.; SILVA, A.; FAORO, F.; 1987: Autolisi di *S.cerevisiae* in vini spumantizzati in bottiglia: uno studio biochimico ultrastrutturale. Ind. Bevande, **16**, 340-344.

LEROY, M. J.; CHARPENTIER, M.; DETEURTRE, B.; FEUILLAT, M.; CHARPENTIER, C.; 1990: Yeast autolysis during Champagne aging. Amer. J. Enol.Viticult. **41**, 21-28.

LOYAUX, D.; ROGER, SYILVIANE.; ADDA, J.; 1981: The evolution of champagne volatiles during ageing. J. Sci. Food Agricult. **32**, 1254-1258.

MALÍK, F.; VOLLEK, V.; HRONÈEK, J.; MORVAYOVÁ, E.; 1985: Biotechnologische Eigenschaften der Hefe, isoliert für den Bedarf der sekundären Weingärung. Teil I. Autoselektionseffekt, Isolation und Identifizierung der Weinhefe. [Slow.] Kvas. Prùm. **35**, 141-147.

MARGHERI, G.; VERSINI, G.; GIANOTTI, L.; 1984: Die Veränderungen der freien Aminosäuren und der flüchtigen Verbindungen der Qualitätssekte des Trentino im Laufe ihrer Herstellung. 7. Intern. Önol. Symp. Roma, 285-300.

POSTEL, W.; ZIEGLER, L.; 1991: Influence of the duration of yeast contact and of the manufacturing process on the composition and quality of sparkling wines. I. General constituents. Wein-Wiss. **46**, 21-25.

PRÍBELA, A.; 1987: Lebensmittelanalyse. [Slow.] ES SVŠT, Bratislava.

SPETTOLI, P.; ZAMORANI, A.; 1982: Gli alcoli superiori e gli aminoacidi liberi nella sumantizzazione in bottiglia dei vini. Tecnol. Aliment. **5**, 21-25.

STEVENSON, T.; 1991: Sotheby's World Wine Encyklopedia. Dorling Kindersley London, New York, Stuttgart.

SUAREZ, M.A.; POLO, M. C.; LLAGUNO, C.; 1979: Étude de la composition de vins mousseux pendant la prise de mousseux au cours du vieillissement en bouteilles. Conn.Vigne Vin **13**, 199-217.

WÜRDIG, G.; WOLLER, R.; 1989: Chemie des Weines. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.


*Eingegangen: 12. April 1995*