

Einfluss von Traubenfäulnis und Schönungsmitteln auf Gehalte biogener Amine in Mosten und Weinen

REINHARD EDER, WALTER BRANDES und ELISABETH PAAR

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

Aus gesundem und gefaultem Lesegut von 26 Rebsorten wurden Moste und Weine hergestellt und die Gehalte an biogenen Aminen mittels RP-HPLC nach Vorsäulenderivatisierung mit o-phtaldialdehyd (OPA) analysiert. Sowohl bei Weißwein- wie auch Rotweinsorten war der Gesamtamingehalt in den Produkten aus gefaultem Lesegut deutlich höher als in denen aus gesundem. Die höheren Gesamtamingehalte waren vorwiegend auf Isopentylamin und Phenylethylamin zurückzuführen, während die Gehalte der anderen biogenen Amine nur geringe Zunahmen zeigten. Grundsätzlich waren die Histamingehalte als eher niedrig einzustufen (Maximalwert: 5,89 mg/l). Die Wirkung von Weinbehandlungsmitteln ist nicht einheitlich, sondern von Art und Konzentration des biogenen Amins abhängig. Insbesondere beim Histamin, aber auch bei Putrescin, Cadaverin, 2-Methylbutylamin und Isopentylamin war erst bei höheren Aminkonzentrationen eine nennenswerte Substanzverminderung (27 bis 47 %) infolge einer Bentonitschönung feststellbar. Bei der Untersuchung von 22 handelsüblichen Prädikatsweinen wurde eine Zunahme der Gesamtamingehalte mit steigendem Mostgewicht festgestellt. Auch hier waren die höheren Gehalte hauptsächlich auf einen Anstieg der Phenylethylamin- und Isopentylaminkonzentrationen zurückzuführen. Auf Grund vorliegender Ergebnisse wird die Verwendung von Isopentylamin (≥ 10 mg/l) und Phenylethylamin (≥ 5 mg/l) als Indikatortsubstanzen zum Nachweis der Verwendung von sauerfaulem Lesegut empfohlen.

Schlagwörter: Wein, Traubenfäule, Bentonitschönung, Kohleschönung, biogene Amine, Histamin, Isopentylamin, Phenylethylamin

Influence of grape rot and fining agents on the contents of biogenic amines in musts and wines. Musts and wines were produced from sound and rotten grape material from 26 grape cultivars, and their contents of biogenic amines were analysed by means of RP-HPLC after precolumn derivatisation with o-phtaldialdehyd (OPA). Total amines were significantly higher in the products from rotten grape material both with white and red wine cultivars. Higher total amines were mainly due to isopentylamine and phenylethylamine, whereas contents of other biogenic amines only increased slightly. Histamine contents generally could be rated as rather low (maximum value: 5.89 mg/l). There were no uniform effects of the fining agents, but they depended on type and concentration of the biogenic amine. Especially for histamine, but also for putrescine, cadaverine, 2-methylbutylamine and isopentylamine a bentonite fining caused a distinctive reduction (27 to 47 %) only with higher amine concentrations. Analyses of 22 wines of higher predicate available on the market showed an increase in total amines with increasing must weight. With these wines the higher amine contents also were caused by increased concentrations of phenylethylamine and isopentylamine. Therefore employment of isopentylamine (≥ 10 mg/l) and phenylethylamine (≥ 5 mg/l) as indicating substances for the processing of grape material affected by sour rot can be recommended.

Key words: Wine, grape rot, bentonite fining, carbon fining, biogenic amines, histamine, isopentylamine, phenylethylamine

L'influence de la pourriture des raisins et des agents de collage sur les teneurs de moûts et de vins en amines biogènes. Des moûts et des vins ont été produits à partir de la vendange saine et pourrie de 26 cépages, et les teneurs en amines biogènes ont été analysées par voie de RP-HPLC après dérivatisation précolonne à l'OPA. Tant pour les cépages rouges que pour les cépages blancs, les amines totales des produits issus de cépages pourris étaient significativement plus élevées que celles des produits issus de cépages sains. Les valeurs plus élevées des amines totales étaient

principalement dues à l'isopentylamine et la phényléthylamine, tandis que les valeurs des autres amines biogènes n'affichaient que de faibles augmentations. En principe, les teneurs en histamine ont dû être considérées comme plutôt basses (valeur maximale : 5,89 mg/l). L'effet des moyens de traitement du vin n'est pas uniforme, mais dépend du genre et de la concentration de l'amine biogène. Pour l'histamine notamment, mais aussi pour la putrescine, la cadavérine, la 2-méthylbutylamine et l'isopentylamine, on a pu constater une diminution significative de la substance (de 27 à 47 %) suite à un collage à la bentonite. Lors de l'examen de 22 vins classés selon le classement qualitatif autrichien («Prädikatsweine») en vente dans le commerce, on a constaté que les teneurs en amines totales augmentaient parallèlement à l'augmentation de la densité du moût. Là aussi, les teneurs plus élevées étaient principalement dues à l'augmentation des concentrations de phényléthylamine et d'isopentylamine. Sur la base des résultats obtenus, l'utilisation d'isopentylamine (≥ 10 mg/l) et de phényléthylamine (≥ 5 mg/l) en tant que substances indicatrices est recommandée pour prouver l'utilisation de vendange pourrie acide.

Mots clés : vin, pourriture de la grappe, collage à la bentonite, collage au charbon, amines biogènes, histamine, isopentylamine, phényléthylamine

Biogene Amine sind in niedrigen Konzentrationen (Milligramm pro Liter bzw. Kilogramm) natürliche Inhaltsstoffe von verschiedenen Lebensmitteln, wie beispielsweise Käse, Fisch, Sauerkraut, Rohwürsten, Orangen, Himbeeren, Avocado, Tomaten und Spinat (MAXA und BRANDES, 1993; HUPF und JUGEL, 1992). Die hauptsächliche Entstehungsursache ist die Decarboxylierung von Aminosäuren, so wird beispielsweise das bekannteste biogene Amin Histamin aus der Aminosäure Histidin gebildet (MAYER und PAUSE, 1968; SOULFEROS et al., 1998; WOIDICH et al., 1980). Weitere mögliche Bildungswege sind die Aminierung von Aldehyden und Ketonen durch Transaminasen und der enzymatische Abbau anderer stickstoffhaltiger Substanzen als Aminosäuren (SCHOLTEN und FRIEDRICH, 1998; TORREA and ANCIN, 2002).

Im Zuge der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Primärprodukte, wie beispielsweise von Milch und Trauben, mittels mikrobiologischer Umsetzungen, z.B. alkoholischer Gärung, biologische Säureabbau, Reifung von Wurst und Käse, können höhere Gehalte dieser Substanzen entstehen. Deshalb ist bei Produkten mit bewusster mikrobieller Behandlung, wie Käse, Sauerkraut und auch Wein, nicht immer nur mit positiven Auswirkungen, wie beispielsweise Aromaveränderungen durch Bildung flüchtiger Amine (Dimethylamin, Ethylamin u.a.), zu rechnen (TORREA and ANCIN, 2002), sondern diese Produkte können sich u.U. als unbedenklich erweisen. Allgemeine Aussagen über die Wirkung von biogenen Aminen im Körper sind nicht zielführend, da die individuelle Empfindlichkeit stark unterschiedlich ist. Die Verträglichkeit biogener Amine hängt insbesondere von der Aminoxydase-Aktivität der Darmschleimhaut und der Leber ab, so weisen Personen mit Histamin-Unverträglichkeit i.d.R. eine geringe Aktivität der Aminoxydase auf und sind somit

für Migräne und ähnliche Symptome bedeutend anfälliger (ASKAR und TREPTOW, 1986).

Die Mengenangaben zur Toxizität der verschiedenen Substanzen in der Literatur sind sehr unterschiedlich und stark von der Art der Verabreichung (oral oder intravenös) abhängig (PECHANEK et al., 1980). Neben Histamin dürfte insbesondere β -Phenylethylamin von gesundheitlicher Bedeutung sein, da die orale Aufnahme von Apfelsaft und Wein (Gehalte von 5 bis 50 mg/l) mit erhöhten Gehalten zu Symptomen, wie Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit, führt (LÜTHY und SCHLATTER, 1983). Zusätzlich kann es zu Wechselwirkungen mit anderen Komponenten der Ernährung kommen. Grundsätzlich wirken sie im Organismus entweder vaso- oder psychoaktiv. Üblicherweise werden Symptome, wie Kopfschmerzen, Juck- und Hustenreiz, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Augendruck, Kreislaufschwäche und Atemnot, mit biogenen Aminen in Verbindung gebracht. Anhand von Proben, die nach Beschwerden von Konsumenten untersucht wurden, konnte jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen Amingehalten und Krankheitssymptomen festgestellt werden (HUPF und JUGEL, 1992).

Für gewöhnlich ist der Abbau geringer Dosen mit Hilfe der körpereigenen Mono- und Diaminoxydasen kein Problem. Kritisch wird es erst, wenn die Dosis zu hoch ist oder der Abbau durch Inhibitoren, die in bestimmten Medikamenten (z.B. Antidepressiva) enthalten sind, gehemmt wird. Auch der Genuss von alkoholischen Getränken kann problematisch sein, weil Alkohol und sein Abbauprodukt Acetaldehyd (Ethanal) eine Blockade der Aminoxydasen hervorrufen und somit eine längere Verweilzeit der biogenen Amine im Körper bewirken. Die Bildung von Krebs erregenden Nitrosaminen aus sekundären Aminen, wie beispielsweise Spermin oder Dimethylamin, stellt eine weitere

mögliche gesundheitsschädigende Wirkung biogener Amine dar (TORREA and ANCIN, 2002). Trotz der mehrfach beschriebenen negativen gesundheitlichen Wirkung sind nur in Einzelfällen Höchstwerte für biogene Amine im Allgemeinen (z.B. USA: Thunfisch ≤ 20 mg Histamin pro 100g) und für Wein im Speziellen definiert worden, so gilt beispielsweise in der Schweiz ein Maximalwert von 10 mg/l für Histamin (BUSTO et al., 1996).

Ein umfassender Literaturüberblick über das Vorkommen biogener Amine in Wein und die verschiedenen Analysetechniken zur Bestimmung dieser wird von BUSTO et al. (1996) gegeben. Waren früher traditionelle Methoden, wie Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie und Spektralphotometrie mit Derivatisierungsreagenzien die meist verwendeten Methoden (MAYER und PAUSE, 1968; PECHANEK et al., 1980), nahm seit Beginn der 80er Jahre die Bedeutung der HPLC ständig zu (AERNY, 1982; BUTEAU et al., 1984; LEHTONEN, 1986). Die Bestimmung erfolgt hierbei mittels Ionen- bzw. Umkehrphasenchromatographie, wobei zusätzlich eine Probenvorbereitung sowie eine Vorsäulenderivatisierung zumeist mit OPA (ortho-Phtalaldehyd) (UMAGAT, 1982; LEHTONEN, 1992) oder Dabsylchlorid (KRAUSE et al., 1995) oder eine Nachsäulenderivatisierung erforderlich ist (PEREIRA und BERTRAND, 1994; BUSTO, 1996).

In der Literatur (BUSTO, 1996) sind folgende Bereiche (Weiß- bzw. Rotwein) für die Gehalte an biogenen Aminen angegeben (n.n. = nicht nachweisbar): Histamin: 0,1 bis 12 bzw. 0,1 bis 28 mg/l; Tyramin: 0,1 bis 6,5 bzw. 0,1 bis 8 mg/l; Putrescin: 0,1 bis 4,8 bzw. 0,9 bis 35 mg/l; Cadaverin: n.n. bis 29 bzw. n.n. bis 21,8 mg/l; Isopentylamin: 0,2 bis 20 bzw. 0,1 bis 4,6 mg/l; Phenylethylamin n.n. bis 13 bzw. n.n. bis 1,4 mg/l und Ethylamin 0,1 bis 20 bzw. 0,9 bis 2,0 mg/l.

Die effektiv vorhandene Konzentration biogener Amine im Wein hängt einerseits vom natürlichen Gehalt im Lesegut, und andererseits von den Bedingungen, insbesondere Hygiene und pH-Wert, während der Weinherstellung ab. Es gibt Hinweise, dass Faktoren, wie Düngung, Witterung, Standort sowie phytosanitärer Zustand, einen gewissen Einfluss auf die Gehalte an biogenen Aminen in Trauben und Früchten ausüben (MADER und BRANDES, 2001; DESSER et al., 1981). SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) fanden bei der Gegenüberstellung von Mosten aus gesundem bzw. gefaultem Lesegut deutlich höhere Gehalte an Phenylethylamin und Isopentylamin infolge der Fäulnis. In derselben Arbeit weisen sie aber darauf hin, dass bei der Untersuchung

von 31 Weinen der Sorte 'Riesling' mit deutlichem „Botrytiston“ nur die Gehalte an Ethanolamin, Isopentylamin und Phenylethylamin in einigen Proben (15 bis 30 %) etwas erhöht waren, während die Gehalte der anderen Amine in den üblichen Bereichen lagen.

Der Einfluss der Verarbeitungstechnologie auf die Gehalte biogener Amine ist recht gut erforscht. Während des ganzen Prozesses der Weinherstellung, beginnend mit der Mostbehandlung über Maischestandzeit, alkoholische Gärung, biologischen Säureabbau bis hin zur Lagerung, können verschiedene Amine entstehen bzw. deren Gehalte erhöht werden. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei dem pH-Wert zu, da festgestellt wurde, dass insbesondere bei pH-Werten über 3,6 unerwünschte bakterielle Umwandlungen begünstigt werden. Während der alkoholischen Gärung wird hauptsächlich Ethanolamin gebildet (DESSER et al., 1981), trotzdem wird von TORREA und ANCIN (2002) eine verstärkte Bildung biogener Amine infolge einer Vergärung mit Reinzuchthefen im Vergleich zu einer Spontangärung auf Grund der intensiveren Metabolisierung von Aminosäuren beschrieben. Mehrere Untersuchungen (DESSER et al., 1981; LEITÃO et al., 2000; RADLER, 1972; VIDAL-CAROU et al., 1990) haben gezeigt, dass ein spontaner, unkontrollierter biologischer Säureabbau mit Bakterien der Gattung *Lactobacillus* bzw. *Pediococcus* zu erhöhten Gehalten biogener Amine, insbesondere von Histamin, führt. Bei Verwendung von kommerziell erhältlichen Bakterienstarterkulturen (selektionierte *Oenococcus oeni*) sind hingegen keine bzw. nur marginale Zunahmen festgestellt worden (MAXA et al., 1992; SCHOLTEN und FRIEDRICH, 1998). Auch sollte vermieden werden, dass durch zu hohe Gaben an SO₂ (50 mg/l SO₂) vor dem biologischen Säureabbau die erwünschten Bakterien unterdrückt und somit Schaderreger gefördert werden. Da die Bildung biogener Amine i.d.R. auf mikrobiologische Aktivitäten zurückzuführen ist, können erhöhte Gehalte, insbesondere an Cadaverin, Putrescin und Histamin, als Verderbnisindikator bzw. als Zeichen einer mangelnden Kellerhygiene angesehen werden (SCHOLTEN und FRIEDRICH, 1998).

In der Literatur finden sich verschiedene Hinweise, dass biogene Amine im Nachhinein durch Schönungsmittel teilweise aus dem Wein entfernt werden können, allerdings ist die Adsorptionsfähigkeit der einzelnen Substanzen unterschiedlich stark. Auch kommen die Untersuchungen nicht immer zu den gleichen Schlüssen, so berichten JAKOB (1968) bzw. MAYER und PAUSE (1985) von einer deutlichen Reduzierung des Histamingehaltes durch Bentonit, während DESSER und BANDION

(1985) trotz hoher Anwendungskonzentrationen keine wesentliche Verringerung feststellten. Aktuellere Untersuchungen betreffend die Wirkung verschiedener Behandlungsmittel auf mehrere biogene Amine wurden von SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) publiziert. Grundsätzlich stellten sie fest, dass die Wirkung des Bentonits von der Anwendungskonzentration abhängig ist, wobei insbesondere die Gehalte an Histamin (bei 400 g Bentonit pro Hektoliter um bis ca. 70 %), aber auch Isopentylamin und Cadaverin deutlich reduziert wurden. Bei den anderen Behandlungsmitteln (Casein, Gelatine, Aktivkohle, Hausenblase, PVPP u.a.) konnte keine selektive Verminderung der biogenen Amine gemessen werden, was wiederum im Gegensatz zu den Ergebnissen von BANDION und DESSER (1985) steht, die bei einem Mischpräparat, bestehend aus Hausenblase und Gelatine, eine sehr gute Wirkung beschreiben. Auf Grund der teilweise unbefriedigenden bzw. auch widersprüchlichen Ergebnisse kommen SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) zum Schluss, dass noch weitere Untersuchungen nötig sind. Weiters stellen sie fest, dass auf Grund der unbefriedigenden Ergebnisse bei der Reduzierung erhöhter Gehalte an biogenen Aminen durch oenologische Behandlungsmittel der Schwerpunkt der Bemühungen in der Vermeidung der Entstehung liegen muss. Da die Belastung mit biogenen Aminen bereits beim Lesegut beginnt, wird in dieser Arbeit der Einfluss der Traubengesundheit bzw. des Fäulnisbefalls auf die Gehalte an biogenen Aminen in Mosten verschiedener Sorten vorgestellt. Weiters war beabsichtigt, anhand eigener Kleinversuche die Wirkung verschiedener Weinbehandlungsmittel auf die Gehalte biogener Amine zu untersuchen und somit zu einer endgültigen Klärung dieser Frage beizutragen.

Material

Probenmaterial

Traubenmaterial (ca. 3 kg) von 26 verschiedenen Rebsorten wurde vor der Saftbereitung anhand visuell zu beurteilender Kriterien in gesundes und faules Lesegut aufgetrennt und daraus separat mittels einer Handpresse der Most gewonnen. Eine exakte Identifizierung der Fäulniserreger konnte nicht durchgeführt werden. Die Lagerung der Moste bis zur Analyse erfolgte bei -18°C. Das Traubenmaterial stammte ausschließlich aus den anstaltseigenen Weingärten (Versuchsgut Agneshof, Klosterneuburg) und stellte eine Mischprobe

von verschiedenen Rebstöcken dar. Bei 16 Rebsorten wurde zusätzlich bei beiden Varianten eine Vinifikation mit Reinzuchthefer (15 g/hl Oenoferm Klosterneuburg, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) durchgeführt. Nach erfolgtem Abbau der vergärbaren Kohlenhydrate wurden die Jungweine mittels Filtration (K 800 und K 150) geklärt und analysiert.

Zusätzlich wurden 20 im Handel erhältliche österreichische Prädikatsweine verschiedener Gradation und Herkunft analysiert.

Schönungsversuche

Aus größtenteils gefaulten Trauben der Sorte 'Zierfandler' wurden ca. 10 l Weißwein hergestellt und in Doppelansätzen (jeweils ca. 0,25 l) mit folgenden zugelassenen Schönungsmitteln versetzt:

Bentonit (100, 200 und 400 g/hl; Nacalit, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland)

Aktivkohle (10, 20 und 50 g/hl; Ercabon GE, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland)

Tannin-Gelatine (2,5 g/hl Keller-Tannin und 2,5 g/hl Keller Quick P, Fa. Keller; Mannheim Deutschland)

Gelatine (10 mg/l Gela-Quick SL, kombiniert mit 0,01 ml/l Kellersol 15; Fa. Keller, Mannheim, Deutschland)

Zusätzlich wurde der Grundwein mit einem Standardgemisch biogener Amine versetzt, um höhere Ausgangsgehalte zu erreichen, und dann ebenfalls eine Schönung mit Bentonit (200 g/hl) durchgeführt.

Nach einer Woche Einwirkzeit wurden die Weine filtriert (MN 595^{1/2}) und die Gehalte biogener Amine analysiert.

Methoden

Die Analysenmethode mittels HPLC zur Untersuchung von biogenen Aminen wurde von MAXA et al. (1992) übernommen. Diese Methode sieht eine Derivatisierung mit o-Phtalaldehyd im alkalischen Milieu unter Gegenwart von Mercaptoethanol vor. Die Separation erfolgt über eine Reversed-Phase-Säule mit anschließender Messung am Fluoreszenzdetektor.

Probenvorbereitung

Für die Aufkonzentration des Amingehaltes und zur Abtrennung störender Matrixeinflüsse, wie Phenole, Zucker usw., wurden die Proben ausgesalzen. 3 ml fil-

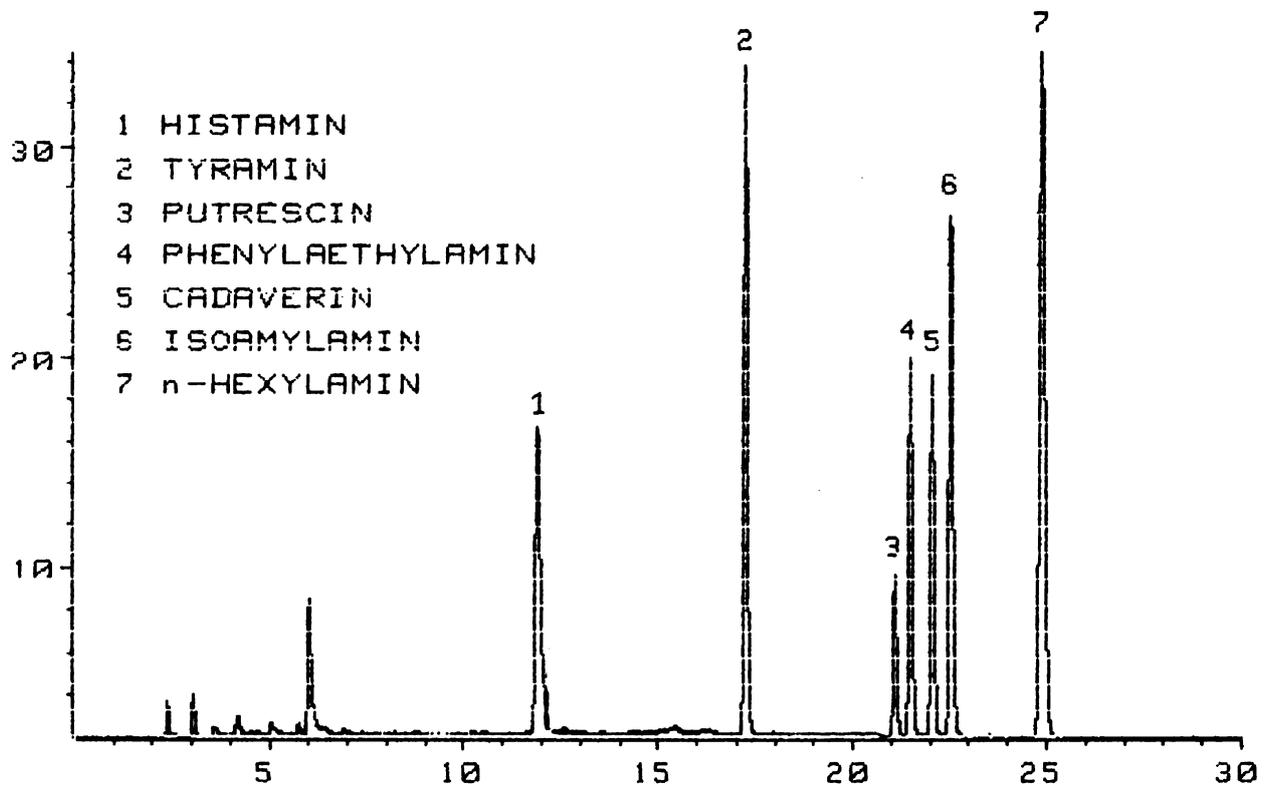


Abb. 1: HPLC-Auftrennung von Standards der verschiedenen biogenen Amine

trierte Probe (Traubensaft, Wein) wurden mit 100 µl interner Standardlösung (Hexylamin) und 1 ml Ethanol versetzt und gut gemischt, danach wurden nochmals 3 g Kaliumcarbonat zugegeben und kräftig geschüttelt. Zur besseren Phasentrennung wurden die Ansätze 10 min bei 6000 U/min zentrifugiert und die obere ethanologische Phase mit einer Pipette abgehoben. Danach erfolgte eine erneute Extraktion des Rückstandes mit 1 ml Ethanol, Zentrifugation zur Phasentrennung und schließlich Sammlung der vereinten ethanologischen Überstände, welche direkt zur HPLC-Analytik eingesetzt werden können.

HPLC-Analytik

In Anlehnung an verschiedene Literaturstellen (DROZ und TANNER, 1986; FRÖHLICH und BATTAGLIA, 1980; LEHTONEN et al., 1992) wurde die Analysenmethode von MAXA et al. (1992) übernommen. Folgende Geräte und Analysenbedingungen wurden verwendet:

HPLC: HP 1090 Liquid Chromatograph, (Fa. Hewlett Packard)

Trennsäulen: LiChrospher 100 RP-18, 5µm, 250 x 4 mm (Fa. Merck)

Detektor: HP 1046 Fluoreszenzdetektor (Fa. Hewlett Packard), Fluoreszenzanregung: 330 nm, Emission: 450 nm

Eluenten:

Laufmittel A: 10 mM Phosphatpuffer, pH-Wert 7,2

Flussrate: 1ml/min

Ofentemperatur: 40 °C

Vorsäulenderivatisierung mit o-Phtaldialdehyd (Fa. Riedel-de Haen, Art. Nr. 33503) nach UMAGAT et al. (1982)

Auftrennung mittels linearem Gradientenprogramm: Start: 20% B, innerhalb von 10 min. auf 40 % B, innerhalb von 20 min. auf 70 % B, 25 min. auf 70% B bleiben und dann innerhalb von 30 min. wieder auf 20 %B .

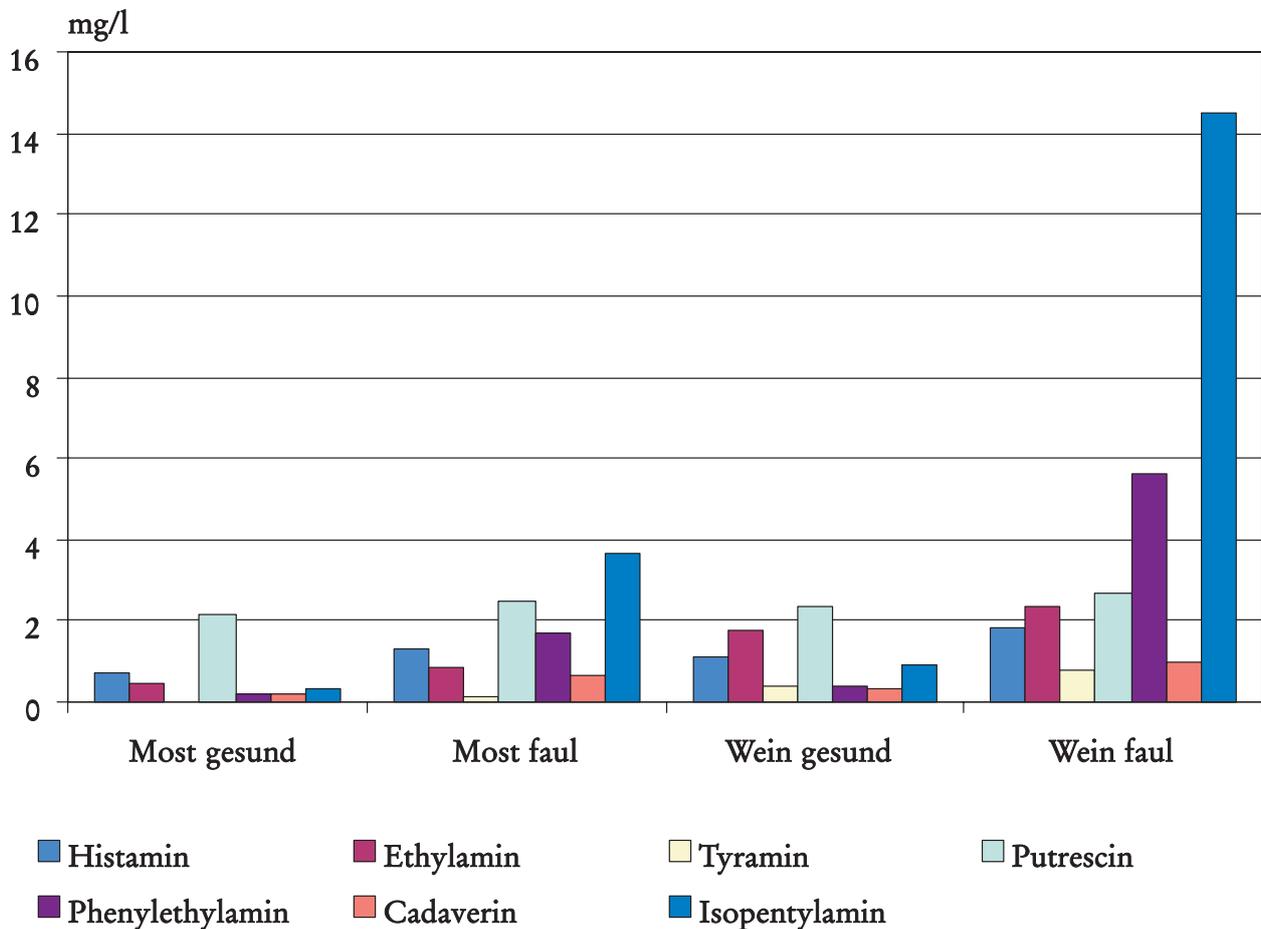


Abb. 2: Durchschnittlicher Amingehalt der untersuchten Versuchsproben

Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen vorliegender Untersuchungen wurden von 60 Traubenproben (28 gesund, 32 gefault) Moste und teilweise auch Weine (31 Proben) hergestellt und die Gehalte an sechs biogenen Aminen (Histamin, Tyramin, Putrescin, Phenylethylamin, Cadaverin und Isopentylamin) mittels HPLC analysiert. Ein typisches Chromatogramm ist in Abbildung 1 dargestellt, die Bestimmungsgrenze betrug 0,25 mg/l.

Einfluss der Traubenfäulnis bei Weißweinsorten

Aus Abbildung 2 sind die durchschnittlichen Gesamtamingehalte der Moste wie auch Weine ersichtlich. Die

zugrunde liegenden Gehalte (Mittelwert, Minimum und Maximum) der individuellen biogenen Amine sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Gehalte von Mosten bzw. Weinen, die aus gesundem Lesegut hergestellt wurden, sind mit 4,11 mg/l bzw. 7,27 mg/l verglichen mit Literaturwerten (MAYER und PAUSE, 1986; LEHTONEN, 1986; BUSTO, 1996) als niedrig einzustufen. Auch die Moste bzw. Weine aus gefaulten Trauben weisen im internationalen Vergleich (HUPF und JUGEL, 1992) noch relativ niedrige Werte auf (10,8 mg/l bzw. 28,79 mg/l), die Werte sind aber deutlich höher als bei gesundem Lesegut. Der durchschnittliche Amingehalt in Most aus verfaultem Lesegut liegt um ca. 150 % höher als bei gesundem Lesegut. Somit kann die bereits tendenziell von SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) gezeigte Abhängigkeit der durchschnittli-

Tabelle 1:
Durchschnittliche Amingehalte der untersuchten Proben in mg/l

	Most		Wein	
	gesund	gefault	gesund	gefault
Probenzahl	28	32	15	16
	max.	max.	max.	max.
	x	x	x	x
	min.	min.	min.	min.
Histamin	7,29	9,26	2,93	5,89
	0,73	1,28	1,13	1,81
	-	-	<0,25	0,26
Ethylamin	1,46	4,28	3,56	7,29
	0,43	0,87	1,74	2,38
	<0,25	<0,25	0,36	0,68
Tyramin	0,32	0,51	1,54	4,19
	0,01	0,10	0,38	0,80
	-	-	-	-
Putrescin	3,19	5,93	4,15	4,90
	2,17	2,49	2,36	2,69
	1,14	1,36	1,07	0,55
Phenylethylamin	0,57	5,40	1,42	14,90
	0,22	1,71	0,41	5,59
	-	<0,25	<0,25	1,50
Cadaverin	0,61	2,28	0,85	2,48
	0,21	0,68	0,31	0,99
	-	-	-	0,26
Isopentylamin	1,10	14,33	6,95	41,8
	0,34	3,67	0,94	14,53
	-	<0,25	<0,25	2,52

chen Gesamtamingehalte vom Fäulnisgrad der Trauben bestätigt werden. Gleich wie in dieser Arbeit ist der Anstieg primär auf höhere Gehalte an Isopentylamin zurückzuführen, wobei der Unterschied zwischen gesundem und gefaultem Lesegut in den Mosten (0,34 vs. 3,67 mg/l) weniger stark ausgeprägt ist als in den Weinproben (0,94 vs. 14,53 mg/l). Ebenso große Unterschiede zeigt das Phenylethylamin, dessen Gehalte (gesund bzw. gefault) in Mosten 0,22 bzw. 1,71 mg/l und in Weinen 0,41 bzw. 5,59 mg/l betragen. Diese Beobachtung ist in Übereinstimmung mit der Arbeit von

TORREA und ANCIN (2002), die eine deutliche Zunahme der Amingehalte im Zuge der Gärung beschrieben haben. Die Aussage von BUSTO et al. (1996), dass während der Gärung im Wesentlichen nur Ethanolamin gebildet wird, sollte dementsprechend korrigiert werden. Es ist zwar richtig, dass auch die Gehalte dieses Amins während der Gärung zunehmen (gesundes Lesegut Most: 0,43 → Wein: 1,74 mg/l; gefaultes Lesegut Most: 0,87 → Wein: 2,38 mg/l), aber dies trifft auch für andere Amine, wie beispielsweise Phenylethylamin und Isopentylamin, zu. Auch wenn es während der alkoholischen Gärung zu einem deutlichen Konzentrationsanstieg kommt, so ist doch erkennbar, dass durch Verwendung von ausschließlich gesundem Lesegut (z.B. durch Entfernung gefaulte Trauben auf Sortierbändern) deutlich geringere Amingehalte entstehen. Bei Most aus gesundem Material war nach der Vergärung im Mittel nur eine Verdoppelung des Amingehaltes zu verzeichnen, während hingegen Most aus gefaulten Trauben eine Verdreifachung des Wertes im Wein bewirkte. Interessant ist auch, dass der Most aus gefaulten Trauben bereits eine höhere Gesamtkonzentration aufweist als der Wein aus gesundem Traubenmaterial. Deshalb ist die gesundheitsrelevante Belastung mit biogenen Aminen durch Konsum minderwertiger Traubensäfte nicht zu vernachlässigen, auch wenn noch keine offensichtlichen mikrobiologischen Umwandlungen stattgefunden haben (ASKAR und TRPTOW, 1986). In den untersuchten Mosten und Weinen (Tab. 1) liegen die durchschnittlichen Gehalte des bekanntesten biogenen Amins, des Histamins, im üblichen, eher niedrigen Bereich (AERNY, 1982; VIDAL-CAROU, et al., 1990), auch die Maximalwerte im Wein waren mit 2,93 (gesund) bzw. 5,89 mg/l (gefault) noch unter dem in der Schweiz festgelegten Limit von 10 mg/l (BUSTO et al., 1996) Dies bestätigt die Ergebnisse früherer Untersuchungen (WOIDICH et al., 1980; MAXA et al., 1992), wonach in österreichischen Weinen tendenziell geringe Gehalte an Histamin nachweisbar sind. Auch beim Histamin waren die Gehalte in den aus gefaulten Trauben hergestellten Produkten um ca. 50 % höher als in jenen aus gesundem Lesegut. Auch die Gehalte an Tyramin, Putrescin und Cadaverin waren als gering einzustufen, dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass in den Proben kein biologischer Säureabbau stattgefunden hat, welcher laut HUPF und JUGEL (1992) die Hauptursache für die Bildung dieser Substanzen ist. Anhand der in Tabelle 2 dargestellten Einzelergebnisse der Weißweinsorten (geordnet nach den höchsten Histamingehalten) ist gut ersichtlich, dass die geringsten Gehalte ausnahmslos in

Tabelle 2:

Gehalte biogener Amine in Mosten und Weinen verschiedener Weißweinsorten; geordnet entsprechend Histamingehalt im Wein bzw. Most aus gefaultem Material

(Mg = Most aus gesunden Trauben, Mf = Most aus gefaulten Trauben; Wg = Wein aus gesunden Trauben, Wf = Wein aus gefaulten Trauben)

BOU = Bouvier; MTH = Müller-Thurgau; ROV = Roter Veltliner; FUR = Furmint; GRV = Grüner Veltliner; ZIE = Zierfandler; RIE = Riesling; JUB = Jubiläumsrebe; GEM = Gelber Muskateller; FRV = Frühroter Veltliner; ROM = Roter Muskateller; NEU = Neuburger; GOL = Goldburger; MUO = Muskat Ottonel; SBL = Sauvignon blanc

	Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin		Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin
BOU								JUB							
Mg	1,65	<0,25	-	1,21	<0,25	-	-	Mg	1,03	0,42	-	2,32	0,55	0,28	1,10
Mf	2,06	0,46	<0,25	1,90	1,24	0,55	4,24	Mf	1,18	0,50	-	2,57	4,34	0,86	8,06
Wg	2,93	1,85	1,12	4,15	0,51	0,85	0,44	Wg	0,53	3,53	-	1,42	<0,25	-	<0,25
Wf	5,89	6,90	3,83	4,90	8,66	1,50	30,91	Wf	1,15	2,76	-	2,22	7,28	1,69	22,25
MTH								GEM							
Mg	0,46	1,08	-	2,40	0,33	0,38	0,84	Mg	<0,25	0,29	-	1,51	0,53	-	<0,25
Mf	0,95	0,41	-	2,92	2,36	0,74	4,01	Mf	2,58	1,27	0,51	1,72	1,17	0,47	1,37
Wg	2,00	2,62	1,54	3,53	0,44	0,47	<0,25	Wg	<0,25	0,54	-	2,30	<0,25	-	<0,25
Wf	2,95	7,29	4,19	4,30	14,90	2,48	41,75	Wf	0,87	2,09	-	3,33	4,61	0,70	12,91
ROV								FRV							
Mg	0,28	<0,25	-	2,51	<0,25	0,30	0,28	Mg	2,29	<0,25	-	1,95	0,42	-	0,69
Mf	0,95	0,52	<0,25	2,77	3,48	2,28	6,17	Mf	2,49	0,29	<0,25	1,99	2,24	0,39	3,42
Wg	1,17	2,72	0,61	1,40	<0,25	0,31	<0,25	Wg	<0,25	0,89	-	2,22	1,42	0,26	3,00
Wf	2,53	1,19	0,72	2,35	7,13	1,93	21,08	Wf	0,73	1,77	-	3,78	4,81	0,59	11,16
FUR								ROM							
Mg	<0,25	<0,25	-	1,95	<0,25	0,61	0,40	Mg	2,29	0,74	0,32	1,74	<0,25	-	0,48
Mf	<0,25	1,03	-	2,00	2,75	0,54	5,08	Mf	2,46	0,80	0,31	1,80	0,91	0,41	1,42
Wg	1,04	1,38	0,37	1,95	<0,25	0,33	<0,25	Wg	0,44	1,95	-	2,43	<0,25	-	<0,25
Wf	2,30	1,18	0,63	2,85	2,94	0,88	5,42	Wf	0,68	2,46	-	2,74	1,84	0,33	7,45
GRV								NEU							
Mg	<0,25	0,58	-	1,34	-	0,33	<0,25	Mg	0,38	<0,25	-	3,16	<0,25	0,25	<0,25
Mf	0,55	2,83	-	1,86	0,6	0,56	1,71	Mf	<0,25	0,44	<0,25	3,93	5,40	1,57	8,37
Wg	1,79	0,36	<0,25	1,07	3,00	0,70	6,95	Wg	0,52	0,73	-	2,81	<0,25	-	<0,25
Wf	1,89	1,40	0,52	1,95	14,43	1,20	26,62	Wf	0,65	1,53	-	3,88	7,99	1,82	22,82

Tabelle 2 (Fortsetzung):

	Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin		Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin
ZIE								GOL							
Mg	<0,25	<0,25	-	3,19	-	-	<0,25	Mg	0,45	0,37	-	2,76	<0,25	-	<0,25
Mf	<0,25	0,49	0,26	2,15	3,28	1,64	4,98	Mf	0,26	0,32	-	2,73	1,94	0,46	3,26
Wg	1,53	0,48	<0,25	1,14	<0,25	0,76	<0,25	Wg	0,34	3,56	-	2,98	0,34	-	0,44
Wf	1,73	1,80	0,55	1,84	3,13	0,30	4,04	Wf	0,60	1,90	-	3,55	2,64	0,26	6,57
RIE								MUO							
Mf	<0,25	0,28	-	2,53	0,34	<0,25	0,73	Mg	<0,25	<0,25	-	2,83	<0,25	<0,25	<0,25
Wf	1,35	1,10	0,28	1,55	2,26	0,40	2,52	Mf	<0,25	0,55	-	3,54	1,05	0,39	1,97
JUB								SBL							
Mg	1,03	0,42	-	2,32	0,55	0,28	1,10	Mg	0,62	0,98	-	2,03	<0,25	0,46	<0,25
Mf	1,18	0,50	-	2,57	4,34	0,86	8,06	Mf	1,31	2,31	-	2,93	5,12	1,31	9,47
Wg	0,53	3,53	-	1,42	<0,25	-	<0,25								
Wf	1,15	2,76	-	2,22	7,28	1,69	22,25								

den Mosten aus gesundem Lesegut anzutreffen sind. Die Zunahme der einzelnen biogenen Amine im Zuge der Gärung bzw. infolge von Fäulnis ist different, manche verändern sich durch die Fermentation nur geringfügig. Putrescin weist kaum Unterschiede zwischen Most bzw. Wein aus gefaulten bzw. gesunden Trauben auf (Bereich: 1,07 bis 4,90 mg/l). Die eindrucksvollsten Konzentrationen bzw. Unterschiede zwischen gesundem und gefaultem Lesematerial wurden bei Isopentylamin analysiert (Bereich: 0,25 bis 41,75 mg/l), wobei die Tendenz den Erwartungen entspricht und mit den Ergebnissen von SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) gut übereinstimmt. Anhand der Sorten 'Furmint' und 'Neuburger' ist ersichtlich, dass augenscheinlich kein allzu enger Zusammenhang zwischen den Gehalten an Histamin und anderen biogenen Aminen, z.B. Isopentylamin, besteht. Außerdem ist ersichtlich, dass infolge von Fäulnis die quantitative Zusammensetzung der biogenen Amine deutlich verändert wird. Paradigmatisch ist bei gesundem Lesegut der Sorte 'Bouvier' das Histamin dominierend, während bei gefaultem Lesegut die Gehalte an Isopentylamin, Phenylethylamin und Ethylamin den Histaminwert übersteigen. Auch bei

den meisten anderen Sorten sind in Produkten aus gesundem Trauben Histamin, Ethylamin und Putrescin dominierend, während in Produkten aus gefaulten Trauben i.d.R. Isopentylamin und Phenylethylamin in überwiegenden Konzentrationen vorliegen. Auf Grund der festgestellten Konzentrationszunahmen kann somit festgestellt werden, dass die Gehalte biogener Amine so wie auch bei anderen Lebensmitteln (z.B. Fisch, Rohwurst) durchaus als Qualitätskriterium angesehen werden können (PECHANEK et al., 1983). Insbesondere die Gehalte an Isopentylamin und Phenylethylamin können als Indikatorsubstanzen zur Beurteilung der phytosanitären Qualität des Traubenmaterials herangezogen werden. Eine Sonderstellung nimmt augenscheinlich die österreichische Leitsorte 'Grüner Veltliner' ein, die auch in Produkten aus gesundem Lesegut relativ hohe Gehalte dieser biogenen Amine (6,95 bzw. 3,00 mg/l) aufweist. Unter Berücksichtigung der Werte der Sorte 'Grüner Veltliner' kann man anhand vorliegender Ergebnisse bei Gehalten von Isopentylamin 10 mg/l und von Phenylethylamin 5 mg/l ziemlich sicher von einer Schädigung des Lesegutes durch Fäulnis ausgehen. Es erscheint daher durchaus interessant, mittels

Tabelle 3:

Gehalte biogener Amine in Mosten und Weinen verschiedener Rotweinsorten; geordnet entsprechend Histamingehalt im Wein bzw. Most aus gefaultem Material (Mg = Most aus gesunden Trauben, Mf = Most aus gefaulten Trauben; Wg = Wein aus gesunden Trauben, Wf = Wein aus gefaulten Trauben)

BLP = Blauer Portugieser; STL = St.Laurent; BLA = Blauburger; BLW = Blauer Wildbacher; CAF = Cabernet franc; BLZ = Blauer Zweigelt; MER = Merlot; BLB = Blauer Burgunder; BLF = Blaufränkisch; CAS = Cabernet Sauvignon; VER = Vernatsch

	Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin		Histamin	Ethylamin	Tyramin	Putrescin	Phenylethylamin	Cadaverin	Isopentylamin
BLP								BLZ							
Mg	<0,25	0,36	-	2,05	<0,25	0,25	0,51	Mg	<0,25	1,46	-	2,91	<0,25	0,26	<0,25
Mf	<0,25	0,41	-	1,90	0,59	<0,25	1,25	Mf	0,68	1,32	-	3,32	1,83	0,73	3,93
Wg	1,91	0,59	<0,25	1,26	0,35	0,38	0,71	MER							
Wf	3,31	1,62	0,64	2,03	3,26	0,65	8,07	Mg	0,33	<0,25	-	2,34	-	<0,25	<0,25
STL								Mf	0,43	<0,25	-	1,36	0,29	0,33	0,68
Mg	-	0,71	-	2,66	-	<0,25	<0,25	BLB							
Mf	-	1,05	-	2,89	0,67	-	3,02	Mg	0,26	0,31	-	2,72	<0,25	0,26	<0,25
Wg	1,93	2,44	1,28	3,06	0,37	0,62	<0,25	Mf	0,31	1,11	-	3,27	1,49	0,56	3,67
Wf	2,09	2,40	1,39	3,39	2,06	0,65	4,19	BLF							
BLA								Mg	<0,25	0,27	-	1,25	<0,25	<0,25	-
Mg	0,29	0,29	-	2,35	<0,25	-	0,28	Mf	0,29	1,30	-	1,53	<0,25	0,30	0,29
Mf	2,05	4,28	-	5,93	5,09	1,86	11,16	CAS							
BLW								Mg	<0,25	<0,25	-	1,68	<0,25	0,26	<0,25
Mg	0,44	0,34	-	2,22	-	0,36	<0,25	Mf	<0,25	<0,25	-	1,88	<0,25	0,27	<0,25
Mf	0,85	0,84	-	3,95	1,86	0,52	4,85	VER							
CAF								Mg	0,34	0,28	-	2,81	-	-	<0,25
Mg	0,55	<0,25	-	3,06	<0,25	0,27	<0,25	Mf	<0,25	<0,25	<0,25	2,96	0,28	-	1,44
Mf	0,74	<0,25	-	1,65	<0,25	0,30	<0,25								

Anwendung multivariater statistischer Verfahren Weine anhand ihrer Gehalte an biogenen Aminen zu klassifizieren, wobei dieses Verfahren eher eine Differenzierung hinsichtlich Weinqualität und Betriebshygiene ermöglicht als eine geographische oder sortenmäßige Zuordnung (CSOMÓS et al, 2002).

Einfluss der Traubenfäulnis bei Rotweinsorten

Die oben vorgeschlagenen Richtwerte werden auch durch die bei Rotweinen gefundenen Gehalte (Tab. 3) bestätigt, hierbei war auf Grund der geringen Traubenmenge aber nur in wenigen Fällen eine Vinifikation möglich. In der Literatur (GLORIA et al., 1998; VIDAL-CAROU et al., 1990; RADLER, 1972) finden sich mehrere Hinweise, dass die Konzentrationen biogener Amine in Rotweinen höher sind als bei Weißweinen. Da im

Tabelle 4:

Aminreduzierende Wirkung in Prozenten verschiedener Weinbehandlungsmittel anhand eines Versuchswines aus teilweise gefaulten Trauben der Sorte 'Zierfandler'

	Ausgangsgelhalt (mg/l)	Bentonit			Kohle			Tannin-Gelatine (je 2,5 g/hl)	Kiesel-sol/Gelatine 10/15 g/hl
		100 g/hl	200 g/hl	400 g/hl	10 g/hl	20 g/hl	50 g/hl		
Histamin	0,55	3,8	6,8	8,1	0	0	0	0	0
Methylamin	0,39	0	0	0	2,0	17,7	22,9	20,5	10,4
Tyramin	0,41	3,3	4,6	4,0	1,7	1,0	1,8	0	0
Ethylamin	1,98	1,3	1,7	1,5	0	0	4,	1,2	1,7
Putrescin	1,74	8,8	11,7	18,2	0	0	1,2	0	0
Phenylethylamin	19,78	0	0	0	0	0	0	0	0
Cadaverin	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0
2-Methylbutylamin	4,32	2,9	4,8	5,8	1,7	4,6	2,1	1,9	4,9
Isopentylamin	21,27	0	0	0	0	0	0	0	0

Rahmen dieser Untersuchungen die Vinifikation bei allen Proben identisch war und daher auch bei „Rotweinen“ keine praxisgerechte Rotweinbereitung mit langer Mazerationszeit, biologischem Säureabbau und Holz-fassreifung durchgeführt wurde, konnte dies nicht beobachtet werden (FÄTH und RADLER, 1994; LEITAO et al., 2000). Mit wenigen Ausnahmen sind die Gehalte

biogener Amine als gering einzustufen, lediglich der Histamingehalt von 3,31 mg/l im Wein aus gefaultem Lesegut der Sorte 'Blauer Portugieser' und die Gehalte an Isopentylamin im selben Wein (8,07 mg/l) und im Most aus gefaulten Trauben der Sorte 'Blauburger' (11,16 mg/l) sind als eher hoch zu bezeichnen.

Tabelle 5:

Gegenüberstellung der aminreduzierenden Wirkung (in Prozenten) von Bentonit anhand des originären Versuchswines der Sorte 'Zierfandler' und einem mit biogenen Aminen dotierten Versuchswein

	Zierfandler Wein Ausgangsgelhalt (mg/l)	200 g/hl Bentonit		Dotierter Zierfandler Wein (mg/l)	200 g/hl Bentonit
Histamin	0,55	6,8	Histamin	6,71	46,6
Methylamin	0,39	0	Methylamin	5,62	0
Tyramin	0,41	4,6	Tyramin	8,75	9,2
Ethylamin	1,98	1,7	Ethylamin	5,72	0
Putrescin	1,74	11,7	Putrescin	7,39	21,5
Phenylethylamin	19,78	0	Phenylethylamin	19,67	0
Cadaverin	0,29	0	Cadaverin	7,26	26,9
2-Methylbutylamin	4,32	4,8	2-Methylbutylamin	15,00	27,3
Isopentylamin	21,27	0	Isopentylamin	30,41	35,2

Tabelle 6:
Durchschnittlicher Amingehalt (mg/l) der untersuchten
Prädikatsweine geordnet nach Prädikatsstufe

	Spätlese	Auslese	Eiswein	Aus- bruch	Trok- kenbee- renaus- lese
Proben- zahl	4	5	6	3	4
	max.	max.	max.	max.	max.
	x	x	x	x	x
	min.	min.	min.	min.	min.
Hista- min	< 0,20 < 0,20 < 0,20				
Tyra- min	< 0,20 < 0,20 < 0,20				
Putres- cin	1,83 0,98 0,43	3,89 1,87 < 0,20	2,05 1,25 0,52	1,12 0,82 0,33	1,52 0,94 < 0,20
Phenyl- ethyl- amin	1,23 0,52 0,20	8,52 5,11 1,32	11,65 3,58 < 0,20	17,98 11,65 1,66	19,21 15,98 13,91
Cada- verin	< 0,20 < 0,20 < 0,20	< 0,20 < 0,20 < 0,20	< 0,20 < 0,20 < 0,20	0,40 0,24 < 0,20	0,28 0,26 < 0,20
Iso- pentyl- amin	2,55 1,51 < 0,20	22,67 14,76 2,96	15,49 5,42 0,35	28,16 19,78 8,84	30,79 26,89 21,67

Wirkung von Schönungsmitteln

Die Überprüfung der Wirkung einiger üblicher Schönungsmittel (Bentonit, Kohle, Tannin-Gelatine und Kieselol/Gelatine) bei unterschiedlichen Anwendungskonzentrationen erfolgte anhand eines Versuchswines der Sorte 'Zierfandler', der aus teilweise gefaulten Trauben hergestellt wurde. Die in Tabelle 4 präsentierten Ergebnisse zeigen, dass insbesondere die Gehalte an Isopentylamin (21,27 mg/l), Phenylethylamin (19,78 mg/l) und 2-Methylbutylamin (4,32 mg/l) im Ausgangswein hoch waren, während die Konzentrationen der anderen Amine eher gering waren (z.B. bei Histamin 0,55 mg/l). Die Wirkung der verschiedenen Weinbehandlungen wurde aus Übersichtsgründen als prozentuelle Verringerung der Amingehalte dargestellt (Tab. 4). Auf Grund der Analysenschwankungen wurden Abnahmen ≤ 1 % als „kein Effekt“ dargestellt. In der Mehrzahl der Fälle ergab der Zusatz der Weinbehandlungsmittel keine aminvermindernde Wirkung, insbesondere die Gehalte an Phenylethylamin, Cadaverin und Isopentylamin konnten durch keines der getesteten Schönungsmittel reduziert werden. Tannin, Kieselol/Gelatine und Kohle, insbesondere bei höheren Anwendungskonzentrationen von 20 bzw. 50 g/hl, bewirkten eine gewisse Reduzierung der Gehalte an Methylamin und 2-Methylbutylamin. Die Anwendung von Bentonit bestätigt die Ergebnisse von DESSER und BANDION (1985), wonach auch trotz höchstzulässiger Anwendungskonzentrationen (400 g/hl) nur eine geringe Histaminverminderung um 8,1 % erzielbar ist. Lediglich bei Putrescin konnte eine halbwegs befriedigende Konzentrationsverringering (18,2 %) erreicht werden, bei Tyramin (4 %), Ethylamin (1,5 %) und 2-Methylbutylamin (5,8 %) hingegen war der Effekt eher bescheiden. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu der von JAKOB (1968), MAYER und PAUSE (1985) sowie SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) beschriebenen guten histaminreduzierenden Wirkung von Bentonit. Deshalb wurden die Gehalte biogener Amine im Versuchswein durch Standardzusatz erhöht und eine Schönung mit Bentonit (200 g/hl) durchgeführt. Ausgehend von den deutlich höheren Amingehalten zeigte Bentonit nun eine bessere Reduktionswirkung (Tab. 5). Beispielsweise wurde der Histamingehalt von 6,71 mg/l auf 3,58 mg/l verringert (46,6 %). Auch bei Putrescin, Cadaverin, 2-Methylbutylamin und Isopentylamin war nun die Wirkung wesentlich besser. Als Schlussfolgerung dieser beiden Schönungsversuche kann daher festgestellt werden, dass die histamin- bzw. aminvermin-

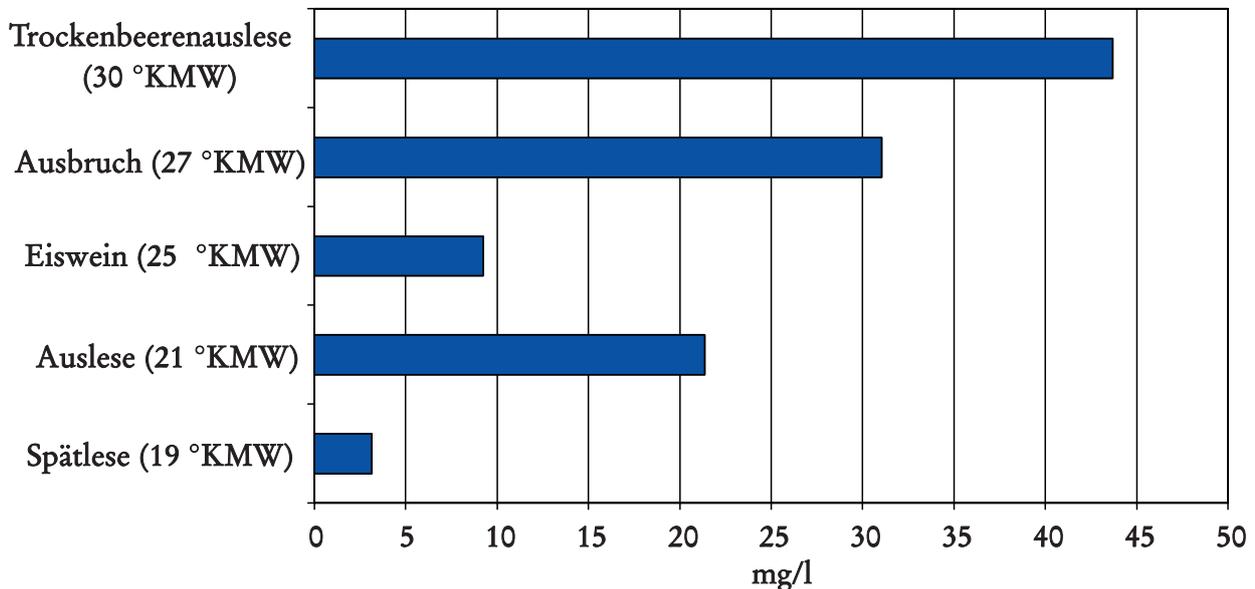


Abb. 3: Durchschnittliche Gesamtkonzentration an biogenen Aminen in Prädikatsweinen

dernde Wirkung von Bentonit konzentrationsabhängig und nur bei relativ hohen Gehalten eine nennenswerte Reduktion zu erwarten ist.

Handelsübliche Prädikatsweine

Da die bisherigen Ergebnisse gezeigt haben, dass insbesondere Weine aus gefaultem Lesegut hohe Konzentrationen an biogenen Aminen aufweisen, war es von großem Interesse, die Situation in edelsüßen Produkten zu untersuchen. Es wurden daher 22 handelsübliche Prädikatsweine nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und mittels HPLC untersucht, die Ergebnisse sind in Tabelle 6 bzw. Abbildung 3 zusammengefasst. Anhand der graphischen Darstellung der durchschnittlichen Gesamtkonzentration ist deutlich ersichtlich, dass mit steigender Mostgradation die Konzentration an Aminen steigt. Lediglich Eisweine wiesen auffällig niedrige Werte auf, dies kann aber auf deren spezielle Herstellungsweise (Konzentrierung durch Frost und nicht durch Botrytis) zurückgeführt werden. Die in Tabelle 6 dargestellten Kenngrößen der Amingehalte bestätigen eindrucksvoll die Ergebnisse der oben präsentierten Most- und Weinanalysen. Es ist evident, dass mit zu-

nehmendem Grad der Botrytisinfektion („Edelfäule“) die Gehalte an Phenylethylamin und Isopentylamin stark zunehmen, während hingegen die Gehalte an Histamin, Tyramin, Putrescin und Cadaverin praktisch unverändert bleiben. Es besteht somit eine gewisse Übereinstimmung mit den von SCHOLTEN und FRIEDRICH (1998) untersuchten deutschen Weinen der Sorte 'Riesling' mit „Botrytiston“, bei denen ein Teil der Proben hohe Gehalte dieser Amine aufwies. Ob die Histamingehalte bereits nativ so gering waren (0,20 mg/l) oder ob dies auf eine Schönung mit Bentonit zurückzuführen ist, kann nicht geklärt werden. Anhand unserer Ergebnisse ist aber eher anzunehmen, dass die Konzentrationen bereits in den Trauben gering waren.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Minimierung der Gehalte an biogenen Aminen möglich ist, wenn auf die Qualität der Trauben und eine „saubere“ Kellertechnik geachtet wird. Durch die Auslese von gefaultem Traubenmaterial kann eine wesentliche Quelle erhöhter Amingehalte ausgeschaltet werden. Wenn zusätzlich spontane mikrobielle Umsetzungen vermieden und

stattdessen ausgewählte Hefe- und Bakterienstämme (FÄTH und RADLER, 1972; SOUFLEROS et al., 1998) eingesetzt werden, sind die Voraussetzungen für ein aminarmeres und somit bekömmliches Produkt geschaffen. Mit Hilfe bestimmter Weinbehandlungsmittel besteht zwar eine gewisse Möglichkeit, die Gehalte biogener Amine etwas zu reduzieren (DESSER et al., 1981; JAKOB, 1968), allerdings ist zu beachten, dass der Einsatz von Schönungsmitteln zumeist eine Verminderung der Weinqualität (Körper, Fülle etc.) bewirken kann.

Literatur

- AERNY, J. 1982: L'Histamin : Présence dans les denrées alimentaires et dans le vin en particulier. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 14: 7-13
- ASKAR, A. und TREPTOW, H. (1986): Biogene Amine in Lebensmitteln. - Stuttgart: Ulmer, 1986
- BUSTO, O., GUASCH, J. and BORRULL, F. 1996: Biogenic amines in wine. A review of analytical methods. J. Int. Sci. Vigne Vin 30(2): 85-101
- BUTEAU, C., DUTSCHAEVER, C.L. and ASHTON, G.C. 1984: High performance liquid chromatographic detection and quantitation of amines in must and wine. J. Chromatography A 284: 201-210
- CSOMÓS, E., HÉBERGER, K. and SARKADI, L.S. 2002: Principal component analysis of biogenic amines and polyphenols in Hungarian wines. J. Agric. Food. Chem. 50: 3768-3774
- DESSER, H. und BANDION, F. 1985: Zur Kenntnis einiger biogener Amine des Traubenweines bezüglich ihrer Konzentrationsveränderungen durch bestimmte kellerwirtschaftliche Maßnahmen und während der Lagerung von Flaschenwein. Mitt. Klosterneuburg. 35: 16-19
- DESSER, H., BANDION, F. und KLÄRING, W. 1981: Zur Kenntnis einiger biogener Amine des Traubenmostes und Traubenweines. Mitt. Klosterneuburg. 31: 231-237
- DROZ, C. und TANNER, H. 1986: Bestimmung von biogenen Aminen mittels RP-HPLC. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 119: 75-77
- FÄTH, K.-P. und RADLER, F. 1994: Untersuchung der Aminbildung bei Milchsäurebakterien. Wein-Wiss. 49: 11-16
- FRÖHLICH, D. und BATTAGLIA, R. 1980: HPLC-Analyse von biogenen Aminen in Wein. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 71: 38-44
- GLORIA, M.B.A., WATSON, B.T., SIMON-SARKADI, L. and DAESCHEL, M.A. 1998: A survey of biogenic amines in Oregon Pinot noir and Cabernet Sauvignon wines. Amer. J. Enol. Vitic. 49(3): 279-282
- HUPF, H. und JUGEL, H. 1992: Biogene Amine im Wein - Erfahrungen im Rahmen des Verbraucherschutzes. Dt. Lebensm.-Rundschau 88(12): 382-387
- JAKOB, L. 1968: Die Adsorption von Histamin und Acetylcholin bei der Bentonitbehandlung von Wein. Weinberg und Keller 15: 555-561
- KRAUSE, I., BOCKHARDT, A., NECKERMANN, H., HENLE, T. und KLOSTERMEYER, H. 1995: Simultaneous determination of amino acids and biogenic amines by reversed-phase high performance liquid chromatography of the dabsyl derivatives. J. Chromatography A 715: 67-79
- LEHTONEN, P. 1986: Isolation and HPLC determination of amines in wine. Z. Lebensm.-Unters. -Forsch. 183: 177-181
- LEHTONEN, P., SAARINEN, M., VESANTO, M. and RIEKKOLA, M.-L. 1992: Determination of wine amines by HPLC using automated precolumn derivatisation with o-phthalaldehyde and fluorescence detection. Z. Lebensm.-Unters. -Forsch. 194: 434-437
- LEITÃO, M.C., TEIXEIRA, H.C., BARRETO CRESPO, M.T. and SAN ROMÃO, M.V. 2000: Biogenic amines occurrence in wine: Amino acid decarboxylase and proteolytic activities expression by *Oenococcus oeni*. J. Agric. Food Chem. 48: 2780-2784
- LÜTHY, J. und SCHLATTER, C. 1983: Biogene Amine in Lebensmitteln : zur Wirkung von Histamin, Tyramin und Phenylethylamin auf den Menschen. Z. Lebensm.-Unters. -Forsch. 177: 439-443
- MADER, S. und BRANDES, W. 2001: Einfluss unterschiedlicher Stickstoffgehalte im Boden auf den Gehalt verschiedener biogener Amine bei Apfel. Mitt. Klosterneuburg 51: 148-163
- MAXA, E., BRANDES, W. und DANIEL, R. 1992: HPLC-Methode zur routinemäßigen Quantifizierung von biogenen Aminen in Wein. Mitt. Klosterneuburg 42: 165-170
- MAXA, E., und BRANDES, W. 1993: Biogene Amine in Fruchtsäften. Mitt. Klosterneuburg 43: 101-106
- MAYER, K. und PAUSE, G. 1968: Untersuchungen zum Histamingehalt in Weinen. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 59: 572-578
- MAYER, K. und PAUSE, G. 1985: Senkung der Amingehalte in Wein durch Bentonitbehandlung - Laborversuche. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 121: 203-208
- PECHANEK, U., PFANNHAUSER, W. und WOIDICH, H. 1983: Untersuchung über den Gehalt biogener Amine in vier Gruppen von Lebensmitteln des österreichischen Marktes. Z. Lebensm.-Unters. -Forsch. 176: 335-340
- PECHANEK, U., WOIDICH, H., PFANNHAUSER, W. und BLAICHER, G. 1980: Untersuchung über das Vorkommen von biogenen Aminen in Lebensmitteln. Ernährung 4(2): 58-61
- PEREIRA, M.J. et BERTRAND, A. 1994: Validation d'une méthode de dosage. Application à l'analyse des amines biogènes du vin. Bull. O.I.V. (765/766): 918-962
- RADLER, F. 1972: Problematik des bakteriellen Säureabbaus. Weinberg und Keller 19: 357-371
- SCHOLTEN, G. und FRIEDRICH, G. 1998: Biogene Amine in Wein. Vorkommen, Analytik und Beeinflussung. Dt. Weinmagazin 19(9): 27-32
- SOUFLEROS, E., BARRIOS, M.-L. and BERTRAND, A. 1998: Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. Amer. J. Enol. Vitic. 49(3): 266-278
- TORREA, D. and ANGIN, C. 2002: Content of biogenic amines in a Chardonnay wine obtained through spontaneous and inoculated fermentations. J. Agric. Food Chem. 50: 4895-4899
- UMAGAT, H., KUCERA, P. and WEN, L.-F. 1982: Total amino acid analysis using pre-column fluorescence derivatisation. J. Chromatography A 239: 463-474
- VIDAL-CAROU, M.C., AMBATTLE-ESPUNYES, A., ULLA-ULLA, M.C. and MARINE-FONTI, A. 1990: Histamine and Tyramine in Spanish wines : Their formation during the wine-making process. Am. J. Enol. Vitic. 41(2): 160-167
- WOIDICH, H., PFANNHAUSER, W., BLAICHER, G. und PECHANEK, U. 1980: Beitrag zur Untersuchung von biogenen Aminen in Rot- und Weißweinen. Mitt. Klosterneuburg 30: 27-31

Manuskript eingelangt am 5. April 2002