

官能評価訓練用ワインフレーバーサンプルの作成

藤田 晃子・後藤 奈美

Formulation of Wine Flavor Samples for Sensory Evaluation Training

Akiko FUJITA and Nami GOTO-YAMAMOTO

目 的

ワインの特徴香やオフフレーバーを適切に識別し、評価することは、ワインの官能評価を行うために不可欠な能力であり、効果的な官能評価訓練を行うためにはこれらの香気成分を示すサンプル作成が重要である。現在、市販のワインフレーバーサンプルには、小さい瓶から香りを嗅ぐタイプの製品や、カプセルに入った香気成分をワイン1本に添加する製品等がある。しかし、研修会などある程度的人数が一度に使用するには、水、アルコール溶液またはワインに香気成分を添加したサンプルが適しており、さらにサンプル量や濃度が調節できることが望ましい。そこで、試薬として入手できる香気成分を用いて官能評価訓練用の標準的な濃度を決め、その1000倍濃度の原液を、必要な場合に使用したり分譲したりできるようにスクリュウキャップ付きのバイアルに分注して冷凍保存することとした。また、ワインを用いて酸化臭や日光臭のサンプルを作成する際の標準的な方法を定めた。

方 法

代表的なワインの特徴香及びオフフレーバーのうち、試薬として入手可能な成分(表)について、当研究所でこれまでに作成していたサンプル濃度やワインの官能評価に関するテキスト²²⁾で紹介されているサンプル濃度、及び報告されている閾値等を参考に予備的に濃度を設定した。この水溶液の上立香を当研究所職員及び福山大学生命工学部教員の男性6名、女性5名の計11名(平均年齢45歳)がパネルとなり5段階(1:弱すぎる~3:適当~5:強すぎる)で評価した。平均点が3か

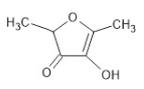
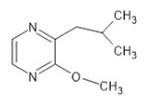
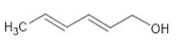
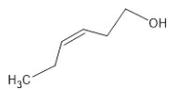
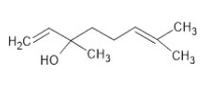
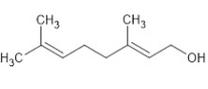
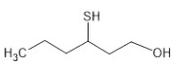
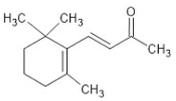
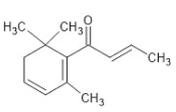
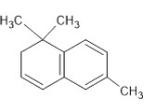
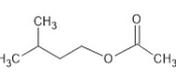
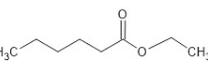
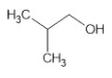
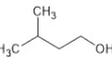
ら大きく外れる場合は濃度を再調整して同男性5名、女性5名の計10名(平均年齢44歳)で再度評価を行い、濃度を決定した。また、当研究所で製造したシャルドネの白ワイン(2008年及び2012年産のブレンド)又はメルロの赤ワイン(2005年、2008年及び2012年産のブレンド)に添加して同10名で上立香(0:感じない~3:強い)の評価も行った。

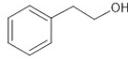
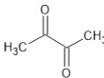
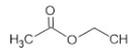
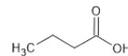
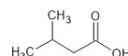
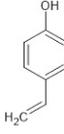
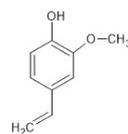
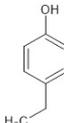
劣化臭(酸化、光劣化、及び加温劣化(熱劣化))のサンプルについては、無色透明瓶に入った360 mLの白ワイン(同上)を使用し、異なる環境に4週間置いて作成した。酸化サンプルについては、720 mLの無色透明瓶2本にそれぞれ360 mLの白ワインを移し、1本はそのまま打栓、もう1本は45 μ Lの30%過酸化水素水を添加した後打栓して、30℃の暗室に置いた。光劣化サンプルについては、1本は1月下旬から直射日光の当たる南向きのベランダに置き、1本はクリーンベンチ内に置いて紫外線を照射した。加温劣化サンプルについては、1本を40℃の恒温器に置いた。また、対照サンプルについては、1本を15℃の暗室に置いた。作成後、当研究所職員の男性2名、女性2名の計4名(平均年齢47歳)で色と香味を評価した。

結 果

設定した水溶液の濃度を表に示す。香りの特徴がはっきりわかる濃度を設定したため、閾値の数倍~数千倍の濃度となった。フレーバーサンプルは、試薬を水(硫化水素、酪酸、イソ吉草酸の場合)またはエタノールに溶解して調製した1000倍溶液、イソブタノールの場合は原液を、スクリュウキャップ付きのバイアルに分注し、-30℃の冷凍庫に保存した。酢酸と亜硫酸については食酢とピ

表 ワインフレーバーサンプルの概要

No.	成分名	特徴など	製造元、規格及び純度	標準的な使用濃度	閾値	構造式
ブドウに由来する香気成分（前駆体として含まれる場合を含む）						
1	フラネオール Furaneol 4-ヒドロキシ-2,5-ジメチル-3(2H)-フラノン 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone	アメリカ系ブドウに含まれる綿飴のような甘い香り	SIGMA-ALDRICH 95%	10 mg/L	Perception threshold: 50-100 µg/L ¹⁾ 10 µg/L 水中 ²⁾	
2	2-イソブチル-3-メトキシピラジン 2-Isobutyl-3-methoxypyrazine	未熟なカベルネ系品種のグリーンな匂い、ピーマン臭	WAKO 96.0 + %	100 ng/L	Perception threshold in water, 2 ng/L, detection threshold in wine, 15 ng/L ³⁾	
3	trans,trans-2,4-ヘキサジエノール trans,trans-2,4-Hexadien-1-ol	青臭、グリーンな匂い	SIGMA-ALDRICH FG 97 + %	100 mg/L	25 ppm ⁴⁾	
4	cis-3-ヘキセノール cis-3-Hexen-1-ol	草、青臭、グリーンな匂い	WAKO 和光一級 97.0 + %	5 mg/L	400 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
5	リナロール Linalool 3,7-ジメチル-1,6-オクタジエン-3-オール 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	モノテルペンアルコール、スズランの香り	WAKO 和光一級 98.0 + %	5 mg/L	Perception threshold in wine, 50 µg/L ³⁾ 15 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾ 25.2 µg/L in a synthetic wine (11% v/v EtOH sol. of pH 3.4) ⁶⁾	
6	ゲラニオール Geraniol trans-3,7-ジメチル-2,6-オクタジエン-1-オール trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	モノテルペンアルコール、バラの香り	WAKO 和光一級 97.0 + %	5 mg/L	Perception threshold in wine, 130 µg/L ³⁾ 30 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
7	3-メルカプトヘキサノール 3-Mercaptohexan-1-ol (3MH)	ソービニオン・ブラン、グレープフルーツ、甲州の柑橘系の香り、猫の尿	ALFA AESAR 96%	200 ng/L	Perception threshold in 12% EtOH, 60 ng/L ³⁾	
8	β-イオノン β-Ionone	赤ワインに共通するスマイルの香り（感じない人が5割程度いる。 ⁷⁾ ）	TCI EP 95.0 + %	1 mg/L	Perception threshold in water; 120 ng/L, in model solution, 800 ng/L ³⁾ 90 ng/L in a synthetic wine ⁶⁾	
9	β-ダマセノン β-Damascenone 1-(2,6,6-トリメチルシクロヘキサ-1,3-ジエン-1-イル)-2-ブテン-1-オン 1-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-diene-1-yl)-2-butene-1-one	リングのコンポートのような甘い香り（エステル香を補強し、ピラジン臭をマスクする。 ⁸⁾ ）	SIGMA-ALDRICH FG 1.1-1.3% in Ethanol	100 µg/L	Perception threshold in water; 3-4 ng/L, in model solution, 40-50 ng/L ³⁾ 50 ng/L in 10% EtOH ⁵⁾	
10	1,1,6-トリメチル-1,2-ジヒドロナフタレン 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (TDN)	リースリングの灯油臭	TORONTO 80 + %	20 µg/L	2 µg/L in model wine (10% w/w EtOH and 1% w/w tartaric acid) and a neutral white wine ⁹⁾ 20 µg/L ¹⁰⁾	
アルコール発酵やMLFに由来する香気成分						
11	酢酸イソアミル Isoamyl acetate 酢酸3-メチルブチル 3-Methylbutyl acetate	発酵香成分のエステル、バナナの香り	TCI GR 98.0 + %	5 mg/L	30 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
12	カプロン酸エチル Ethyl caproate ヘキサノ酸エチル Ethyl hexanoate	発酵香成分のエステル、リングの香り	TCI GR 99.0 + %	2.5 mg/L	14 µg/L in a synthetic wine ⁶⁾	
13	イソブタノール Isobutanol 2-メチル-1-プロパノール 2-Methyl-1-propanol	発酵香成分の高級アルコール	TCI GR 99.0 + %	1 g/L	40 mg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
14	イソアミルアルコール Isoamylalcohol 3-メチル-1-ブタノール 3-Methyl-1-butanol	発酵香成分の高級アルコール	TCI GR 98.0 + %	200 mg/L	30 mg/L in 10% EtOH ⁵⁾	

No.	成分名	特徴など	製造元、規格 及び純度	標準的な 使用濃度	閾 値	構造式
15	フェネチルアルコール Phenethyl alcohol 2-フェニルエタノール 2-Phenylethanol	発酵香成分の高級アル コール、バラの香り	WAKO 和光特級 98.0+ %	20 mg/L	14 mg/L in a synthetic wine ⁶⁾	
16	ダイアセチル Diacetyl 2,3-ブタンジオン 2,3-Butanedione	MLFによって生じる 発酵バター匂いの	SIGMA-ALDRICH 97%	1 mg/L	100 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
オフフレーバー						
17	硫化水素 Hydrogen sulfide	腐った卵、温泉、硫化 臭	硫化ナトリウム九 水合物 Sodium sulfide nonahydrate WAKO 試薬特級 98.0+ %	280 µg/L	Perception threshold, 0.8 µg/L ¹¹⁾	H ₂ S
18	エチルメルカプタン Ethylmercaptane エタンチオール Ethanethiol	タマネギ、ガス	TCI EP 98.0+ %	5 µg/L	Perception threshold, 0.1 µg/L ¹¹⁾	
19	ジメチルスルフィド Dimethyl sulfide (DMS)	磯の香、海苔、コーン	WAKO 和光特級 98.0+ %	200 µg/L	Perception threshold, 5 µg/ L ¹¹⁾ 10 µg/L in 10% EtOH ⁴⁾	
20	アセトアルデヒド Acetaldehyde エタナル Ethanal	アルデヒド臭、青臭、 青りんご、焦げたナツ ツ 酵母の他、様々な微生物 が生成する。酸化した 白ワインにも含まれる。	SIGMA-ALDRICH ACS reagent 99.5 + %	100 mg/L	Sensory threshold in wines, 100-125 mg/L ¹²⁾ 500 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
21	酢酸 Acetic acid	酸臭 乳酸菌、酢酸菌、 <i>Brettanomyces</i> 等による 汚染により生成する。 糖濃度が高い時には、 ワイン酵母も比較的 多く作る。	MIZKAN 穀物酢 4.2%	1 g/L	0.6-0.9 g/L ¹³⁾ ワイン中で0.72 g/L以下で は検知困難 ¹¹⁾ 0.2 g/L in 10% EtOH ⁵⁾	
22	酢酸エチル Ethyl acetate	除光液や接着剤様の匂 い 野生酵母、産膜酵母や 酢酸菌汚染によって生 成する。	WAKO 食品添加 物 98.0+ %	125 mg/L	ワイン中で120 mg/L以下で は香味に影響しない ⁹⁾ 7.5mg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
23	酪酸 Butyric acid	チーズ様 酪酸菌や乳酸菌汚染に よって生成する。	WAKO 和光特級 98.0+ %	50 mg/L	173 µg/L in a synthetic wine ⁶⁾ 10 mg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
24	イソ吉草酸 Isovaleric acid 3-メチルブタン酸 3-Methylbutanoic acid	納豆、納屋、臭くな った足の裏の匂い <i>Brettanomyces</i> 属酵母 や枯草菌が生成する。	WAKO 和光特級 98.0+ %	20 mg/L	33.4 µg/L in a synthetic wine ⁶⁾	
25	4-ビニルフェノール 4-Vinylphenol (4VP)	薬品臭、プラスチック、 白ワインのフェノレ <i>Saccharomyces</i> 属酵母 が生成する。	FLUOROCHEM 10% in Propylene glycol	50 mg/L	180 µg/L in a synthetic wine with 12% EtOH, 770 µg/L in white wine, 1.5 mg/ L in red wine ¹⁴⁾ 440 µg/L in model wine, 600 µg/L in red wine ¹⁵⁾	
26	4-ビニルグアヤコール 4-Vinylguaiacol (4VG) 2-メトキシ-4-ビニルフェ ノール 2-Methoxy-4-vinylphenol	スモーキー、カーネー ション、白ワインの フェノレ <i>Saccharomyces</i> 属酵母 が生成する。	PENTA FG 10% in Ethanol	2.5 mg/L	1.1 mg/L in a synthetic wine ⁶⁾ 40 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾ 130 µg/L in a synthetic wine, 440 µg/L in white wine, 380 µg/L in red wine ¹⁴⁾ 33 µg/L in model wine, 110 µg/L in red wine ¹⁵⁾	
27	4-エチルフェノール 4-Ethylphenol (4EP)	レザー臭、馬小屋臭、 赤ワインのフェノレ <i>Brettanomyces</i> 属酵母 が生成する。	TCI EP 97.0+ %	5 mg/L	605 µg/L in red wine, 130 µg/L in water ¹⁶⁾ 30-60 µg/L in red wine ¹⁵⁾	

No.	成分名	特徴など	製造元、規格及び純度	標準的な使用濃度	閾値	構造式
28	4-エチルグアヤコール 4-Ethylguaiacol (4EG) 2-メトキシ-4-エチルフェノール 2-Methoxy-4-ethylphenol	スモーキー、クローブ、赤ワインのフェノレ <i>Brettanomyces</i> 属酵母が生成する	TCI EP 97.0+%	10 mg/L	110 µg/L in wine, 25 µg/L in water ¹⁶⁾ 33 µg/L in a synthetic wine ⁶⁾ 20 µg/L in water ¹⁵⁾	
29	2-アセチル-1-ピロリノン 2-Acetyl-1-pyrroline	ネズミ様臭の1つ 香り米、スイートコーン等の香り成分でもある。	TORONTO ~10% in Toluene	1 µg/L	0.1 µg/L in water ¹⁷⁾	
30	2-アセチルピリジン 2-Acetylpyridine	麦芽やポップコーンの香り	TCI EP 99.0+%	1 mg/L	19 µg/L in water ¹⁸⁾	
31	2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジン 2-Acetyl-3,4,5,6-tetrahydropyridine (ATHP)	ネズミ様臭の一つ、豆臭、焼き立てのパン、クラッカー、ポップコーンの香り <i>Brettanomyces</i> 属酵母が生成する。	2-Acetyl-3,4,5,6-tetrahydropyridine hydrochloride TORONTO Technical Grade	10 µg/L	1.6 µg/L in water ¹⁷⁾	
32	亜硫酸 (二酸化硫黄) Sulfite (Sulfur dioxide)	刺激臭、マッチを擦ったときの匂い (亜硫酸の過剰添加で感じる。)	ピロ亜硫酸カリウム Potassium pyrosulfite WAKO 食品添加物 93.0+%	350 mg/L SO ₂ at pH 3.5	分子状SO ₂ として2 mg/L ¹⁹⁾	
33	2,4,6-トリクロロアニソール 2,4,6-Trichloroanisole (TCA) 2,4,6-トリクロロ-1-メトキシベンゼン 2,4,6-Trichloro-1-methoxybenzene	カビ臭、コルク臭	SIGMA-ALDRICH 99%	10 ng/L	Perception threshold in non-aromatic dry white wine, 4 ng/L ¹¹⁾	
34	ジオスミン Geosmin	土、カビ、埃	WAKO 水質試験用 98.0+%	500 ng/L	Perception threshold: 10 ng/L in water, 50-80 ng/L in wine, 25 ng/L in non-aromatic dry white wine ¹¹⁾	
35	スチレン Styrene ビニルベンゼン Vinylbenzene	プラスチック臭	TCI GR 99.0+% (stabilized with TBC)	1 mg/L	20 µg/L 水 ²⁰⁾	
樽及び熟成に由来する香気成分						
36	バニリン Vanillin 4-ヒドロキシ-3-メトキシベンズアルデヒド 4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	バニラの香り、樽香成分	WAKO 和光特級 98.0+%	5 mg/L	200 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾ 65 µg/L in a synthetic wine, 400 µg/L in white wine, 320 µg/L in red wine ¹⁴⁾ 60 µg/L in 10% EtOH of pH 3.2 ²¹⁾	
37	オイゲノール Eugenol 4-アリル-2-メトキシフェノール 4-Allyl-2-methoxyphenol	クローブ (丁香) のスパイシーな香り、樽香成分	WAKO 和光一級 95.0+%	1 mg/L	6 µg/L in a synthetic wine ⁶⁾ 5 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	
38	グアヤコール Guaiacol o-メトキシフェノール o-Methoxyphenol	薬品様、フェノール臭、燻製臭	WAKO 和光特級 99.0+%	500 µg/L	Perception threshold in dry white wine, 20 µg/L ¹¹⁾ 20 µg/L in a synthetic wine, 95 µg/L in white wine, 75 µg/L in red wine ¹⁴⁾	
39	ソトロン Sotolon 3-ヒドロキシ-4,5-ジメチル-2(5H)-フラノン 3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone	白ワインの酸化的熟成香、黒砂糖の香り	TCI ca. 14% in Propylene glycol	100 µg/L	5 µg/L in 10% EtOH ⁵⁾	

口垂硫酸カリウムを使えばワイナリー等でも容易に標準的な濃度のサンプル調製が可能なることから、使用の都度調製することとし、保存溶液は作成しなかった。

なお、表は便宜的に、ブドウに由来する香気成分、アルコール発酵やMLFに由来する香気成分、オフフレーバー、及び樽及び熟成に由来する香気成分に分類して記載したが、濃度によっては異なる分類になりうることは留意が必要である。

ワインに添加すると分かりにくくなる成分には、*cis*-3-ヘキセノール、フェネチルアルコール、2-アセチル-1-ピロリン及び2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジンがあった。分かりにくい場合は濃度を調整する必要がある。なお、ネズミ様臭や豆臭成分のNo. 31、2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジンは、アミノ体とイミノ体の平衡状態にあり、ワインの低pH条件では極性が高く、揮発しにくいアミノ体が多くなるため、ワインに添加すると匂いを感じにくくなる。口中では唾液によって中性に近づくため匂いを感じやすくなり、ネズミ様臭は口中香として感じやすい、と言われるのはこれが理由であると報告されている¹⁷⁾。ただし、今回作成したフレーバーサンプルの多くは食品添加物に指定されていない試薬を用いているため、口に含まず、上立香のみでの実施としている点に留意が必要である。

香気成分の感じ方には個人差があることが知られている。3-メルカプトヘキサノールは高濃度では汗臭さや猫尿臭と呼ばれる動物的な匂い、低くなるとグレープフルーツのような柑橘系の香と感じられるが、これまでに実施した官能評価実習では、この感じ方にも大きな個人差があった。当研究所では3-メルカプトヘキサノール及び匂いを感じられる濃度の差が大きかったリナロールは10倍濃度を準備することもある。また、 β -イオノン匂いを感じない人が約5割いると報告されており⁷⁾、同様にこれまでの実習の経験では4-ビニルフェノールも通常の濃度では匂いを感じない人が一定の割合であった。

劣化臭のサンプルについて評価した結果、酸化サンプルは両者ともに黄色が濃くなり、酸化臭が感じられたが、過酸化水素水を添加していない方は対照との差がわかりにくかった。過酸化水素水を添加した方は十分に酸化し、色の濃さ、酸化臭ともに強く、サンプルとして適当と考えられた。

光劣化サンプルは色の変化はほとんどなかったが、日光、紫外線照射ともに硫黄系の匂いを感じられ、どちらもサンプルとして適当であった。

加温劣化サンプルは黄色がやや濃くなり、甘い匂いを感じられ、苦味が強くなった。

以上の結果から、代表的な劣化である酸化、光劣化、及び加温劣化のサンプルを作成する標準的な方法を次のとおり設定した。

- ・酸化：720 mLまたは750 mL瓶に移した白ワイン360 mLに対し、オキシドール（3%過酸化水素水）を450 μ L添加して密栓し、30℃の暗所に4週間置く。
- ・光劣化：透明瓶に入った白ワインを直射日光の当たる場所に4週間置く。
- ・加温劣化：白ワインを瓶のまま40℃の暗所に4週間置く。
- ・対照：各劣化臭作成に用いたものと同じロットのワインを瓶のまま15℃の暗所で保存する。

なお、元のワインによっては各劣化臭の付き方が異なることが想定されるため、研修会などで使用する場合には、予め予備試験を行ない、適度な劣化臭のサンプルを準備することが推奨される。

謝 辞

サンプル作成にご協力いただいた福山大学生命工学部吉崎隆之准教授、表の作成にご協力いただいた当研究所澁谷一郎コーディネーター、及び官能評価にご協力いただいた皆様に感謝いたします。

引用文献

- 1) Y. Margalit, Chapter IV Aroma and flavor, *in* Concept in Wine Chemistry, The Wine Appreciation Guild (1997)
- 2) 時友裕紀子, 果実の香気成分, 化学と生物, **55**, 743-749 (2017)
- 3) P. Ribéreau-Gayon et al., 7 Varietal aroma, *in* Handbook of Enology, Vol. 2, 2nd Ed. Wiley (2006)
- 4) https://www.chemicalbook.com/ProductIndex_JP.aspx
- 5) H. Guth, Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties, *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 3027-3032 (1997)

- 6) V. Ferreira et al., Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties, *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 1659 – 1667 (2000)
- 7) A. Plotto et al., Specific anosmia observed for β -ionone, but not for α -ionone: significance for flavor research, *J. Food Sci.*, **71**, S401 – S406 (2006)
- 8) B. Pineau et al., Which impact for β -damascenone on red wines aroma?, *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 4103 – 4108 (2007)
- 9) G. L. Sacks et al., Sensory threshold of 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (TDN) and concentrations in young Riesling and non-Riesling wines, *J. Agric. Food Chem.*, **60**, 2998 – 3004 (2012)
- 10) Y. Margalit, Chapter V Oxidation and wine aging, in *Concept in Wine Chemistry*, The Wine Appreciation Guild (1997)
- 11) P. Ribéreau-Gayon et al., 8 Chemical nature, origin and consequences of the main organoleptic defects, in *Handbook of Enology*, Vol. 2, 2nd Ed. Wiley (2006)
- 12) B. W. Zoecklein et al., 14 Oxygen, carbon dioxide and nitrogen, in *Wine Analysis and Production*, Chapman & Hall (1995)
- 13) <https://waterhouse.ucdavis.edu/whats-in-wine/volatile-acidity>
- 14) J.N. Boidron et al., Influence du bois sur certaines substances odorantes des vins, *Connaissance Vigne Vin*, **22**, 275 – 294 (1988) (cited in (21))
- 15) A. Oelofse et al., Significance of *Brettanomyces* and *Dekkera* during winemaking: A synoptic review, *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **29**, 128 – 144 (2008)
- 16) P. Chatonne et al., The origin of ethylphenols in wines, *J. Sci. Food Agric.*, **60**, 165 – 178 (1992)
- 17) E.M. Snowdon et al., Mousy off-flavor: A review, *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 6465 – 6474 (2006)
- 18) L. Künzler et al., Untersuchungen zur entstehung von 2-acetylpyridin und des mäuseltons in wein, *Mitteilungen Klosterneuburg*, **63**, 187 – 198 (2013)
- 19) <http://www.brsquared.org/wine/Articles/SO2/SO2.htm>
- 20) 厚生労働省水質基準の見直しにおける検討概要 <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/dl/ken16.pdf>
- 21) M.J. Gómez-Míguez et al., Volatile components of Zalema white wines, *Food Chem.*, **100**, 1464 – 1473 (2007)
- 22) R. S. Jackson, 5 Quantitative (technical) wine assessment, in *Wine Tasting: A Professional Handbook*, Academic Press (2002)