

The Australian Wine Research Institute (AWRI) (2020年3月更新)

概況報告書
ワイン醸造

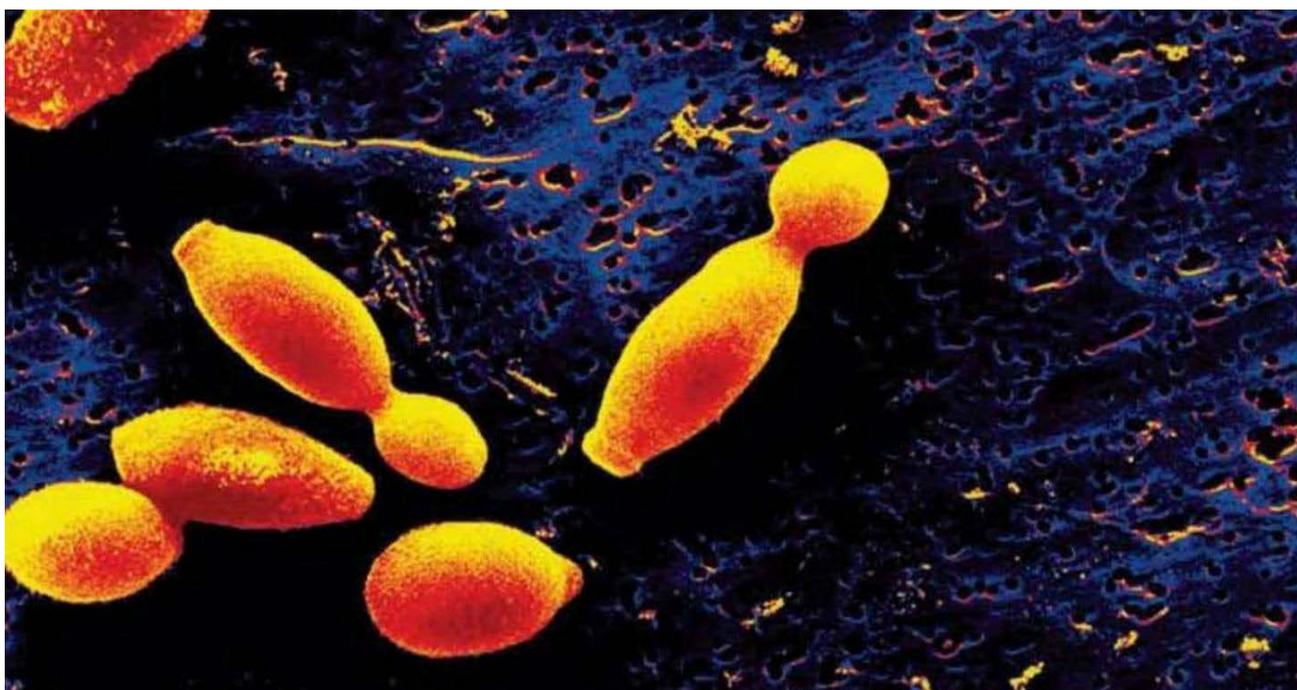
(訳注及び免責事項) この記事は、下記のサイトから、AWRI の同意を得て翻訳したものです。

<https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2014/05/Brett-fact-sheet.pdf>

なお、翻訳には細心の注意を払っていますが、完全性及び正確性を保証するものではありません。

ワイン醸造中の *Brettanomyces* のコントロール

Controlling *Brettanomyces* during winemaking



はじめに

Brettanomyces はワイナリーによく見られる酵母で、揮発性フェノール化合物の生成によってワインに大きな品質劣化をもたらす。これらの揮発性フェノール化合物のうち、特に 4-エチルフェノール (4EP)、4-エチルグアイアコール (4EG)、および 4-エチルカテコール (4EC) は「絆創膏のような」、「薬品のような」、「馬のような」、そして「納屋のような」という望ましくない官能特性と関連しており、これらはまとめて「*Brettanomyces* 臭」の特性として知られている。*Brettanomyces* はオーストラリアのすべてのワイン生産地区に見られ、官能的にマイナスの影響を与える可能性があるため、たとえ *Brettanomyces* の品質劣化問題を経験していなくても、全てのワイナリーが対応戦略を適切に行うこと

が賢明である。*Brettanomyces* をコントロールするための措置はまた、他の微生物汚染、揮発酸（VA）、および一般的なワインの不安定性の問題を避けるという他にもプラスの結果をもたらすようである。

ワイン中の *Brettanomyces* の生育は多くの要因の影響を受け、これらのうちのいくつかは関連している。このことは *Brettanomyces* をコントロールするには多面的なアプローチが必要であることを意味する。もしも、一つの要因だけについて対処しても、*Brettanomyces* のコントロールはうまくいかないだろう。しかしながら、ここで議論している要因のすべて、あるいはほとんどの要因に対して対処をすれば *Brettanomyces* による品質劣化は大幅に減少するはずである。*Brettanomyces* のコントロール戦略の鍵となる主な要因を以下に述べる。

一般的な衛生管理

ワイナリーにおける洗浄と衛生管理は、望ましくない酵母、細菌、カビの蓄積を防ぐのを助けることによって、様々な微生物による汚染の問題をコントロールする上で極めて重要である。ワイン醸造期間中は、望ましくない微生物の数を最小限に保てるように、除梗破碎機、圧搾搾汁機、マストを通すラインが定期的に（少なくとも毎日）、確実に洗浄・殺菌されているよう、注意を払わなくてはならない。製造工程の設備を清潔に保つことは、微生物に隠れ場所を提供する有機物の蓄積を防止することにもなる。

ワイナリー内でワインを移動させる際には、クロス・コンタミネーションを防ぐため、タンクおよび樽も定期的に洗浄しなくてはならない。加えて、ワインやワイナリーに運び込まれる樽の微生物の状態や、ワインの 4EP/4EG 濃度を、目注ぎ（topping）用のワインも含めて、確認することが望ましい。

残糖

ワイン中の残糖は、*Brettanomyces* の増殖にとって非常に都合が良い。したがって、主発酵がうまく終わるように最適化することが「*Brettanomyces* 臭」を防ぐ戦略の重要な部分である。赤ワインにおける残糖を最少化する最も簡単な方法は次の3つである。

- ・酵母の販売元が推奨する方法に従って、可能な限り最強の酵母スターターを使う — 特に高糖度のマストの場合
- ・酵母が最も活発な時にエアレーションを行う — 空気供給しながらの液循環、または液を引き抜きその後元に戻す操作を少なくとも1回は実施すること
- ・圧搾時において酵母の温度ショックを避ける — 圧搾中および圧搾後の少なくとも12時間は、ワインの温度を発酵槽の温度から2℃以内の範囲に保つこと

また、主発酵が完全に終わったかどうかを推測するよりも、酵素アッセイ法を用いて赤ワイン中の残糖濃度を確認する方が重要である。

亜硫酸（SO₂）

亜硫酸は、微生物による汚染を防ぎ、ワインの酸化を最小限に抑え、ワインの寿命を延ばすためにも非常に重要な添加物である。単に亜硫酸を多く使用することが適切な事例もあるが、*Brettanomyces* をコントロールするには必ずしも最良の方法ではない。むしろ、最も効果的に亜硫酸を使用する方が良い。ワイン醸造における亜硫酸の使用に関するより詳しい解説は、Robinson と Godden の論文（2003）に記載されているが、*Brettanomyces* の汚染リスクを最小限に抑えるいくつかの簡単な原則がある。

- ・微生物による問題の可能性を大幅に減らすには、除梗破碎時に適量の亜硫酸を添加すればよい。ただし、これを行うと全ての酵母と細菌を抑制してしまう可能性があり、その結果、マロラクティック発酵（MLF）用に乳酸菌を添加する必要が生じる。
- ・覚えておかななくてはならないことであるが、亜硫酸をワインに添加すると、遊離亜硫酸（抗菌的な活性を持つ化合物）になるのは、そのうちの約 35%から 40%だけである – したがって亜硫酸の効果を示す十分な量の亜硫酸を添加すること。少量ずつ複数回亜硫酸を添加するよりも、まとまった量を一度に添加する方が亜硫酸の効果はずっと高い。
- ・亜硫酸と pH との関係をおぼえてはならない。同じ抗菌効果を得るために必要な亜硫酸量は、ワインの pH が高いほど多くなる。
- ・MLF 期間中、ワインは微生物の汚染を非常に受けやすいので、MLF が終了したらできるだけ早くまとまった量の亜硫酸を添加するのは良い考えである – そして MLF が順調に速く進行するよう、あらゆる手段を尽くすこと。
- ・亜硫酸は濁度の高いワインに添加すると効果は弱くなる。このことは、濁りのあるワインには亜硫酸を添加すべきでないと言っている訳ではないが、もし濁りのあるワインなら、同等の効果を得るためにはより多くの亜硫酸が必要になる。このことはまた、ワインの熟成期間中、ワインの濁度を低く維持するのが良いことを意味している。
- ・遊離亜硫酸の総亜硫酸に対する比率はワイン醸造に役立つ指標であり、モニタリングする価値がある。この比率が減少した場合は、遊離亜硫酸が失われているか、あるいはワイン中の他の化合物に結合していることを示しており、もしそのようなことが起これば、その原因を調べるべきである。
- ・ワインの移動時には、どんなに注意深く行っても 5 mg/L の亜硫酸が失われる可能性がある。

pH

Brettanomyces の増殖は pH が高くなるとより盛んになる。ただし、これは pH と亜硫酸の効果との関係が主な理由である。通常、MLF 終了時は、ワインの pH が最も高く、遊離亜硫酸が最も少なくなっており、このことが潜在的な *Brettanomyces* の増殖とワインの品質劣化に対して重要な時期となっている。ワイン醸造家は、MLF が終了したらできるだけ早く赤ワインを清澄化し、少量ずつ複数回に分けてではなく、むしろ一度にまとまった量の亜硫酸を添加することが推奨される。

樽の衛生管理

樽の衛生管理は *Brettanomyces* のコントロール戦略においても重要な要素であるが、樽の衛生管理単独では *Brettanomyces* の問題を解決できないことを覚えておくことは極めて重要である。おまけに、樽が *Brettanomyces* 酵母を多く含むワインで再汚染されるなら、樽の衛生管理に費やされたいかなる努力も無駄になってしまうだろう。

世界中のワイナリーで用いられる樽の衛生管理方法は様々であり、これらには、冷水および温水によるすすぎ、樽への亜硫酸水溶液の充填、蒸気洗浄、オゾン、超音波、マイクロ波、さらにはドライアイスの粒子を噴出させるものまでである。

既に汚染された樽を修復するためには、AWRI では最も効果的で実用的な樽の殺菌法として温水洗浄を推奨する。つまり、70℃以上の温水で樽を満量にして 30 分以上保持する、あるいは 85℃の温水で 15 分以上（Coulter *et al.*, 2003）、理想的には樽の表面が触って熱く感じるまで保持する。この作業に使用した温水は他の樽の殺菌に再利用することは可能かもしれないが、ポンプの固定子（回転体の固定部分）とホースに悪影響を及ぼす可能性があることから、温水のポンプ移送には注意を払わなければならない。そのため、温水の移送にはサイフォンと重力を用いる方が良いだろう。

樽の目注ぎ

目注ぎに用いられるワインは、*Brettanomyces* や他の微生物による汚染源となり得る。一般にその保管状態が良くない – たいいてい目減りしているし、十分な遊離亜硫酸も無い。目注ぎするワインを確実に低温で目減りすることなく注意深く保管し、微生物の増殖を防ぐ適切な亜硫酸濃度で保持するという簡単な手段によって、広範囲なワインの微生物汚染を防ぐことができる。目注ぎに用いるワインを高い亜硫酸濃度で保管しておく、目注ぎに用いた時に、樽内の産膜性の微生物の増殖をコントロールするのに役立つ。

新樽 VS 古樽

Brettanomyces 酵母が古い木材に定着する可能性があるため、より古い樽がより大きなリスクをもたらす、と一般に思い込まれているかもしれないが、他のすべての条件が同じならば、新樽で貯蔵されたワインの方が古樽で貯蔵されたワインよりも早く遊離亜硫酸がなくなるということ覚えておかなければならない。ワインを新樽または直前に洗浄した樽に入れる際には、微生物の増殖防止に十分な亜硫酸濃度に保つために、このことを考慮する必要がある。

ろ過および清澄化

濁度が高いワインは、一般に濁度が低いワインよりも微生物汚染 (*Brettanomyces* を含む) のリスクが高い。この理由は、少なくとも一つは亜硫酸の効果に対する、高濁度の影響のためである。もしも濁りのあるワインに直面した時、濁りが本質的に無害であると単純にみなすよりも、むしろこの濁りを形作っているものは何なのかを調べるの方が重要である。もしワインの濁りが生きた微生物であると判ったら、瓶詰め前にワインをろ過することを強く奨める。ワイン醸造家の中には赤ワインをろ過することを躊躇する人がいるようだが、適切な方法で十分にろ過を行う方が、瓶詰め後の微生物汚染リスクをとるよりはずっと良いというのが AWRI の意見である。

他の処理と選択可能な検査項目

ここで説明した戦略を組み合わせることは *Brettanomyces* の汚染を防ぐ効果が高いことが示され、強く推奨されるが、*Brettanomyces* に対する処理方法は他にもいくつかある。*Brettanomyces* の生細胞を減らす、あるいは除去するための化学的処理法には、ソルビン酸、キトサン、二炭酸ジメチル (DMDC) が含まれ、瓶詰め前のろ過直前に使用することが最も効果的だろう。

伝統的に、寒天培地による培養試験が *Brettanomyces* の生細胞を確実に検出し、定量化する方法として用いられてきたが、今では *Brettanomyces* の DNA 検出法に基づいた委託分析に大きくとって代わられている。この方法は、揮発性物質の濃度が閾値以上に上昇する前に *Brettanomyces* を検出し定量化できるため、事後の官能検査による確認よりも有利である。

二酸化ケイ素および活性炭をファイニング（おり下げ・清澄化）剤として用いると *Brettanomyces* 由来の揮発性物質をワインから取り除く能力をある程度持っていることが示されてきたが、その効果および必要な添加量はワインによって異なるだろう。そのため、予備試験を行うことを奨める。

Brettanomyces 由来の揮発性物質を除去する最も効果的な方法は逆浸透膜 (RO) である。ほとんどのオース

トリアのワイン生産地区では、RO 装置の移動サービスが利用可能である。RO 装置にワインを1回通すごとに最大7%の4-エチルフェノールが除去可能であることが報告されたが、有益な揮発性物質も除去されるので、繰り返して通す場合は特に注意が必要である。したがって、RO 処理中にはワインを何回も官能評価するとともに、処理工程の進行状況を比較するため、ワインを経時的にサンプリングすることを奨める。

ほとんどの場合、ファイニングまたは RO 処理は、*Brettanomyces* 由来の揮発性物質の濃度を官能的に検出できなくなるレベルまで減らすことはできないだろうが、*Brettanomyces* の特徴が明確でなくなるようにワインをブレンドできるレベルまで低下させることは可能かもしれない。*Brettanomyces* 由来の揮発性物質の感知は、オークからの揮発物質のようなワインの他の特徴によってマスキングされる可能性も示されている。

これらの化学的処理、モニタリング方法、ファイニングおよび RO に関する詳しい情報は AWRI のウェブサイトの [Brett FAQ page](#) でご覧いただけます。

参考文献およびさらに勉強したい人向けの文献

Chatonnet, P., Dubourdieu, D., Boidron, J. N. The influence of *Brettanomyces*/*Dekkera* sp. yeasts and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. 1995. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(4): 463–468.

Coulter, A.D., Robinson, E., Cowey, G., Francis, I.L., Lattey, K., Capone, D., Gishen, M., Godden, P. 2003. *Dekkera*/*Brettanomyces* yeast — An overview of recent AWRI investigations and some recommendations for its control. Bell, S.M., de Garis, K.A., Dundon, C.G., Hamilton, .P., Partridge, S.J., Wall, G.S. eds. *Proceedings of a seminar organised by the Australian Society of Viticulture and Oenology, held 10–11 July 2003, Tanunda, SA.* Adelaide, SA: ASVO: 41–50.

Robinson, E. Godden, P. 2003. Revisiting sulfur dioxide use. *AWRI Technical Review* (145) 7-11. https://www.awri.com.au/tr/Technical_Review_Issue_145.pdf

問い合わせ先 (訳注：以下、オーストラリア国内向け情報)

ワイン醸造中の *Brettanomyces* のコントロールに関するより詳細な情報については、下記までお問い合わせください。

AWRIヘルプデスク

電話 08 8313 6600 Fax 08 8313 6601

メール helpdesk@awri.com.au

ウェブサイト www.awri.com.au

住所 Wine Innovation Central Building, Corner of Hartley Grove & Paratoo Rd, Urrbrae (Adelaide), SA 5064

AWRI Commercial Services は、*Brettanomyces* の監視サービスも行っています。詳細につきましては Commercial Servicesまでお尋ねください。