

**Wojciech Bosak**

# **Produkcja win gronowych w małym gospodarstwie**

**Część pierwsza:**

**Poprawa jakości win białych**



**Polski Instytut Winorośli i Wina**

**Kraków 2008**

Opracowanie tekstu, tabel i ilustracji: Wojciech Bosak  
Wydawca: Polski Instytut Winorośli i Wina, Kraków 2008  
© 2007 Wojciech Bosak

Wydanie drugie poprawione i uzupełnione.

Tekst pierwotnie ukazał się pod tytułem:

Wojciech Bosak, *Produkcja win gronowych w małym gospodarstwie w Małopolsce. Część pierwsza: poprawa jakości win białych*, Małopolska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A., Kraków 2007.

Publikacja jest chroniona prawem autorskim.

Publikowanie, powielanie i przetwarzanie teksty, tabel i ilustracji, oraz jakiegokolwiek ich wykorzystanie w celu innym, niż użytek prywatny wymaga zgody Autora.

## **PRZEDMOWA**

Niniejsza publikacja stanowi poprawioną i uzupełnioną wersję książeczki, która w ubiegłym roku ukazała się drukiem nakładem Małopolskiej Agencji Rozwoju Regionalnego S.A. w Krakowie, w ramach programu Małopolskie Winnice.

Wielu posiadaczy polskich winnic doczekało się własnych winogron, a niektórzy podjęli już pierwsze próby związane z ich przerobem na wino. A zważywszy na areale ostatnich nasadzeń, za rok czy dwa niejednemu z naszych winogrodników przyjdzie przestawić się z domowego wyrobu wina w kilku butlach szklanych na produkcję liczoną hektolitrach. Wszystko też wskazuje na to, że w najbliższych miesiącach zniknie największa przeszkoda w rozwoju polskiego winiarstwa, jaką są uciążliwe przepisy akcyzowe i nasi drobni winiarze będą mogli podjąć w pełni komercyjną produkcję wina bez obowiązku prowadzenia składów podatkowych. Stwarza to realną szansę, aby polskie wina z rocznika 2008 znalazły się już w oficjalnej sprzedaży.

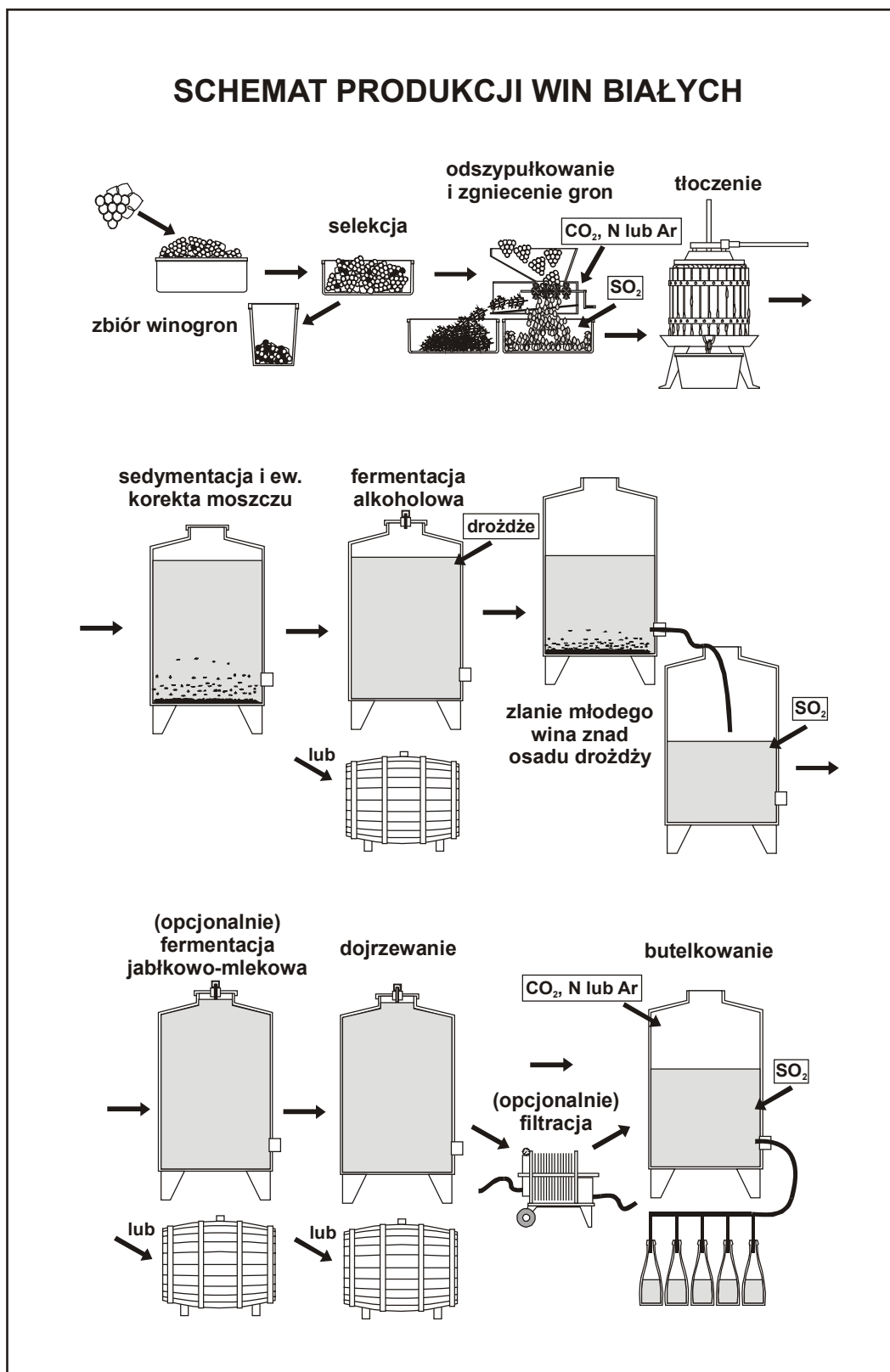
Zamiarem tej publikacji jest przedstawienie kilku wybranych zagadnień, które dotyczą, ogólnie mówiąc, poprawy jakości win białych. Wydaje się bowiem, że to właśnie białe wina będą w najbliższych latach podstawowym produktem polskiego winiarstwa, na co wskazuje zarówno skład odmianowy powstających winnic, jak też deklaracje i zainteresowania samych potencjalnych producentów. I jest to chyba słuszny kierunek, gdyż w naszych warunkach geograficznych łatwiej jest uzyskać wysokiej klasy wina białe, niż czerwone.

Ale trzeba też pamiętać, że w produkcji win białych dokonał się w ostatnich latach ogromny postęp jakościowy i znacznie wzrosły oczekiwania konsumentów wobec tych win. To stawia przed polskimi winiarzami określone wyzwania, którym można będzie sprostać tylko poprzez stałą poprawę jakości produkcji. Mam nadzieję, że zawarte w tej książeczce rozważania przybliżą nieco „jakościowe” podejście do produkcji winiarskiej i pomogą uzyskać lepsze wino. Na razie białe, a być może w przyszłości uda się wydać podobną broszurę o wyrobie win czerwonych.

Wojciech Bosak

Ojców, luty 2008 r.

## SCHEMAT PRODUKCJI WIN BIAŁYCH



Ryc. 1: Schemat produkcji win białych

## **KROK PO KROKU – PRODUKCJA WIN BIAŁYCH**

Przedstawiony schemat produkcji stosuje się w zasadzie do wyrobu wszystkich win białych, poza winami musującymi i likierowymi, ale w praktyce może on mieć wiele wariantów i modyfikacji. W zależności od posiadanego surowca (odmiana, dojrzałość i stan zdrowotny winogron) oraz rodzaju i stylu wina jakie chcemy uzyskać podejmujemy decyzje dotyczące maceracji miazgi winogron, szaptalizacji lub odkwaszania moszczu, temperatury fermentacji, fermentacji jabłkowo-mlekowej, dojrzewania wina w beczkach, filtracji, etc.

### **1. Selekcja winogron**

Zebrane winogrona powinny być uważnie sortowane, aby do dalszego przerobu nie dostały się owoce spleśniałe, nadgniłe i mocno uszkodzone, które mogą niekorzystnie wpłynąć na smak i aromat przyszłego wina.

### **2. Odszypułkowanie i zgniatanie winogron na miazgę**

Jagody winogron zostają oddzielone od szypulek i lekko zgniecione, aby ułatwić tłoczenie i wypłynięcie soku. Do uzyskanej miazgi dodaje się dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) aby nie dopuścić do oksydacji i zakażenia. W niektórych przypadkach do tłoczenia pozostawia się całe, nie zgniecione grona z szypułkami.

### **3. Tłoczenie**

Zgniecione lub całe winogrona tłoczy się w prasie, w wyniku czego od skórek i pestek oddzielony zostaje sok zwany moszczem.

### **4. Klarowanie, analiza i korekta składu moszczu**

Moszcz pozbawia się zanieczyszczeń i w razie potrzeby siarkuje. Klarowanie moszczu odbywa się samoczynnie (sedymentacja) lub przy pomocy środków klarujących. Mierzy się zawartość cukrów oraz kwasów i w razie konieczności zwiększa się zawartość cukru i/lub stosuje się odkwaszanie chemiczne moszczu.

### **5. Fermentacja alkoholowa**

W tym kluczowym dla wyrobu wina procesie drożdże przerabiają zawarte w moszczu cukry na alkohol i dwutlenek węgla. Przy okazji tworzą się także inne substancje odpowiedzialne za smak i aromat wina, jak glicerol, czy lotne związki aromatyczne. Do moszczu dodaje się specjalnie wyselekcjonowane kultury drożdży lub też prowadzi się fermentację przy pomocy dzikich drożdży (fermentacja spontaniczna).

### **6. Zlanie młodego wina z nad osadu (pierwszy obciąż)**

W następstwie fermentacji w młodym winie pozostają martwe drożdże i inne stałe zanieczyszczenia. Po ich opadnięciu na dno wino zlewa się z nad osadu do innego zbiornika i siarkuje (w przypadku prowadzenia fermentacji jabłkowo-mlekowej ogranicza się dodatek SO<sub>2</sub>).

### **7. Fermentacja jabłkowo-mlekowa (FJM)**

Po zakończeniu fermentacji alkoholowej wino może przejść tzw. fermentację jabłkowo-mlekową, podczas której pod wpływem bakterii kwasu mlekowego następuje degradacja kwasu jabłkowego do kwasu mlekowego oraz obniżenie całkowitej kwasowości. W przypadku win białych FJM nie zawsze jest pożądana, gdyż pozbawia je świeżych, owocowych aromatów.

### **8. Klarowanie i drugi obciąż**

Po pierwszym obciążu wino pozostawia się do samorzutnego wyklarowania i po wytrąceniu tzw. drugiego osadu ponownie zlewa się je do innego zbiornika. W przypadku trudności z samoczynnym klarowaniem stosuje się środki klarujące lub filtrację.

### **9. Stabilizacja**

W celu przyspieszenia wytrącenia się tzw. kamienia winnego można wino ochłodzić do temperatury 0–3°C, można także usunąć niestabilne białka przy pomocy bentonitu. Zapobiega to powstawaniu osadów i zmętnień w butelce.

### **10. Dojrzewanie**

Wino przechowuje się przez okres od kilku miesięcy do kilku lat (w zależności od odmiany, typu wina, etc.) aby nabrało ono odpowiedniego smaku i aromatu. Wino powinno dojrzewać w pełnych zbiornikach lub beczkach, w stabilnej i stosunkowo chłodnej temperaturze (ok. 12°C). Powinno być

także stale kontrolowane i w razie potrzeby poddawane odpowiednim zabiegom (obciąż, siarkowanie, etc.)

### **11. Końcowa korekta wina (kupażowanie)**

Przed butelkowaniem można jeszcze skorygować własności organoleptyczne wina poprzez kupażowanie lub dosłodzenie moszczem gronowym. Po takim zabiegu wino powinno „odpocząć” przez kilka tygodni.

### **12. Butelkowanie**

Wino można rozlać do butelek po tzw. końcowej filtracji lub bez filtrowania. Przed butelkowaniem należy skontrolować zawartość wolnego SO<sub>2</sub> i w razie potrzeby zasiarkować wino do odpowiedniego poziomu.

## PREFERENCJE KONSUMENTÓW I STYL WIN BIAŁYCH

Produkując wino na sprzedaż nie możemy ignorować oczekiwań i preferencji konsumentów, a także krytyków winiarskich, którzy te trendy kształtują. Wino podlega różnym modom rynkowym i niezależnie od zachowania lokalnego, czy indywidualnego stylu zmienia się pod ich wpływem.

Najlepszym przykładem sukcesu opartego na dobrym rozpoznaniu oczekiwań konsumentów są wina z Nowego Świata, które przebojem zdobyły także europejskie rynki. Ale winiarze z tradycyjnych regionów winiarskich w Europie również muszą reagować na bieżące trendy. Nawet produkowane dziś wielkie burgundy, bordoskie *grands crus*, klasyczne tokaje, mozelskie rieslingi, czy barolo, to zupełnie inne wina, niż te sprzed 20 lat! Nas, jako początkujących graczy zjawisko to dotyczy w jeszcze większym stopniu i trudno będzie sprzedawać polskie wino nie śledząc uważnie tego, co dzieje się rynku.

### Współczesne tendencje rynkowe

Gusta konsumentów i krytyków winiarskich w dziedzinie win białych podlegają swoistemu płodozmianowi. Jeszcze dziesięć lat temu na topie były białe wina w stylu *barrique*, o miękkiej, śmietankowej fakturze i słodkawych, waniliowo-beczkowych aromatach. Dziś preferencje konsumentów – zwłaszcza tych młodszych – skłaniają się raczej ku winom bardziej żwawym, świeżym i ekstremalnie owocowym. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się też różne wina o specyficznym lokalnym charakterze. Nie tak dawno światową supergwiazdą był chardonnay, dziś odmianami „kultowymi” są raczej sauvignon blanc i viognier, a jutro ich miejsce zajmą być może riesling i veltliner.

Widoczną i raczej trwałą tendencją ostatnich lat jest wzrost znaczenia młodych konsumentów wina, wyraźnie zorientowanych na jakość, a nie na ilość. To oni głównie są odpowiedzialni za to, że dziś na świecie pije się wina coraz lepsze i coraz droższe (choć nie wszędzie tak dużo, jak kiedyś). Także w Polsce nie brak już dobrze zarabiających dwudziesto- i trzydziestolatków, dla których kieliszek dobrego wina do codziennego posiłku powoli staje się wyznacznikiem statusu społecznego i nieodzownym elementem stylu życia. W tym środowisku jest dziś *trendy* bywać na degustacjach i prezentacjach win oraz odwiedzać coraz liczniejsze *wine-bars*.

Preferencje współczesnych młodych konsumentów dotyczące win białych można krótko podsumować w następujących hasłach:

- wytrawne
- świeże
- wyrazisty, owocowy aromat
- zrównoważona kwasowość

### Styl wina

Dziś już nie wystarcza spełnienie wysokich wymagań w zakresie jakości technicznej, aby wino odniosło sukces rynkowy – wino musi także reprezentować pewną określoną stylistykę, która znajduje uznanie u konsumentów. Uzyskanie charakterystycznych cech i właściwości wina zależy oczywiście od odmiany winogron, lokalizacji i uprawy winnicy, pogody w danym roczniku, etc. Ale z tych samych winogron można zrobić zupełnie różne wina, w zależności od zastosowanych zabiegów i procesów enologicznych.

Zajmując się wyrobem wina nie powinniśmy unikać prób i eksperymentów, bez nich nie byłoby postępu. Ale eksperymentujmy na niewielką, rzeczywiście badawczą skalę. Natomiast w przypadku większej partii wina przeznaczonego na sprzedaż nie bardzo można sobie pozwolić na podejście „zobaczmy co z tego wyjdzie”, gdyż może się to skończyć przykrą wpadką finansową. Wybór stylu wina powinien więc być świadomą decyzją podjętą już na wstępie procesu produkcji. Choć musimy się też liczyć z tym, że z powodu różnych nieprzewidzianych okoliczności nieraz przyjdzie nam taką decyzję zmodyfikować podczas samego procesu wyrobu.

Decydując się na określony styl i charakter wina powinniśmy brać pod uwagę:

- odmianę, dojrzałość, stan zdrowotny i inne specyficzne cechy posiadanych winogron
- dostępny sprzęt, pomieszczenia i technologie do wyrobu wina
- posiadane umiejętności i doświadczenie winiarskie
- bieżące uwarunkowania rynkowe, preferencje konsumentów i popyt na określony rodzaj wina

- długofalowe strategie marketingowe, np. utrzymanie lokalnego lub indywidualnego stylu, opinie krytyków, prestiż, etc.

Niżej przedstawiamy kilka trendów stylistycznych popularnych we współczesnej komercyjnej produkcji win białych, które mogą znaleźć zastosowanie także w naszych warunkach geograficznych i do uprawianych u nas odmian.

### **1. Wina w „nowoczesnym”, owocowym stylu**

Są to wina wytrawne, raczej lekkie (alkohol 11,5–12,5%), o wyraźnym i czystym owocowym aromacie oraz świeżej (ale nie nadmiernej) kwasowości, bez wyraźnych nut dębowych. Jest to dziś bodaj najważniejszy styl win białych produkowanych na świecie, cieszący się rosnącym zainteresowaniem zwłaszcza młodych konsumentów. Wyznacznikiem tego stylu są np. nowozelandzkie sauvignon blanc i „nowoczesne” białe wina austriackie. W południowej Polsce udaje się uzyskać takie wina w oparciu o popularne tu odmiany, jak sibera, bianka, seyval, muszkat czy jutrzienka.

### **2. Białe wina *barrique***

Zalicza się tu wina raczej pełne (alkohol co najmniej 12,5%), o wyraźnym aromacie nowej beczki dębowej *barrique* i łagodnej kwasowości. Ten styl wzorowany na białych burgundach, a reprezentowany przez niezliczone beczkowe chardonnay z Europy i Nowego Świata był niezwykle popularny w poprzedniej dekadzie i wciąż znajduje licznych zwolenników. Wina takie są przydatne szczególnie w gastronomii i są klasycznym połączeniem do wielu potraw. Spośród uprawianych u nas odmian do wyrobu win *barrique* nadaje się np. seyval, ortega i pinot gris.

### **3. Tradycyjne wina w stylu środkoeuropejskim („alzacim”)**

W naszej części Europy tradycyjnie produkuje się białe wina wytrawne i półwytrawne, wyróżniające się dobrym ekstraktem, alkoholem powyżej 12%, wyraźną kwasowością i aromatem, przeznaczone do dłuższego dojrzewania i nierzadko butelkowane dopiero po 2–4 latach. Wina takie nieraz leżakują w starych, co najmniej kilkuletnich, dużych beczkach (nigdy w nowych *barrique*!) Dobrym przykładem takiego stylu są klasyczne wina alzackie, austriackie z Wachau, oraz węgierskie z Somló. Podobne wina można u nas uzyskać w oparciu o takie odmiany, jak traminer, pinot gris, zenit, devin, seyval, czy hibernal.

### **4. Szlachetne wina półsłodkie i słodkie**

Styl ten obejmuje prawdziwe, w pełni naturalne (bez szaptalizacji i dosładzania) wina słodkie, o wyrazistym aromacie i sporym ekstrakcie, nadające się do długiego leżakowania. Są to wina z późno zbieranych, przejrziałych winogron, a także wina lodowe i wina z podsuszanych winogron (tzw. „wina słomkowe”, albo *passum*). Te kosztowne w wyrobieniu, a więc stosunkowo drogie wina są produktem raczej niszowym, ale w przypadku niewielkiego, „butikowego” gospodarstwa winiarskiego mogą być cennym uzupełnieniem asortymentu i na pewno znajdą zbyt. Dobrej klasy wina słodkie można u nas uzyskać z niektórych wczesnych odmian, jak siegerrebe, milia, ortega, solaris, czy jutrzienka, a w sprzyjających rocznikach także z odmian późniejszych, jak traminer, pinot gris, zenit i hibernal.

### **5. Popularne wina „nie do końca wytrawne” (*lieblich, off dry*)**

Są to raczej proste, owocowe w aromacie wina półwytrawne lub półsłodkie, uzyskiwane przez dosłodzenie moczkiem zwykłego wina wytrawnego. Ten „niemiecki” styl win białych, który jeszcze 20 lat temu królował w supermarketach północnej Europy i USA dziś już nie znajduje na świecie zbyt wielu amatorów. Jednak u nas wina takie wciąż cieszą się dużą popularnością, szczególnie wśród starszych konsumentów, a więc nie można tego stylu do końca lekceważyć.

## **Wina odmianowe i kupaże**

Tak zwane wina odmianowe (jednoszczepowe) nie stanowią jakiegoś odrębnego stylu czy rodzaju wina, jest to natomiast dość istotna kategoria z marketingowego punktu widzenia. Dla wielu bowiem konsumentów wina, zwłaszcza z młodszego pokolenia podana na etykiecie nazwa odmiany winorośli jest ważną informacją przy zakupie. W południowej Polsce uprawia się niewiele klasycznych odmian na wina białe, których nazwy są powszechnie znane, jak traminer, czy pinot gris, ale pewne popularne u nas odmiany (np. sibera, jutrzienka) już są rozpoznawane i cenione wśród pasjonatów polskiego wina.

Alternatywą dla win odmianowych są wina komponowane z większej ilości odmian. W przypadku win czerwonych takie wieloodmianowe kupaże stały się ostatnio bardzo popularne, a oznaczające je słowo *cuvée* zyskało już sobie prawdziwie kultowy statut. W winach białych wyraźniej, niż w czerwonych uwidacznia się charakter poszczególnych odmian, dlatego w tym przypadku konsumenci są bardziej

przywiązani do odmianowych oznaczeń na etykietach. Ale wraz z modą na ambitne wina indywidualne (tzw. „wina autorskie”) coraz większym wzięciem cieszą się różnego rodzaju białe *cuvées*.

Przypomnijmy, że na etykiecie można podać nazwę jednej odmiany winorośli, jeśli stanowi ona co najmniej 85% składu wina. Wino można oznaczyć także nazwą dwóch, albo trzech odmian (np. „seyval – jutrzienka”, lub „sieger – milia – traminer”), pod warunkiem, że stanowią one 100% składu.

## DOJRZEWANIE WINOGRON

Jakość wina rodzi się w winnicy – to zdanie jest tak często powtarzane, że dla wielu stało się niepotrzebnym truizmem. Ale z drugiej strony rozważania o tym, jak uzyskać dobre wino trzeba zacząć od winogron, których jeszcze nie zebrano z krzewów winorośli. Jakość winogron zależy od całego szeregu czynników związanych z lokalizacją i uprawą winnicy, którymi w tym miejscu nie będziemy się zajmować. Powinniśmy natomiast przyjrzeć się bliżej temu, co dzieje się z winogronami podczas samego procesu dojrzewania, gdyż będzie to mieć już bezpośredni wpływ na jakość i charakter wina.

### Mięknienie i przebarwianie jagód

Początek dojrzewania winogron wyznacza faza mięknienia i przebarwiania – w ciągu kilku dni zielone z początku i twarde jagody miękną, a ich skórka staje się cieńsza i zmienia barwę (w zależności od odmiany). U odmian wczesnych zmiany takie zachodzą nieraz już pod koniec lipca, u odmian późniejszych (traminer, pinot gris) najczęściej dopiero około połowy sierpnia.

### Proces dojrzewania

Od mięknienia jagód do osiągnięcia pełnej dojrzałości fizjologicznej winogron upływa zwykle od 40 do 60 dni, w zależności od odmiany. Czas ten w dużej mierze zależy jednak od stanowiska uprawy i pogody. Dojrzeniu winogron sprzyja słoneczna i ciepła pogoda oraz umiarkowane opady (ok. 15 mm deszczu na dekadę). Natomiast w przypadku niekorzystnej aury proces ten może się opóźnić nawet o 2 tygodnie i wówczas niektóre późniejsze odmiany w naszych warunkach nie dojrzeją.

W okresie dojrzewania jagody mniej więcej dwukrotnie zwiększają swoją objętość i gromadzą sporą ilość cukrów. Spada wówczas ogólna kwasowość i zmienia się proporcja kwasów – w niedojrzałych winogronach przeważa kwas jabłkowy, w miarę dojrzewania jego udział maleje. Spada też koncentracja tanin zawartych w pestkach, a ich ostry smak łagodnieje. Dominujące w niedojrzałych winogronach aromaty roślinne i trawiaste (pirazyny) stopniowo zanikają, a w ich miejsce tworzą się inne związki aromatyczne charakterystyczne dla dojrzałych owoców (np. monoterpenu).

### Parametry analityczne („dojrzałość technologiczna”)

Przy określaniu dojrzałości winogron rutynowo bada się zawartość cukrów i kwasów (lub ewentualnie odczyn pH) w moszczu. W przypadku odmian do produkcji win białych uprawianych w naszych warunkach klimatycznych winogrona można uznać za dojrzałe w pełni, jeśli osiągną one następujące parametry (w zależności od odmiany):

- zawartość cukru: 180–220 g/l
- ogólna kwasowość: 8–12 g/l (w przeliczeniu na kwas winowy)
- odczyn pH: 3,1–3,4

Innym parametrem często brany pod uwagę przy określaniu dojrzałości winogron jest stosunek kwasu jabłkowego do kwasu winowego. W naszym klimacie raczej nie ma niebezpieczeństwa, aby poziom kwasu jabłkowego zbyt się obniżył (co doprowadziłoby do utraty świeżego charakteru wina), natomiast często spotykamy się z jego nadmiarem. Dlatego, jeśli pozwalają na to warunki pogodowe warto dłużej przetrzymać winogrona na krzewach, nawet po uzyskaniu wystarczającej zawartości cukru. Dotyczy to zwłaszcza odmian o podwyższonej zawartości kwasu jabłkowego (np. hibernal).

Pamiętajmy, że wszystkie wymienione wyżej parametry należy mierzyć na reprezentatywnej próbce moszczu uzyskanej z gron zebranych losowo w różnych miejscach uprawy. Uważajmy przy tym, aby nie wybierać najbardziej dojrzałych gron, co często podświadomie robimy.

**Uwaga:** Korzystając z refraktometru lunetowego często mierzymy zawartość cukru w poszczególnych jagodach. Taki pomiar nie będzie wiarygodny dla całości uprawy, nawet jeśli powtórzymy go kilkakrotnie. Powinniśmy więc pobrać do pomiaru parę kropel moszczu z reprezentatywnej próbki, uzyskanej z całej powierzchni uprawy.

### Dojrzałość fizjologiczna (pełna)

Gdy jagody osiągnęły maksymalną wielkość i koncentrację cukrów rzędu 180–240 g/l (w zależności od odmiany) przestają w nich gromadzić się cukry produkowane przez roślinę w procesie asymilacji. Mówimy wówczas, że winogrona osiągnęły pełną dojrzałość fizjologiczną. Moment ten możemy najłatwiej stwierdzić na podstawie zmiany koloru pestek winogron z zielonego na ciemnobrązowy, a

także ich smaku. W winogronach nie w pełni dojrzałych pestki smakują gorzko i ściągająco, po osiągnięciu pełnej dojrzałości ich smak staje się łagodniejszy, nieco orzechowy. W analogiczny sposób brązowieją zielone pierwotnie szypułki winogron, a ich trawiasty początkowo smak zmienia się na korzenno-herbaciasty. W tym czasie obserwuje się także przebarwienie liści w strefie rozmieszczenia owoców.

### **Dojrzałość aromatyczna**

Niektóre odmiany (np. müller-thurgau, muszkatał morawski, sauvignon) osiągają najlepsze właściwości aromatyczne jeszcze przed osiągnięciem pełnej dojrzałości fizjologicznej, przy zawartości cukru ok. 160–180 g/l. Winogrona tych odmian często zbiera się przy niepełnej dojrzałości (nawet za cenę szpatalizacji moszczu), aby uchwycić to „aromatyczne optimum”.

### **Przejrzałe winogrona**

Winogrona pozostawione na krzewie po osiągnięciu dojrzałości fizjologicznej zaczynają przejrzewać. Jagody tracą wodę przez parowanie co powoduje wzrost koncentracji cukrów i innych składników moszczu (kwasów, polifenoli, soli mineralnych, lotnych związków aromatycznych). Dochodzi wówczas również do częściowej degradacji kwasu jabłkowego, przez co zmienia się odczucie kwasowości w winogronach i otrzymanym z nich moszczu. Z takich przejrzałych winogron zbieranych kilka lub kilkanaście dni po osiągnięciu pełnej dojrzałości – jeśli tylko są zdrowe i nie uszkodzone – można uzyskać wysokiej klasy wina, zwłaszcza słodkie. W takim przypadku trzeba się jednak liczyć ze znacznym zmniejszeniem plonu.

### **Nadmiar opadów podczas dojrzewania**

Poważnym zagrożeniem dla plonu winogron są okresy deszczowej pogody podczas dojrzewania, zwłaszcza opady wynoszące ponad 30 mm na dekadę. Nadmiar wody powoduje nadmierny wzrost jagód, „rozwodnienie” cukrów i substancji aromatycznych i spowalnia redukcję kwasów. Często prowadzi to także do pęknięcia jagód, rozwoju chorób grzybowych i zakażeń bakteryjnych. W takim przypadku należy zebrać winogrona przed okresem spodziewanych deszczów, oczywiście pod warunkiem, że osiągnęły one już pewną wymaganą dojrzałość. Kilka deszczowych dni pod koniec okresu dojrzewania może zniweczyć efekt dwóch słonecznych miesięcy, więc czasem lepiej przyspieszyć zbiór nawet o tydzień, niż ryzykować zniszczenie całego plonu.

### **Regulacja plonu („zielone zbiory”)**

Nadmierne obciążenie krzewu owocami powoduje, że winogrona później dojrzewają, a otrzymane z nich wina nie są zbyt wyraziste, często pozbawione ekstraktu i aromatu. W naszych warunkach klimatycznych chcąc uzyskać dobrej klasy wina białe należy ograniczyć plon winogron z jednego krzewu do ok. 2 kg w przypadku plenniejszych odmian mieszańcowych (np. seyval) i ok. 1,5 kg w przypadku szlachetnych odmian V. vinifera (np. pinot gris, traminer).

Podstawową regulację plonu wykonuje się podczas cięcia zimowego, pozostawiając na krzewie odpowiednią ilość płodnych pąków. Przy tym zabiegu należy jednak przewidzieć pewien „zapas bezpieczeństwa” na wypadek uszkodzeń mrozowych, czy słabego zawiązywania owoców. W efekcie, przy sprzyjających warunkach pogodowych można uzyskać plon nawet 2–3 krotnie wyższy, niż założone wyżej normy. W takim przypadku stosuje się tzw. „zielone zbiory” i usuwa nadmiar gron zanim jeszcze dojrzeją. Zabieg ten przeprowadza się zwykle w 2. połowie lipca lub w sierpniu, najpóźniej w fazie mięknięcia i przebarwiania jagód.

Zakładany plon z krzewu dzielimy przez średnią wagę w pełni dojrzałego grona, a wynik w zaokrągleniu daje nam ilość gron pozostawionych na krzewie. Jeśli np. średnia waga grona wynosi 0,17 kg, a zakładany plon z krzewu 1,5 kg, to:

$$1,5 : 0,17 = 8,82$$

A więc na każdym krzewie zostawiamy 9 gron.

W pierwszych dwóch latach owocowania potrzebną do tych obliczeń średnią wagę grona możemy ustalić na podstawie dostępnych opisów danej odmiany (z literatury lub internetu). Jednak w kolejnych rocznikach powinniśmy już opierać się na własnych pomiarach z poprzednich lat. Pomiar taki wykonujemy podczas regularnego winobrania, po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej winogron. Aby ustalić średnią wagę grona zbieramy osobno wszystkie owoce z kilku losowo wybranych krzewów rosnących w różnych miejscach winnicy, notując ilość zebranych gron. Następnie ważymy zebrany plon i wynik dzielimy przez liczbę zebranych gron.

Na przykład: z 5 losowo wybranych krzewów zebraliśmy 52 grona o łącznej wadze 9,34 kg. Średnia waga grona wynosi więc:

$$9,34 \text{ kg} : 52 = 0,18 \text{ kg}$$

W różnych regionach winiarskich i przy różnych odmianach stosuje się różne zasady selekcji gron, a sami winogrodnicy mają nieraz na to własne „prywatne” recepty. Na przykład słynny tokajski producent Janos Árvay zostawia zawsze po 7 gron na krzewie, niezależnie od odmiany. Można jednak pokusić się o sformułowanie uniwersalnych reguł dotyczących „zielonych zbiorów”, które sprawdzają się w różnych warunkach:

- usuwamy wszystkie grona na najkrótszych latoroślach, posiadających zbyt małą powierzchnię liści, aby zapewnić właściwe dojrzewanie owoców
- pozostawiamy nie więcej, niż dwa grona na jednej latorośli
- pozostawiamy grona wyrastające bliżej nasady latorośli, a usuwamy grona bliżej wierzchołka

### **Odślanianie gron**

W celu poprawy jakości winogron stosuje się także usuwanie części liści zacieniających grona. Bezpośredni dostęp winogron do słońca ma w naszym klimacie pozytywny wpływ na smak i aromat przyszłego wina. Dotyczy to zwłaszcza win czerwonych (rozwój antocyjanów i tanin w skórkach winogron) ale bezpośrednie nasłonecznienie wspomaga także rozwój niektórych substancji ważnych dla aromatu win białych, szczególnie tzw. prekursorów glikozydowych, z których później uwalniają się lotne związki aromatyczne (np. monoterpeny).

Lepsze przewietrzenie i nasłonecznienie wpływa także korzystnie na stan zdrowotny owoców. Winogrona są mniej podatne na choroby grzybowe, zwłaszcza Botrytis, a w przypadku wystąpienia silniejszej infekcji wydatnie poprawia się skuteczność oprysków. Odślanianie gron jest dość pracochłonne, ale z uwagi na łatwiejszy zbiór winogron pozwala to zaoszczędzić nawet 20–30 procent czasu podczas winobrania.

Odślanianie gron najlepiej jest przeprowadzić 4– 6 tygodni przed spodziewaną porą zbiorów, (można to połączyć z „zielonymi zbiorami”). Usunięcie zbyt wielu liści z jednej latorośli może opóźnić gromadzenie się cukrów w winogronach z powodu niższej wydajności fotosyntezy. Należy więc oberwać 2–3 liście, co nie powinno w większym stopniu wpłynąć na asymilację cukrów. Usuwanie listowia może być ryzykowny w przypadku krzewów słabo rosnących, ze stosunkowo niewielką liczbą młodszych (jaśniejszych) liści.

## ZASTOSOWANIE SO<sub>2</sub> I OCHRONA PRZED OKSYDACJĄ

Dodatek SO<sub>2</sub> (zwany potocznie „siarkowaniem”) jest tradycyjnym i – wbrew obiegowym opiniom – prawdopodobnie najlepszym sposobem uchronienia winogron, moszczu i wina przed oksydacją i zakażeniami mikrobiologicznymi.

SO<sub>2</sub> nie jest oczywiście obojętny dla naszego zdrowia, jednak dopuszczalne jego stężenie, wynoszące 210 mg/l w białych winach wytrawnych, 260 mg/l w winach z cukrem resztkowym jest wielokrotnie niższe od dawek toksycznych. Wypicie większej ilości słodkiego wina może powodować ból głowy, ale SO<sub>2</sub> nie odkłada się w naszym organizmie i jest dość szybko wydalany, a więc dolegliwości takie mają przejściowy charakter i nie powodują trwałego uszczerbku zdrowia. Jednak w przypadku kilku procent statystycznych konsumentów już przy stężeniu kilku mg/l SO<sub>2</sub> mogą występować dolegliwe reakcje alergiczne. Dlatego wprowadzono obowiązek informowania na etykiecie wina o obecności SO<sub>2</sub>, nawet w stosunkowo niewielkim stężeniu 10 mg/l.

Całkowitą ilość SO<sub>2</sub> dodanego do wina można znacznie zmniejszyć prowadząc niektóre etapy jego produkcji w beztlenowej atmosferze tzw. gazów obojętnych lub w obniżonej temperaturze.

### Działanie SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub> daje następujące pozytywne efekty:

#### 1. Hamuje rozwój enzymów utleniających w moszczu

Enzymatyczna oksydacja powoduje brązowienie moszczu i utratę świeżych owocowych aromatów. Enzymy odpowiedzialne za ten proces, to głównie tyrozynaza (polifenoloksydaza, PPO), a także lakaza, występująca szczególnie w winogronach dotkniętych pleśnią. SO<sub>2</sub> hamuje działanie tych enzymów i tym samym chroni moszcz przed niekorzystnymi zmianami. Przy czym lakaza jest odporniejsza na działanie SO<sub>2</sub>, niż tyrozynaza i bardziej stabilna przy niższym pH. Powoduje to konieczność silniejszego siarkowania moszczu w przypadku użycia do wyrobu nadgniłych lub spleśniałych winogron.

#### 2. Hamuje rozwój niepożądanych mikroorganizmów w moszczu i winie

SO<sub>2</sub> działa także antyseptycznie i zapobiega rozwojowi mikroorganizmów powodujących niekorzystne zmiany w moszczu i winie: dzikich drożdży, bakterii i pleśni. Generalnie drożdże są bardziej odporne na SO<sub>2</sub>, niż bakterie, a silne szczepy drożdży *Saccharomyces* (tzw. „drożdże szlachetne”) są odporniejsze, niż drożdże dzikie, będące często przyczyną problemów podczas fermentacji. To pozwala skutecznie kontrolować działalność tych mikroorganizmów stosując odpowiednie dawki SO<sub>2</sub>. Aby zapewnić stabilność mikrobiologiczną wina należy regularnie kontrolować poziom tzw. wolnego SO<sub>2</sub> (patrz niżej) i w razie konieczności bezzwłocznie go uzupełnić.

#### 3. Wiąże aldehyd octowy w winie

SO<sub>2</sub> wiąże aldehyd octowy (etanal), który powstaje podczas dojrzewania wina w wyniku chemicznego utleniania się alkoholu i tym samym chroni wino przed powstaniem charakterystycznego „utlenionego” aromatu (jak w winach sherry).

### Związany i wolny SO<sub>2</sub>

Po dodaniu do moszczu lub wina część SO<sub>2</sub> ulega związaniu z innymi substancjami (aldehidy, glukoza) oraz tworzy siarczany. Jest to tzw. **związany SO<sub>2</sub>**, który utracił opisane wyżej pozytywne właściwości jako antyseptyk i antyoksydant. Pozostałą część stanowi tzw. **wolny SO<sub>2</sub>**, i to właśnie on daje aktywną ochronę przed niepożądanymi mikroorganizmami i utlenieniem. Sumę związanego i wolnego SO<sub>2</sub> określa się jako **całkowite stężenie SO<sub>2</sub>**.

Związany SO<sub>2</sub> jest niepożądanym składnikiem wina, gdyż zwiększa on niepotrzebnie całkowite stężenie SO<sub>2</sub>, co może prowadzić do powstania nieprzyjemnych siarkowych zapachów oraz może mieć niekorzystny wpływ na zdrowie konsumentów. Dlatego należy dążyć, aby było go w winie jak najmniej.

Procent związanego SO<sub>2</sub> w winie zwiększają:

- nadgniłe lub spleśniałe winogrona
- zanieczyszczenia w postaci cząstek owoców w moszczu i osadu pofermentacyjnego w winie
- długotrwała i nierówna fermentacja, zwłaszcza przy użyciu dzikich drożdży
- nadmierne odkwaszanie moszczu lub wina

- dojrzewanie wina w kontakcie z drewnem, a szczególnie użycie wiórów dębowych (tzw. „chipsów”)
- obecność bakterii
- dostęp tlenu.

Pewna ilość związanego SO<sub>2</sub> powstaje także samoczynnie podczas fermentacji wina, szczególnie w przypadku tzw. spontanicznej fermentacji.

### Działanie wolnego SO<sub>2</sub>

Ale także nie cały wolny SO<sub>2</sub> zawarty w moszczu lub winie wykazuje opisane wyżej działanie ochronne. Rzeczywiście aktywna jest bowiem tylko lotna, tzw. forma cząsteczkowa (molekularna) SO<sub>2</sub>, która stanowi zaledwie kilka procent całego wolnego SO<sub>2</sub>. Resztę stanowią jony wodorosiarczynowe (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i jony siarczynowe (SO<sub>3</sub><sup>=</sup>), które spełniają rolę swego rodzaju rezerwuaru z którego mogą się uwalniać lotne cząsteczki SO<sub>2</sub>. Aby zapewnić należyłą ochronę moszczu lub wina wymagana jest zawartość lotnej formy cząsteczkowej SO<sub>2</sub> na poziomie 0,8 mg/l.

Ilość aktywnych cząsteczek SO<sub>2</sub> w stosunku do jonów HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> i SO<sub>3</sub><sup>=</sup> zależy od pH roztworu w którym występują. Im wyższe jest pH moszczu lub wina, tym mniejszy procent całego wolnego SO<sub>2</sub> stanowią jego lotne, aktywne cząsteczki, a więc wina o wyższym pH wymagają wyższego poziomu wolnego SO<sub>2</sub> (patrz tabela).

**Tabela 1. Stosunek lotnych cząsteczek SO<sub>2</sub> do jonów HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> i SO<sub>3</sub><sup>=</sup> w zależności od wartości pH wina**

| pH  | % lotnych cząsteczek SO <sub>2</sub> | % jonów HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> i SO <sub>3</sub> <sup>=</sup> | Poziom wolnego SO <sub>2</sub> niezbędny do uzyskania 0,8 mg/l cząsteczkowego SO <sub>2</sub> |
|-----|--------------------------------------|--|---|
| 2,9 | 7,5                                  | 92,5   | 11 mg/l   |
| 3,0 | 6,1                                  | 93,9   | 13 mg/l   |
| 3,1 | 4,9                                  | 95,1   | 16 mg/l   |
| 3,2 | 3,9                                  | 96,1   | 21 mg/l   |
| 3,3 | 3,1                                  | 96,8   | 26 mg/l   |
| 3,4 | 2,5                                  | 97,5   | 32 mg/l   |
| 3,5 | 2,0                                  | 98,0   | 40 mg/l   |
| 3,6 | 1,6                                  | 98,4   | 50 mg/l   |

Aby zapewnić należyłą ochronę gotowego wina przy stosowanych u nas technologiach wyrobu (np. brak tzw. sterylnej filtracji, ograniczone stosowanie gazów obojętnych) wymagane stężenie wolnego SO<sub>2</sub> na poziomie:

- 25–30 mg/l w przypadku białych win wytrawnych
- ok. 40 mg/l w przypadku win zawierających ponad 5 g/l cukru resztkowego

Zawartość wolnego SO<sub>2</sub> niższa, niż 25 mg/l nie zapewnia stabilności mikrobiologicznej wina.

### Efektywność siarkowania

Nie powinniśmy nadmiernie siarkować wina „na wyrost”, gdyż nie tylko można w ten sposób przekroczyć dozwolone całkowite stężenie SO<sub>2</sub>, ale także spowodować nieprzyjemne zmiany sensoryczne. Takie „przesiarkowane” wino nabiera nieprzyjemnego „twardego” smaku i rozwija przykre, tzw. redukcyjne zapachy spalonej zapalki, zgnitych jaj, czosnku, zbutwiałego kartonu, mokrej ściereki, itp.

Z drugiej jednak strony tylko odpowiednio wysoki poziom wolnego SO<sub>2</sub> może zagwarantować należyłą ochronę przed oksydacją, utratą świeżego aromatu i zakażeniami mikrobiologicznymi (zaoctowanie, *Brettanomyces*, etc.). Dlatego podczas dojrzewania i przechowywania wina powinno się regularnie kontrolować poziom wolnego SO<sub>2</sub>, aby nie dopuścić do jego nadmiernego obniżenia. Właściwym wyjściem nie jest więc samo obniżenie całkowitego stężenia SO<sub>2</sub>, ale także polepszenie proporcji między wolnym i związanym SO<sub>2</sub>. Współczesne technologie winiarskie zmierzają do tego, aby ograniczyć ilość dodawanego do wina dwutlenku siarki (i całkowitą zawartość SO<sub>2</sub>) a przy tym zapewnić wyższą zawartość aktywnego, wolnego SO<sub>2</sub>.

## Ograniczenie ilości związanego SO<sub>2</sub>

Ilość związanego SO<sub>2</sub> w winie można ograniczyć poprzez:

- użycie wyłącznie zdrowych i nieuszkodzonych winogron
- przerób winogron w niższej temperaturze
- użycie tzw. gazów obojętnych (CO<sub>2</sub>, azot, argon) w celu ochrony winogron, moszczu i wina przed dostępem powietrza
- klarowanie moszczu
- dodatek tiaminy (witaminy B1)
- użycie czystych kultur drożdży, a zwłaszcza szczepów odznaczających się niższą produkcją SO<sub>2</sub> podczas fermentacji
- trzymanie młodego wina nad tzw. drugim (miałkim) osadem drożdży
- filtrowanie
- dbałość o higienę i odpowiednie warunki sanitarne podczas całego procesu wyrobu

## Kiedy siarkować?

Praktyka pokazuje, że lepszy stosunek wolnego do związanego SO<sub>2</sub> można uzyskać siarkując rzadziej przy zastosowaniu większych dawek, niż często małymi dawkami. Dlatego podczas całego procesu wyrobu wina powinniśmy ograniczyć do minimum częstotliwość siarkowania, a przy tym stosować odpowiednio wysokie dawki SO<sub>2</sub>, aby zapewnić należytą ochronę przed oksydacją i zakażeniami.

Najbardziej efektywne działanie SO<sub>2</sub> uzyskuje się wykonując siarkowanie w następujących sytuacjach:

- po raz pierwszy – podczas wstępnego przerobu winogron
- po raz drugi – po zakończeniu fermentacji lub fermentacji jabłkowo-mlekowej
- kolejne siarkowania – wyłącznie jeśli zachodzi konieczność wyrównania poziomu wolnego SO<sub>2</sub> podczas dojrzewania wina i w momencie butelkowania

## Całkowite stężenie i nadmiar SO<sub>2</sub>

Przy siarkowaniu wina nie wolno przekroczyć dopuszczalnego całkowitego stężenia SO<sub>2</sub>, określonego w przepisach UE (rozporządzenie nr 1493/1999). Limity te zależą od zawartości cukru resztkowego w winie i wynoszą w przypadku win białych:

- 210 mg/l dla win wytrawnych (zawierających do 5g/l cukru resztkowego)
- 260 mg/l dla win zawierających powyżej 5g/l cukru resztkowego

W drodze wyjątku, dla niektórych win słodkich o wysokiej zawartości cukru resztkowego, jak niemieckie i austriackie wina klasy BA i TBA, sauternes, czy tokaje aszú dopuszcza się wyższe całkowite stężenie SO<sub>2</sub> (nawet do 400 mg/l) ale w Polsce takie dawki nie są dozwolone.

Całkowite stężenie SO<sub>2</sub> odpowiada z grubsza ilości dwutlenku siarki, który dodaje się do wina podczas całego procesu produkcji. W przypadku poprawnie zrobionego wina wytrawnego, uzyskanego ze zdrowych winogron całkowita ilość SO<sub>2</sub> dodanego podczas wyrobu nie powinna przekroczyć 50–60 % dozwolonej dawki. Kiedy jednak wino powstaje z surowca gorszej jakości zachodzi konieczność silniejszego siarkowania. Dlatego przy kolejnych zabiegach siarkowania powinniśmy notować ilości dodawanego SO<sub>2</sub>, aby pod żadnym pozorem nie przekroczyć dozwolonych norm, a w przypadku zbliżenia się do owych granicznych wartości należy wykonać analizę całkowitego stężenia SO<sub>2</sub>.

Pamiętajmy przy tym, że podczas fermentacji w sposób zupełnie naturalny, z rozkładu komórek drożdży wytwarza się pewna ilość SO<sub>2</sub> i jego pochodnych. Ten „naturalny”, w większości związany SO<sub>2</sub> może zwiększyć całkowite stężenie dwutlenku siarki notowane podczas analizy nawet o 10–15 mg/l, szczególnie gdy fermentacja jest prowadzona „na własnych drożdżach”.

Stosunkowo wysoki udział wolnego SO<sub>2</sub> w całkowitym jego stężeniu jest zjawiskiem jak najbardziej pożądanym. Może to być przeszkodą jedynie w fazie fermentacji alkoholowej, kiedy stężenie wolnego SO<sub>2</sub> nie powinno przekraczać 30–50 mg/l (w zależności od szczepu drożdży) oraz fermentacji

jabłkowo-mlekowej (maks. 10 mg/l). W takich przypadkach pozbywamy się nadmiaru wolego SO<sub>2</sub> przez „przewietrzanie” wina, czyli przelewanie otwartym strumieniem ze zbiornika do zbiornika.

Jeżeli natomiast wino zawiera zbyt dużo związanego dwutlenku siarki, to jedynym sposobem jego uratowania jest kupażowanie z winem słabiej siarkowanym. Nieraz stosowane w takich przypadkach „przewietrzanie” wina jest poważnym błędem, W ten sposób pozbywamy się wyłącznie części wolnego – a więc aktywnego i potrzebnego – SO<sub>2</sub>. Natomiast ilość zbindnego, związanego SO<sub>2</sub> podczas takiego zabiegu wręcz zwiększa się w wyniku utleniania.

### **Zastosowanie pirosiarczynu potasu (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

Spośród różnych możliwych metod siarkowania, przy wyrobie wina na mniejszą skalę zdecydowanie najlepiej sprawdza się dodatek pirosiarczynu potasu K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tradycyjny sposób polegający na spalaniu kawałka siarki wewnątrz beczki lub kadzi jest mało wygodna i niedokładna. Przy produkcji wina w kilkudziesięcio-, czy nawet kilkusetlitrowych partiach nie sprawdzają się również stosowane w przemysłowej produkcji butle ze sprężonym (płynnym) dwutlenkiem siarki.

Siarkowanie za pomocą K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> jest wygodne, bezpieczne, stosunkowo dokładne i przy niewielkiej skali produkcji zdecydowanie najtańsze. Związek ten jest najczęściej dodawany do wina w formie proszku (E224) lub roztworu wodnego. W reakcji z moszczem, winem lub innym płynem o kwaśnym odczynie pirosiarczyn tworzy cząsteczki SO<sub>2</sub> (57% wagowych) i kwaśny winian potasu, czyli tzw. kamień winny który wytrąca się w formie osadu.

Przy dawkowaniu pirosiarczynu potasu w formie stałej (proszku) w praktyce stosuje się dawkę dwukrotnie większą, niż zamierzony dodatek SO<sub>2</sub>. Np. dla uzyskania dawki 30 mg/l SO<sub>2</sub> dodaje się 60 mg/l K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Jeden gram K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dodany do 100 litrów moszczu lub wina daje w przybliżeniu stężenie 5 mg/l SO<sub>2</sub>.

### **Wodny roztwór K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Przy wyrobie bardzo małych, kilkudziesięciolitrowych partii wina uzyskanie odpowiedniego stężenia SO<sub>2</sub> przy pomocy proszku pirosiarczynu potasu wymaga często odważenia mikroskopijnych dawek z dokładnością do ułamka grama. W praktyce bywa to często trudno wykonalne, dlatego produkowane u nas na taką skalę wina są z reguły nadmiernie zasiarkowane, co oczywiście odbija się ujemnie na ich jakości. Dawkowanie SO<sub>2</sub> znacznie ułatwia użycie 20 procentowego roztworu wodnego pirosiarczynu potasu, który można stosunkowo łatwo i precyzyjnie dozować za pomocą wyskalowanej pipety lub strzykawki.

Aby przygotować 100 ml takiego roztworu należy odważyć 20 g K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a następnie rozpuścić, dodając stopniowo wodę destylowaną do uzyskania założonej całkowitej objętości roztworu. Jeden mililitr roztworu dodany do 100 litrów moszczu lub wina daje stężenie 1 mg/l SO<sub>2</sub>.

Wodny roztwór pirosiarczynu potasu powinno się przygotować na bieżąco w niewielkich dawkach, gdyż już po kilku tygodniach może on stracić swoje wyjściowe stężenie. Dlatego też powinien być przechowywany w napełnionej „pod korek” i szczelnie zamkniętej butelce, w chłodnym miejscu, najlepiej w lodówce. „Przeterminowany” roztwór, którego nie zużyjemy w odpowiednim czasie można wykorzystać do mycia i dezynfekcji zbiorników i innego sprzętu służącego do produkcji wina. W tym celu należy roztwór rozcieńczyć w proporcji 1 do 30 wodą zakwaszoną dodatkiem kwasu cytrynowego w ilości ok. 10–12 g/l.

**Uwaga:** Pamiętajmy aby butelkę z roztworem wyraźnie oznaczyć i zabezpieczyć przed dostępem przypadkowych osób, a zwłaszcza dzieci!

### **Vins sans soufre**

Wielu winiarzy-biodynamików marzy o uzyskaniu wina całkowicie naturalnego, zrobionego bez dodatku SO<sub>2</sub>. Otrzymanie białego wina całkowicie „bez siarki” (*sans soufre*) jest oczywiście możliwe, jeśli do wyrobu używa się całkowicie zdrowych winogron i odpowiednich szczepów drożdży, a cały proces produkcji przebiega w stosunkowo niskiej temperaturze, z minimalnym dostępem tlenu. Musimy sobie jednak zdawać sprawę, że wina takie źle znoszą butelkowanie, muszą być przechowywane w temperaturze nie wyższej, niż 10–12°C, mają bardzo ograniczoną trwałość (najczęściej do kilku miesięcy). Trudno więc wyobrazić sobie, aby wina takie mogły być produkowane i dystrybuowane na większą, komercyjną skalę.

## Częściowe alternatywy

Dwutlenek siarki można jedynie częściowo zastąpić innymi konserwantami o niższej toksyczności. Kwas sorbowy (E200) i sorbian potasu (E202) hamuje rozwój drożdży oraz pleśni w stadium zarodkowym, ale nie wpływa na rozwój bakterii i dlatego nie może całkowicie zastąpić SO<sub>2</sub>. Środek ten może powodować niekorzystne zmiany aromatu wina (nieprzyjemnych zapach liści pelargonii) a także wywoływać alergię, dlatego w wielu krajach nie jest dozwolony przy wyrobie win jakościowych.

Kwas askorbinowy, czyli witamina C (E300) działa jako antyutleniacz i jest nieraz stosowany także przy wyrobie win białych wyższej klasy. Dodany do wina przed butelkowaniem pozwala obniżyć poziom wolnego SO<sub>2</sub> i dłużej zachować świeże owocowe aromaty.

## Zastosowanie gazów obojętnych do ochrony przed oksydacją

Problem ochrony przed oksydacją występuje podczas całego procesu produkcji win białych – od zbioru i transportu winogron, po rozlanie gotowego wina do butelek. W przypadku ogromnej większości win białych powinno się ograniczyć ich kontakt z powietrzem do niezbędnego minimum, gdyż są one o wiele bardziej narażone na oksydację, niż wina czerwone. Zarówno winogrona i moszcz podczas wyrobu, jak i gotowe wino w zetknięciu z powietrzem szybko tracą odmianowe aromaty i świeży smak. Ograniczenie dostępu powietrza pozwala także zastosować niższe dawki SO<sub>2</sub>.

Jedną z najważniejszych innowacji, jakie przyczyniły się do powszechnej poprawy jakości win białych w ostatnich dekadach było szerokie zastosowanie ochrony przed oksydacją tzw. gazów obojętnych: dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), azotu (N) i argonu (Ar). Gazy te w postaci sprężonej są u nas dostępne w stosunkowo niewielkich butlach 10 kg (CO<sub>2</sub> także w butlach 2 kg) i mogą znaleźć zastosowanie także w małych gospodarstwach winiarskich.

Przy niewielkiej skali produkcji najbardziej praktyczny w zastosowaniu jest argon. Jest to gaz wyraźnie cięższy od powietrza, który tworzy dość trwałą warstwę ochronną i utrzymuje się długo na powierzchni wina, moszczu lub winogron, nawet w otwartym od góry pojemniku. Jediną jego wadą jest stosunkowo wysoki koszt zakupu. Zamiast argonu można zastosować kilkakrotnie tańszy CO<sub>2</sub>, który jednak ma niższą masę właściwą i nie utrzymuje się tak długo w otwartych zbiornikach, a przy tym jest też mniej bezpieczny dla zdrowia i bardziej szkodliwy dla środowiska naturalnego. Natomiast lżejszy i bardziej ulotny azot stosuje się do wyparcia tlenu z zamkniętych zbiorników i kadzi, a także wypełnienia beztlenowych komór do butelkowania wina.

## Zastosowanie niskich temperatur przerobu

Intensywność procesów oksydacyjnych, aktywność mikroorganizmów, a także ulatnianie się aromatów – a co za tym idzie dawkowanie SO<sub>2</sub> – można znacznie ograniczyć obniżając temperaturę winogron, moszczu lub wina do ok. 10°C. Przy dłuższym przechowywaniu winogron lub moszczu a także schładzając winogrona przed przerobem powinno się stosować temperatury nawet poniżej 5°C.

Przy większej partii surowca lub wina uzyskanie, a później utrzymanie takich temperatur jest często sporym problemem. Idealnym rozwiązaniem jest posiadanie niewielkiej chłodni, ale w przypadku niewielkiej skali produkcji byłoby to rozwiązanie zbyt kosztowne. Niewielkie partie winogron (do kilkudziesięciu kg) można przed przerobem schłodzić w dużej lodówce lub zamrażarce. Innym rozwiązaniem dostępnym obecnie również dla mniejszych producentów jest zastosowanie CO<sub>2</sub> w postaci tzw. „suchego lodu” o temperaturze –78,5°C. Jest on sprzedawany w formie granulatu 3–15 mm lub kostek 1 kg, pakowanych do pojemników jednostkowych od 12 kg.

**Uwaga:** Z 1 kg „suchego lodu” wytwarza się ok. 0,5 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> w postaci gazowej, a więc stosując ten środek w większych ilościach w zamkniętych pomieszczeniach nie można zapomnieć o wentylacji!

## ZBIÓR I PRZERÓB WINOGRON – OTRZYMANIE MOSZCZU

Współczesna wiedza i praktyka winiarska zwraca wielką uwagę na to, co dzieje się z winogronami, zanim zostaną one przerobione na moszcz. Dziś uważa się, że ten wstępny etap produkcji, obejmujący zbiór, transport, otrzymanie miazgi, odszypułkowanie i tłoczenie winogron ma decydujący wpływ na jakość, szczególnie w przypadku win białych.

Na tym etapie czyha bowiem na winiarza wiele pułapek:

- sok jasnych winogron utlenia się mniej więcej tysiąckrotnie szybciej (sic!) niż gotowe wino, łatwo brązowieje i ulega zaoctowaniu w kontakcie z powietrzem
- winogrona podczas transportu, przechowywania i przerobu mogą bezpowrotnie utracić większość lotnych związków aromatycznych (tzw. aromatów pierwotnych)
- do moszczu mogą przedostać się taniny i inne substancje ze skórek, pestek i szypulek, które powodują gorzki i „nieczysty” smak wina
- podczas przerobu winogron znacznie łatwiej dochodzi do infekcji mikrobiologicznych (bakterie, dzikie drożdże), niż podczas późniejszych etapów wyrobu wina

Widzimy więc, że może wówczas dojść do nieodwracalnych procesów mikrobiologicznych i chemicznych zmieniających smak i aromat moszczu. Przy wyrobie win białych ma to o wiele większe znaczenie, niż w przypadku win czerwonych, gdyż dla ich jakości ogromnie ważne jest zachowanie świeżych, owocowych (pierwotnych) aromatów oraz czystego smaku.

### Zbiór i transport i przechowywanie winogron

Winogrona należy zbierać w czasie suchej pogody, a w przypadku deszczu lub porannej rosy należy poczekać aż obeschną. U nas, ze względu na niewielką skalę upraw zbiór winogron odbywa się wyłącznie ręcznie, co daje okazję do wstępnej selekcji zbieranych winogron. Lepiej zostawić w winnicy kilka spleśniałych lub nadgnitych gron, niż obniżyć jakość większej partii surowca.

Owoce najwygodniej zbiera się do czystych plastikowych wiader, a do przechowywania i transportu winogron najlepiej nadają się plastikowe skrzynki o pojemności 20–40 kg. W większych, a zwłaszcza wysokich pojemnikach owoce łatwo ulegają zgnieceniu, a wszelkie uszkodzenia winogron, jak pęknięcia skórki i zgniecenia, a także ślady gnicia lub pleśni mogą fatalnie odbić się na jakości białego wina. Winogrona takie szybko tracą lotne związki aromatyczne i są bardziej narażone na utlenianie i zaoctowanie.

Zebrane owoce powinny być jak najszybciej przerobione. Jasne winogrona przechowywane w temperaturze ponad 20°C już po kilku godzinach tracą znaczną część lotnych substancji aromatycznych, a w przypadku nawet niewielkich uszkodzeń (lekkie zgniecenia lub pęknięcia skórki) ich moszcz może już wykazywać ślady utlenienia i zakażenia bakteriami kwasu octowego. Dotyczy to szczególnie odmian podatnych na oksydację, jak bianka, czy muszkata. Im gorszy stan zdrowotny i fizyczny winogron, tym szybciej powinny one trafić do dalszego przerobu.

Winogrona po zbiorze powinny być składowane w chłodnym i zacienionym miejscu, a jeżeli zajdzie konieczność ich przechowania przez kilka lub kilkanaście godzin – w temperaturze poniżej 10°C. Winogrona przechowywane dłużej, niż 24 godziny powinny znajdować się w temperaturze 3–5°C (w żadnym przypadku nie należy przechowywać winogron dłużej, niż 2–3 dni).

### Selekcja gron

Upowszechnienie się selekcji winogron było jednym z najważniejszych czynników „jakościowej rewolucji” w światowym winiarstwie pod koniec XX wieku. Dziś staranna selekcja gron przed przerobem jest już standardową procedurą w każdej ambitniejszej posiadłości winiarskiej, szczególnie istotną przy produkcji białych win wytrawnych.

Zawartość każdej skrzynki bezpośrednio przed dalszym przerobem wysypuje się na duży, dobrze oświetlony stół i odrzuca wszystkie owoce ze śladami pleśni, nadgnite, mocno uszkodzone i zabrudzone, itp. Nawet niewielka ilość takich winogron powoduje konieczność silniejszego siarkowania, powoduje zaburzenia fermentacji, a czasem może nawet kompletnie zrujnować smak i aromat wina. Dlatego nieraz warto odżalować kilka procent zbioru, aby nie mieć takich problemów.

**Uwaga:** Jeśli zdecydujemy się na wykorzystanie całej (nie selekcyjowanej) partii winogron zawierającej spory procent takich „problematycznych” gron, to lepiej przerabiać je oddzielnie, aby nie zepsuć reszty wina.

## Schłodzenie winogron przed przerobem

Jeśli dysponujemy odpowiednimi możliwościami technicznymi – np. chłodnią, a w przypadku niewielkiej ilości winogron nawet dużą lodówką – powinniśmy słodzić winogrona przed dalszym przerobem do temperatury ok. 5°C. Możemy w tym celu użyć również „suchego lodu” w formie granulatu. Ochłodzone winogrona są mniej podatne na oksydację, zakażenia mikrobiologiczne i utratę lotnych związków aromatycznych w trakcie przerobu.

## Odszypułkowanie i zgniecenie winogron na miazgę

Z wyjątkiem przypadku, kiedy stosuje się tłoczenie całych gron (patrz niżej) przerób winogron rozpoczyna się od oddzielenia jagód od szypulek i ich zgniecenia na miazgę. Do tego celu służy specjalne urządzenie zwane popularnie młynkiem, składające się z oddzielnika szypulek oraz zgniatarki winogron. Niewielkie ilości winogron można rozgnieść w rękach lub przy pomocy drewnianego tłuczka, a następnie ręcznie wybrać szypułki. Jednak przerobienie w ten sposób więcej, niż kilkudziesięciu kilogramów winogron jest kłopotliwe i pracochłonne.

Odszypułkowanie i zgniecenie winogron należy przeprowadzić z dużą ostrożnością. Trzeba zadbać o odpowiednie ustawienie wałków zgniatających, aby jagody winogron były tylko lekko miażdżone do pęknięcia skórki, a nie rozdrabniane na jednolitą pulpę. Wałki ustawione zbyt blisko siebie mogą spowodować zgniecenie pestek, a wówczas do moszczu przedostaną się gorzkie garbniki i inne niepożądane substancje. W przypadku młynków z napędem elektrycznym ważne jest także odpowiednie ustawienie obrotów (jeśli sprzęt posiada taką możliwość). Przy zbyt wysokich obrotach wałki zgniatarki i „wiatraczek” oddzielnika szypulek produkują wiele drobnych zanieczyszczeń z rozdrobnionych skórek i szypulek i mogą uszkodzić pestki. Zanieczyszczenia takie utrudniają później klarowanie i sprzyjają oksydacji moszczu.

## Siarkowanie winogron podczas wstępnego przerobu

Ten etap produkcji wiąże się ze sporym ryzykiem z uwagi na dużą podatność rozgniecionych winogron na zakażenia mikrobiologiczne i utlenienie. Najskuteczniejszą metodą ochrony przed tymi procesami, a także zachowania świeżych, owocowych aromatów jest możliwie wczesne dodanie SO<sub>2</sub>. Winogrona należy więc siarkować jeszcze przed dodaniem do młynka lub w trakcie ich zgniatania na miazgę. W przypadku tłoczenia całych gron siarkujemy winogrona w prasie.

Dla winogron przeznaczonych do wyrobu win białych stosuje się następujące dawki SO<sub>2</sub>:

- 30–50 mg/l w przypadku całkowicie zdrowych winogron
- ok. 75 mg/l w przypadku winogron uszkodzonych, nadgniętych lub ze śladami pleśni
- ok. 100 mg/l w przypadku winogron zbotrytyzowanych (do wyrobu win słodkich)

Dawkę SO<sub>2</sub> można obniżyć poniżej 30 mg/l, a w przypadku całkowicie zdrowych, dojrzałych i nieuszkodzonych winogron nawet całkowicie zrezygnować z siarkowania, jeżeli:

- winogrona były zbierane przy suchej, lecz chłodnej pogodzie i są przerabiane nie później, niż 2–3 godziny po zbiorze
- przerób winogron odbywa się temperaturze poniżej 10°C lub w atmosferze gazów obojętnych
- winogrona odznaczają się wyższą kwasowością i pH moszczu poniżej 3,2 pH
- następuje szybkie tłoczenie miazgi lub całych winogron bez maceracji

**Uwaga:** Siarkowanie miazgi winogron dawką SO<sub>2</sub> wyższą niż 60 mg/l może być przyczyną problemów z fermentacją jabłkowo-mlekową.

## Tłoczenie

Proces tłoczenia ma na celu odseparowanie moszczu od skórek, pestek, a także stałych zanieczyszczeń, które mogły się znaleźć w miazdze winogron. Przy wyrobie wina do tłoczenia winogron stosuje się rodzaju prasy. Zdecydowanie najlepsze są całkowicie zamknięte, tzw. horyzontalne prasy pneumatyczne o regulowanym nacisku tłoczenia i wewnętrznym odprowadzeniu moszczu bez kontaktu z powietrzem. Prasy takie stają się powoli standardem przy komercyjnej produkcji wina. Problemem

jest ich wielkość – pojemność od 1,5 do 20 ton winogron – oraz bardzo wysoka cena, są to więc urządzenia praktycznie niedostępne dla drobnych producentów.

Przy naszej, niewielkiej skali produkcji jedynym praktycznie dostępnym rozwiązaniem są proste prasy koszowe o pojemności od kilkudziesięciu do ok. 200 l. W takiej prasie tłoczenie winogron odbywa się za pomocą górnej pokrywy kosza, która w mniejszych prasach jest dociskana śrubą obracaną ręcznie, a w prasach większych, o pojemności ponad 100 l przez siłownik hydrauliczny.

Prasy koszowe są stosunkowo niedrogie, niezawodne, a przy poprawnym wykonaniu tłoczenia umożliwiają uzyskanie całkiem dobrej jakości moszczu. Mają jednak pewną istotną wadę – są mało wydajne i pracochłonne w obsłudze. W przypadku prasy poruszanej ręcznie pełny cykl przerobu jednego „wsadu” winogron, obejmujący załadowanie prasy, tłoczenie, opróżnienie z wytlóków i przygotowanie do ponownego użycia może trwać nawet ponad 3 godziny. To sprawia, że tłoczenie stanowi swego rodzaju „wąskie gardło” w całym procesie przerobu winogron. Dlatego, po osiągnięciu pewnego pułapu produkcji nie warto zwlekać z zastąpieniem prasy poruszanej ręcznie przez większą prasę z napędem hydraulicznym.

Prasę napełniamy powoli, stopniowo miazgą winogron, czekając aż spłynie tak zwany samociek (samotok), czyli moszcz, który samoczynnie wypływa z miazgi bez tłoczenia. Dysponując odpowiednimi sitami można oddzielić samociek od miazgi jeszcze przed załadowaniem do prasy, co pozwala zmniejszyć niebezpieczeństwo jego oksydacji. Frakcja samocieku stanowi ok. 50% uzyskanego moszczu. Po napełnieniu miazgą całego kosza prasy zamykamy górne wieko i powoli dokręcamy z wyczuciem śrubę, za pierwszym razem niezbyt mocno. Po kilku minutach popuszczamy nacisk tłoka, a po kolejnych kilkunastu minutach znów dokręcamy. Cykl ten powtarzamy zwykle 4–7 razy.

**Uwaga:** Pamiętajmy, że dobrą jakość moszczu uzyskuje się tylko przy umiarkowanym nacisku prasy i przy powolnym tłoczeniu, aby moszcz miał czas wycieknąć z miazgi. Dopiero na koniec tłoczenia, w ostatnim cyklu możemy docisnąć tłok prasy „do oporu”.

Całkowita wydajność moszczu, wraz z frakcją samocieku powinna wynosić od 55 do 72 l ze 100 kg winogron, w zależności od odmiany i ewentualnego użycia enzymów pektolitycznych. W żadnym przypadku nie należy przekraczać ilości 75 l moszczu ze 100 kg winogron, gdyż grozi to przedostaniem się do moszczu wielu niepożądanych substancji.

### **Krótką maceracja w miazdze winogron**

Moda ostatnich lat nakazywała przy produkcji win białych jak najszybsze tłoczenie winogron po zgnieceniu na miazgę, bądź nawet tłoczenie całych gron bez odszypułkowania i zgniatania, aby zminimalizować kontakt moszczu ze skórkami. Dzisiaj coraz częściej wraca się do bardziej tradycyjnej metody polegającej na pozostawieniu przez pewien czas całej miazgi winogron, aby do moszczu przeszły niektóre substancje zawarte w skórkach. Uzyskuje się w ten sposób wina o bogatszym aromacie i ekstrakcie. Przedłużony kontakt ze skórkami wzbogaca także moszcz w aminokwasy i nasycone kwasy tłuszczowe, które stanowią pożywkę dla drożdży podczas fermentacji.

Krótką maceracja miazgi przydaje się szczególnie w przypadku winogron, których odmianowy aromat opiera się o związki terpenowe (sibera, hibernal, siegerrebe, kernling, milia, riesling, traminer, muszkat).

Miazgę pozostawia się przed tłoczeniem na kilka do kilkunastu godzin w temperaturze ok. 10°C, najlepiej przez noc, nie dopuszczając przy tym do fermentacji. Z tego powodu, jeśli zamierzamy przeprowadzić macerację powinniśmy przy siarkowaniu miazgi (patrz wyżej) stosować dawkę SO<sub>2</sub> nie mniejszą, niż 50 mg/l.

**Uwaga:** Maceracja uwalnia z winogron zarówno „dobre” jak i „złe” aromaty. Dlatego w przypadku surowca gorszej jakości – winogron nadgniłych, spleśniałych, uszkodzonych, niedojrzałych, etc. – należy do minimum ograniczyć kontakt moszczu ze skórkami po zgnieceniu na miazgę, lub nawet zastosować tłoczenie całych gron (patrz niżej).

### **Tzw. „zimna maceracja”**

Jeśli mamy możliwość przetrzymania miazgi winogron w temperaturze poniżej 5°C, możemy wydłużyć macerację nawet do 3–5 dni, gdyż niska temperatura chroni miazgę przed oksydacją i aktywnością mikroorganizmów. Do ochłodzenia miazgi winogron, a następnie utrzymania jej temperatury najczęściej używa się „suchego lodu” w jednorazowych dawkach ok. 0,5–1 kg na 100 l miazgi. Taka „zimna maceracja” wzmacnia intensywność odmianowych aromatów szczególnie w młodych winach

przeznaczonych do bieżącej konsumpcji. Proces ten nie jest natomiast polecany dla win przeznaczonych do dłuższego przechowywania, a szczególnie dojrzewających w beczkach.

## **Fermentacja „w miazdze”**

Niektórzy producenci stosują przy wyrobie win białych fermentację moszczu ze skórkami trwającą kilka, a nawet kilkanaście dni, podobnie jak to się robi w przy produkcji win czerwonych. Jest to bardzo kontrowersyjna technika, która niekiedy daje zadziwiająco bogate, aromatyczne i długowieczne wina w starym stylu. Z drugiej jednak strony wina takie wymagają silniejszego siarkowania oraz wykazują wyższą kwasowość lotną i zawartość związków polifenolowych, a często także nie przez wszystkich lubiane oksydacyjne („orzechowe”) tony. Technika ta wymaga użycia pierwszorzędnej jakości winogron, całkowicie dojrzałych i zdrowych.

## **Zastosowanie enzymów**

Do miazgi winogron przed tłoczeniem można dodać tzw. enzymy pektolityczne, które przyspieszają rozkład pektyn i tym samym rozluźniają strukturę miąższu i ułatwiają wypływanie moszczu. Niegdyś robiono to wyłącznie dla zwiększenia wydajności tłoczenia, dziś stosuje się enzymy raczej dla uzyskania lepszej jakości moszczu.

Umiarkowany dodatek enzymów rzędu 25–30 ml na 100 kg winogron pozwala bowiem na skrócenie czasu maceracji miazgi, szybsze tłoczenie oraz zastosowanie mniejszego nacisku prasy, co zmniejsza ryzyko oksydacji oraz przedostania się do moszczu gorzkich garbników. Aby jednak uzyskać taki pozytywny efekt trzeba ustrzec się pokusie silniejszego „przykręcenia” prasy i uzyskać kilka dodatkowych litrów moszczu.

**Uwaga:** Enzymy można stosować wyłącznie w przypadku całkowicie zdrowych winogron. W przeciwnym razie często dochodzi do uwolnienia gorzkich substancji i nieprzyjemnych aromatów. Używając enzymów należy też ograniczyć czas maceracji miazgi do najwyżej kilku godzin, aby do moszczu nie przedostało się zbyt wiele garbników.

## **Tłoczenie całych gron**

Przeciwieństwem maceracji miazgi jest tłoczenie całych gron. W niektórych bowiem przypadkach daje się do prasy nienaruszone grona, bez oddzielania szypulek i zgniatania jagód. Szypułki winogron służą tu jako drenaż ułatwiający wypływanie soku. Uzyskany w ten sposób moszcz charakteryzuje się mniejszą zawartością garbników i zanieczyszczeń, a wino odznacza się świeżym owocowym aromatem i nieco niższym ekstraktem.

Tłoczenie całych gron stosuje się szczególnie:

- przy produkcji lekkich win do bieżącej konsumpcji, szczególnie z neutralnych odmian (np. seyval, auxerrois, bianka)
- w celu uzyskania wina bazowego do produkcji win musujących
- w przypadku odmian o podwyższonej zawartości garbników i podatnych na oksydację (np. bianka)
- w przypadku nadgniłych, spleśniałych lub uszkodzonych winogron

## **Frakcje tłoczenia**

W poszczególnych etapach tłoczenia otrzymuje się moszcz o różnej charakterystyce:

### **1. Samociek**

Jest to pierwsze 30–40 l moszczu uzyskanego ze 100 kilogramów winogron, który oddzielił się samoczynnie lub – w przypadku tłoczenia całych gron – pod bardzo lekkim naciskiem prasy. Ta frakcja moszczu odznacza się najwyższą zawartością cukrów i kwasów, jaśniejszą barwą i niższym ekstraktem.

### **2. Moszcz „z prasy”**

To kolejne 25–35 l moszczu uzyskanych w trakcie tłoczenia. W porównaniu z samocikiem moszcz ten odznacza się niższą kwasowością, a także wyższym ekstraktem i zawartością związków aromatycznych.

### **3. „Dopraska”**

Tak potocznie określa się ostatnie kilka litrów moszczu uzyskanych w końcowym etapie tłoczenia, pod silnym naciskiem prasy. Moszcz taki zawiera mniej cukrów i kwasów, a więcej garbników, składników

mineralnych, nieraz też odznacza się ciemniejszym, żółtym zabarwieniem. Frakcja ta nie zawsze jest wykorzystywana przy wyrobie win wyższej jakości

Poszczególne frakcje moszczu warto zbierać do różnych zbiorników, a następnie zmieszać w odpowiednich proporcjach, albo też oddzielnie poddać fermentacji, aby w ten sposób uzyskać bardziej urozmaicony surowiec do kupażu (patrz tabela).

**Tabela 2. Porównanie poszczególnych frakcji tłoczenia na przykładzie moszczu z winogron odmiany chardonnay z regionu Franche-Comté (płn. wsch. Francja)**

| frakcja tłoczenia                    | samociek | moszcz „z prasy” | „dopraska” |
|--------------------------------------|----------|------------------|------------|
| ilość moszczu (l) ze 100 kg winogron | 33 (46%) | 31 (44%)         | 7 (10%)    |
| zawartość cukrów (g/l)               | 186      | 182              | 167        |
| całkowita kwasowość (g/l)            | 8,4      | 7,6              | 6,3        |
| pH                                   | 3,08     | 3,16             | 3,65       |
| garbniki (mg/l)                      | 25       | 57               | 149        |
| polisacharydy (g/l)                  | 1,28     | 1,90             | 3,68       |
| potas (mg/l)                         | 663      | 738              | 1580       |
| żelazo (mg/l)                        | 2        | 3                | 18         |

### **Czystość przede wszystkim!**

Młynek i prasa są prawdziwą wylegarnią bakterii i dzikich drożdży oraz najczęstszym źródłem infekcji mikrobiologicznych podczas całego procesu produkcji wina! Po kilku godzinach użytkowania dosłownie roi się tam od szkodliwych mikroorganizmów, dlatego po każdym użyciu sprzęty te powinny być na bieżąco dokładnie myte i dezynfekowane. Dotyczy to także pojemników na winogrona i moszcz, innego drobnego sprzętu, a także podłóg w pomieszczeniach służących do przerobu winogron. Odrzucone przy selekcji winogrona, szypułki i wytłoki powinny być natychmiast usuwane możliwie daleko poza miejsce przerobu, gdyż przyciągają one roje muszek owocówek roznoszących bakterie kwasu octowego.

## OBRÓBKA MOSZCZU PRZED FERMENTACJĄ

Ten etap produkcji ma na celu usunięcie z moszczu niepożądanych składników, oraz ewentualną korektę jego składu chemicznego (cukru, kwasowości, SO<sub>2</sub>). Chcąc uzyskać dobrej jakości wino należy te zabiegi przeprowadzać bardzo ostrożnie, najlepiej opierając się na wynikach pomiarów:

- zawartości lotnego SO<sub>2</sub>
- zawartości cukrów
- całkowitej kwasowości
- pH
- proporcji kwasu winowego i kwasu jabłkowego

Ze względu na założoną objętość tekstu nie opisujemy tu metod wykonania wymienionych analiz, gdyż można je dość łatwo znaleźć w literaturze przedmiotu.

### Siarkowanie moszczu

Jeśli miazga winogron została prawidłowo zasiarkowana przed tłoczeniem (patrz wyżej), to dodatek SO<sub>2</sub> do świeżo wyciśniętego moszczu w zasadzie nie jest potrzebny. Natomiast dodatkowe siarkowanie moszczu może być konieczne w przypadku:

- użycia do wyrobu nadgniłych i spleśniałych winogron
- długiej maceracji miazgi
- przerobu winogron w wyższej temperaturze
- wystąpienia symptomów zakażenia lub utlenienia moszczu (np. zapach aldehydu octowego, duże ilości muszek-owocówek, brunatnienie)

W takich przypadkach stosuje się dawkę od 30 nawet do 100 mg/l SO<sub>2</sub>, w zależności od potrzeb. Najlepiej wykonać siarkowanie po zmierzeniu stężenia wolnego SO<sub>2</sub>, tak aby uzupełnić je do poziomu 20 mg/l.

- **Uwaga:** Należy raczej stosować jednorazowe, silniejsze siarkowanie miazgi przed fermentacją, niż rozbić ten zabieg na dwa etapy, gdyż zwiększa to proporcję związanego (nieaktywnego) SO<sub>2</sub> w stosunku do wolnego SO<sub>2</sub>.

### Samoczynne klarowanie moszczu (sedymentacja)

Świeżo wytłoczony moszcz zawiera fragmenty skórek, szypulek i liści, pestki, pył z winnicy i transportu, etc. Zanieczyszczenia te stanowią zwykle 3–5% całego moszczu i powinny być czym prędzej usunięte, gdyż mogą być przyczyną zmian niekorzystnych dla aromatu i smaku przyszłego wina.

Podstawowym sposobem klarowania moszczu jest sedymentacja, czyli samoczynne osadzanie się zanieczyszczeń na dnie zbiornika. W tym celu pozostawia się moszcz w zbiorniku na ok. 8–12 godzin, a następnie ściąga z dna osadu. Zanieczyszczenia łatwiej i szybciej osadzają się, gdy moszcz znajduje się w zbiorniku wyższym i o mniejszej średnicy, niż w niskim i szerokim, łatwiej także jest z takiego zbiornika zlać wyklarowany moszcz nie wzburzając osadu. Klarowaniu moszczu powinno się odbywać w niezbyt wysokiej temperaturze, najlepiej w ok. 10–12°C.

### Klarowanie z użyciem bentonitu

Podstawowym środkiem klarującym stosowanym przy wyrobie wina jest bentonit. Jest to preparat sporządzony z ilastej glinki, tzw. montmorillonitu, sprzedawany najczęściej w formie granulatu. Bentonit stosuje się w przypadku trudności z samoczynnym klarowaniem moszczu, a także do moszczy uzyskanych z winogron porażonych chorobami grzybowymi. W tym celu używa się najczęściej uniwersalnych bentonitów sodowo-wapniowych. W przypadku moszczy o wyższej kwasowości i niższym pH (<3,4) można też stosować specjalne bentonity wapniowe (tzw. bentonity moszczowe), które są wprawdzie mniej skuteczne w wiązaniu białek i zanieczyszczeń, ale tworzą mniej osadu.

Do klarowania moszczu stosuje się bentonit w dawce 80–150 g na 100 l moszczu, w zależności od stopnia zanieczyszczenia. Preparat bentonitu przed użyciem należy aktywować. W tym celu rozpuszczamy odmierzoną dawkę preparatu w kilkakrotnie większej ilości wody i pozostawiamy na co najmniej kilka godzin (a najlepiej do następnego dnia), aż utworzy się jednolita papka o konsystencji

żelu. Przygotowany preparat mieszamy najpierw z niewielką ilością moszczu a następnie wlewamy do całego zbiornika i mieszamy. Ważne jest równomierne rozprowadzenie bentonitu w całej objętości klarowanego moszczu. Dalej postępuje się tak, jak przy samoczynnej sedymentacji moszczu.

### **Stabilizacja białkowa moszczu**

Jednym z podstawowych zastosowań bentonitu przy produkcji wina jest usunięcie nadmiaru tzw. niestabilnych białek, które mogłyby później wytrącać się w butelce, powodując mętnienie wina, białawy, mleczny osad lub w formie drobnych białych płatków. Nadmiar białek najczęściej usuwa się dopiero na dalszym etapie wyrobu, przy stabilizacji wina po fermentacji i obciążu. Jednak przy wyrobie win białych nieraz poleca się wykonać ten zabieg na etapie klarowania moszczu.

Dzięki wyższej kwasowości i niższemu pH działanie bentonitu jest skuteczniejsze w moszczu, niż w winie. Dlatego jeśli nawet nie mamy problemów z samoczynnym klarowaniem można zastosować niewielką dawkę 70–100 g bentonitu na 100 l moszczu w celu usunięcia nadmiaru białek. Zabieg ten należy jednak wykonać ostrożnie, aby nie pozbawić moszczu aminokwasów i innych związków azotowych, a także tiaminy (witaminy B1), niezbędnych do prawidłowego przebiegu fermentacji. Wprawdzie straty takie można wyrównać dodając do moszczu przed fermentacją odpowiednie pożywki, jednak zbyt silne klarowanie może również spowodować bezpowrotną utratę pewnych aromatów i zmianę charakteru wina.

### **Wzbogacanie (zwiększenie zawartości cukru w moszczu)**

W naszych warunkach klimatycznych dość często zdarza się, że winogrona nie osiągają wystarczającej zawartości cukru aby uzyskać odpowiednie stężenie alkoholu podczas fermentacji. W takim przypadku stosuje się tak zwane wzbogacenie, czyli dosłodzenie moszczu przed fermentacją. Przy produkcji win białych na niewielką skalę należy przyjąć, że do podniesienia stężenia alkoholu o 1% obj. potrzebne jest zwiększenie zawartości cukru w moszczu o 17 g/l.

Zawartość cukru w moszczu można zwiększyć w następujący sposób:

- dodając zagęszczony moszcz gronowy lub rektyfikowany zagęszczony moszcz gronowy
- dodając sacharozę, np. cukier buraczany lub trzciniowy (tzw. szaptalizacja)
- zagęszczając moszcz przez wymrażanie (tzw. krioekstrakcja) lub odwróconą osmozę.

Zgodnie z przepisami dla tego samego moszczu można zastosować tylko jedną metodę wzbogacenia. Łączenie, np. słodzenia cukrem z dodatkiem zagęszczonego moszczu, lub zastosowaniem osmozy jest zabronione.

Zagęszczony moszcz gronowy i rektyfikowany zagęszczony moszcz gronowy są u nas trudne do kupienia i stosunkowo drogie. Natomiast zakup koncentratora do zagęszczania moszczu metodą odwróconej osmozy może być opłacalny jedynie przy bardzo dużej skali produkcji. Niewielką ilość moszczu można zagęścić przez wymrażanie w temperaturze co najmniej  $-7^{\circ}\text{C}$ , np. w zamrażarce. Dlatego praktycznie jedyną metodą wzbogacania stosowaną u nas szerzej przy wyrobie wina jest dodatek sacharozy.

### **Stopień wzbogacenia i dozwolone limity**

Zbyt mocne wzbogacenie moszczu może w efekcie dawać wina odznaczające się brakiem równowagi i zbyt dużą zawartością alkoholu w stosunku do wątłej budowy i aromatu. W przypadku win białych równowaga ta nie będzie raczej naruszona, jeśli zawartość alkoholu została podniesiona nie więcej, niż o 1,5% obj. (co odpowiada zwiększeniu zawartości cukru w moszczu o ok. 26 g/l).

Przepisy UE w sprawie wspólnej organizacji rynku wina określają następujące limity obowiązujące przy wzbogaceniu moszczu w naszej strefie A uprawy winorośli:

- zawartość cukru w moszczu może być zwiększona maksymalnie o 59,5 g/l (co odpowiada 3,5% obj. alkoholu)
- uzyskana zawartość cukru w moszczu w przypadku białych win stołowych nie może być większa, niż 196 g/l (11,5% obj. alkoholu w gotowym winie); limit ten nie obowiązuje w przypadku kategorii win jakościowych

## Szaptalizacja (wzbogacanie sacharozą)

Szaptalizacja jest tradycyjnym sposobem wzbogacenia moszczu, stosowanym od 200 lat w chłodniejszych regionach winiarskich Europy. Sacharoza jest wprawdzie „obcym” dodatkiem (nie pochodzi z winogron), lecz jej zastosowanie nie zmienia aromatu wina. W pierwszej fazie fermentacji cukier ten rozszczepia się bowiem na glukozę i fruktozę, a więc cukry naturalnie występujące w owocach winogron.

Dosładzając moszcz sacharozą powinniśmy pamiętać, że dodatek 1 kg cukru zwiększa objętość moszczu o około 0,6 l. Dlatego, aby podwyższyć zawartość cukru w moszczu o 10 g/l należy dodać ok. 1,07 kg sacharozy w przeliczeniu na 100 l moszczu. Szaptalizację należy przeprowadzić przed rozpoczęciem fermentacji. Nie należy dodawać cukru bezpośrednio do całej objętości wzbogacanego moszczu lub miazgi winogron, gdyż część nie rozpuszczonego cukru osiadzie na dnie, mieszając się z osadem i nie zostanie przefermentowana.

Przed dodaniem rozpuszczamy cukier w niewielkiej ilości moszczu (ok. 2 l na 1 kg cukru), dokładnie mieszając np. przy pomocy kuchennego miksera. Nie powinno się podgrzewać takiego roztworu, gdyż może to niekorzystnie wpłynąć na aromat wina.

## Odkwaszanie moszczu

W naszych warunkach klimatycznych często spotykamy się ze zbyt wysoką kwasowością moszczu i wówczas należy przeprowadzić zabieg odkwaszania. Ale podobnie jak w przypadku wzbogacania moszczu, zbyt mocne odkwaszenie może dać wina pozbawione równowagi i niesmaczne. Dlatego też w pierwszej kolejności powinniśmy rozważyć „naturalne” sposoby pozbycia się nadmiaru kwasów, jak kupażowanie z moszczem o mniejszej kwasowości, czy przeprowadzenie fermentacji jabłkowo-mlekowej (patrz niżej).

Z drugiej jednak strony nie należy za wszelką cenę unikać chemicznego odkwaszania moszczu (czego wielu początkujących winiarzy się obawia), gdyż prawidłowe wykonanie tego zabiegu może nieraz w znacznym stopniu poprawić jakość wina. Przy produkcji win białych odkwaszanie chemiczne powinno się stosować wyłącznie w przypadku moszczu o całkowitej kwasowości przekraczającej 10 g/l. Nie należy też odkwaszać moszczu poniżej poziomu 9 g/l.

Stosuje się następujące metody odkwaszania moszczu:

- odkwaszanie przy pomocy węgla wapnia  $\text{CaCO}_3$
- odkwaszanie przy pomocy soli podwójnych

Wybór właściwej metody odkwaszania zależy od wzajemnej proporcji kwasu winowego i kwasu jabłkowego.

## W moszczu, czy w winie?

Proces odkwaszania można przeprowadzić stosując te same metody także na dalszym etapie produkcji, po zakończeniu fermentacji i ściągnięciu wina z nad osadu. Jednak z wielu przyczyn zaleca się odkwaszanie moszczu, a nie wina:

- wino zgodnie z przepisami można odkwasić maksymalnie o 1 g/l
- ubocznym skutkiem odkwaszania mogą być pewne „obce” posmaki i aromaty, które w przypadku moszczu są później eliminowane (głównie podczas fermentacji), natomiast w przypadku wina mogą one być trudne do usunięcia
- niższa kwasowość i wyższe pH ułatwia przeprowadzenie fermentacji jabłkowo-mlekowej
- mniejsze wytrącanie się tzw. kamienia winnego w gotowym winie pozwala zachować wyższą zawartość potasu, co ma pozytywny wpływ na jego walory

Jedynym negatywnym skutkiem odkwaszania moszczu może być zbyt niska kwasowość wina w przypadku wystąpienia samoczynnej, niezaplanowanej fermentacji jabłkowo-mlekowej.

## Odkwaszanie przy pomocy węgla wapnia $\text{CaCO}_3$

Jest to najprostsza metoda odkwaszania moszczu polegająca na wiązaniu części kwasu winowego przy pomocy czystego węgla wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) do postaci winianu wapnia, który wytrąca się w formie osadu. Aby obniżyć kwasowość moszczu o 1 g/l należy zastosować dawkę węgla wapnia 0,67 g/l (67

g na 100 l moszczu). Odmierzoną ilość  $\text{CaCO}_3$  należy rozpuścić w niewielkiej ilości moszczu, a następnie rozmieszać z pozostałą resztą.

Przykład: 250 l moszczu o całkowitej kwasowości 11 g/l chcemy odkwasić do poziomu 9,5 g/l, czyli o 1,5 g/l. Stosujemy wówczas dawkę węgla wapnia:

$$250 \times 1,5 \times 0,67 = 251,25 \text{ g}$$

Metoda ta ma jednak spore ograniczenia i niebezpieczeństwa:

- nie powinna być stosowana w przypadku moszczy ze zdecydowaną przewagą kwasu jabłkowego, gdyż może to zwiększyć nierównowagę kwasów.
- z tego samego powodu nie powinno się odkwaszać moszczu więcej, niż o 3 g/l (a najlepiej nie więcej, niż o 2 g/l)
- w żadnym przypadku nie można doprowadzić do obniżenia zawartości kwasu winowego poniżej 1 g/l, aby węgiel wapnia nie wszedł w reakcje z kwasem jabłkowym

### Odkwaszanie przy pomocy soli podwójnych

W przypadku moszczy o bardzo wysokiej kwasowości, a szczególnie o wysokiej zawartości kwasu jabłkowego stosuje się odkwaszanie przy pomocy podwójnych soli winianu wapnia i soli wapniowych kwasu winowego. Przy odkwaszaniu solami podwójnymi usuwa się zarówno kwas winowy, jak i kwas jabłkowy. Umożliwia to obniżenie ogólnej kwasowości moszczu nawet o 6–7 g/l.

Podstawowy problem tej metody polega na tym, że podwójne sole kwasu winowego i jabłkowego powstają wyłącznie w środowisku powyżej 4,5 pH, podczas gdy poziom pH moszczu wynosi zazwyczaj 3,0–3,5. Dlatego wymaga to zastosowania specjalnej procedury. Proces odkwaszania wykonuje się tylko na pewnej części moszczu, który zostaje niemal całkowicie odkwaszony a następnie, po filtracji, jest mieszany resztą moszczu, która nie była odkwaszana.

Zabieg ten teoretycznie można wykonać przy pomocy „zwykłego” węgla wapnia, jednak powinno się tu stosować specjalne preparaty przyspieszające krystalizację podwójnych soli, dostępne pod handlową nazwą Acidex albo Neoantacid.

Przykład: 150 l moszczu o całkowitej kwasowości 14 g/l chcemy odkwasić do poziomu 9,5 g/l, czyli o 4,5 g/l. Ilość węgla wapnia lub preparatu potrzebną do odkwaszenia moszczu obliczamy tak jak w przypadku „zwykłego” odkwaszania za pomocą  $\text{CaCO}_3$  (0,67 g preparatu do wytrącenia 1 g kwasu):

$$150 \times 4,5 \times 0,67 = 452,25 \text{ g}$$

Natomiast ilość części moszczu która ma być odkwaszana oblicza się według wzoru:

$$\text{całkowita ilość moszczu} \times (\text{stoperunek odkwaszenia} : \text{całkowita kwasowość moszczu}) \times 1,1$$

Do procesu odkwaszania powinniśmy więc przeznaczyć następującą ilość moszczu:

$$150 \times (4,5 : 14) \times 1,1 = 52,8 \text{ l}$$

Zabieg odkwaszania przy pomocy podwójnych soli przeprowadza się w następujący sposób:

1. Odważoną ilość preparatu wsypujemy na dno pustego zbiornika, w którym będzie prowadzone odkwaszanie.
2. Odmierzoną ilość moszczu wlewamy powoli na preparat ciągle mieszając, moszcz mieszamy przez następne ok. 15 minut, aż przestanie wydzielać się  $\text{CO}_2$ .
3. Pozostawiamy powstały w trakcie odkwaszania osad do odstania.
4. Zlewamy odkwaszony moszcz z nad osadu, filtrujemy i dodajemy do pozostałej części moszczu.

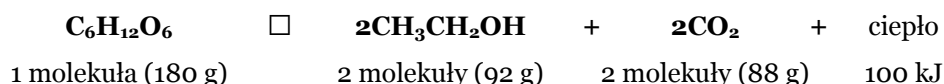
Proces ten jest dość trudny do przeprowadzenia dla niedoświadczonych winiarzy i wiąże się z licznymi pułapkami („diabeł tkwi w szczegółach”). Dlatego należy postępować ściśle według instrukcji producenta preparatu użytego do odkwaszania.

## FERMENTACJA ALKOHOLOWA

Fermentacja alkoholowa jest najważniejszym procesem zachodzącym podczas przemiany winogron w wino. Jest to enzymatyczny rozkład cukrów przebiegający w środowisku beztlenowym pod wpływem aktywności drożdży, w wyniku czego powstaje alkohol i dwutlenek węgla. Podczas fermentacji tworzą się także – lub uwalniają z moszczu albo miazgi winogron – inne związki istotne dla smaku i aromatu przyszłego wina.

### Proces fermentacji

W trakcie fermentacji alkoholowej następuje rozkład zawartych w moszczu cukrów prostych – glukozy i fruktozy – w wyniku czego powstaje alkohol etylowy, dwutlenek węgla oraz ciepło:



Z bilansu powyższej reakcji wynika, że z przefermentowania 100 g cukru powinno teoretycznie powstać 51 g (64 ml) alkoholu i 49 g dwutlenku węgla. Jednak w praktyce przy fermentacji moszczu uzyskuje się tylko 45–48 g (57–60 ml) alkoholu ze 100 g cukru. Część cukru jest bowiem zużywana przez drożdże do własnego wzrostu i produkcji innych związków, a parę procent wytworzonego już etanolu ulatnia się wraz z dwutlenkiem węgla bądź wchodzi w reakcje z innymi związkami.

Oprócz alkoholu i CO<sub>2</sub> w trakcie fermentacji powstaje szereg innych substancji, określanych ogólnie jako produkty uboczne fermentacji. Jest to przede wszystkim glicerol (gliceryna), a także glikol butylenowy (2,3 butandiol), kwas bursztynowy, kwas octowy, kwas mlekowy, wyższe alkohole (fuzle), aldehyd octowy, aldehyd etylowy oraz inne związki, które występują wprawdzie w znikomych ilościach, ale mają znaczący wpływ na aromat i smak przyszłego wina. To właśnie z fermentacji, a nie bezpośrednio z winogron wywodzi się większość substancji odpowiedzialnych za owocowe i „odmianowe” aromaty wina. Są to np. lotne estry powstające z reakcji kwasów i alkoholi oraz terpenoidy i związki tiolowe uwalniane podczas fermentacji z tzw. prekursorów glikozydowych pochodzących ze skórek i moszczu winogron.

Podczas fermentacji wyzwala się sporo energii cieplnej, co może prowadzić do szybkiego ogrzewania się fermentującego moszczu i przy większej objętości nastawu powoduje konieczność chłodzenia. Problemem może być także dwutlenek węgla który podczas produkcji wina powstaje w ilości ok. 55 l na każdy litr fermentującego moszczu. W fazie tzw. burzliwej fermentacji z 500 l moszczu wydziela się nawet do kilku metrów sześciennych CO<sub>2</sub> dziennie! W niewielkim i źle przewietrzanym pomieszczeniu może to być poważnym zagrożeniem dla ludzkiego zdrowia i życia, gdyż przy stężeniu przekraczającym 15% CO<sub>2</sub> we wdychanym powietrzu dochodzi do utraty przytomności, a nawet uduszenia.

### Drożdże

Niezbędnym czynnikiem fermentacji alkoholowej są drożdże – jednokomórkowe grzyby wielkości zaledwie 2–15 μ (1μ = 1/1000 mm) rozmnażające się przez pączkowanie lub podział komórki. Energię potrzebną do rozwoju czerpią one z przemiany materii organicznej, zwłaszcza cukrów i w przeciwieństwie do bakterii mogą egzystować także w środowisku beztlenowym. W sprzyjających warunkach drożdże mnożą się bardzo szybko, tworząc populacje liczone w miliardach osobników. Wiele gatunków drożdży wytwarza także zarodniki zdolne przetrwać przez pewien czas w środowisku nie sprzyjającym ich rozwojowi.

Drożdże występują dość powszechnie w przyrodzie, w tym również na skórkach dojrzałych winogron, a także w glebie winnicy i pomieszczeniach służących do wyrobu wina. Zarodniki drożdży są często roznoszone przez owady.

W fermentacji alkoholowej moszczu bierze udział wiele gatunków i szczepów (odmian, podgatunków) drożdży. Różnią się one między sobą odpornością na alkohol, temperaturę, dwutlenek siarki, pH i stężenie cukru, a także efektywnością przemiany cukrów w alkohol oraz rodzajem i ilością wytwarzanych podczas fermentacji produktów ubocznych. Rodzaj drożdży wpływa więc bezpośrednio na charakter, smak i aromat wina.

Przy produkcji wina kluczową rolę odgrywają stosunkowo odporne na alkohol drożdże z rodzaju *Saccharomyces*, szczególnie szczepy *Saccharomyces cerevisiae ssp. cerevisiae* (*S. cerevisiae*) i *Saccharomyces cerevisiae ssp. bayanus* (*S. bayanus*). Są one nazywane potocznie drożdżami „szlachetnymi”. W przyrodzie *Saccharomyces* nie występują zbyt liczne i stanowią nie więcej, niż 1–2%

naturalnych drożdży występujących np. na skórkach winogron. Przy mikroskopowej analizie moszczu komórki *Saccharomyces* można wyróżnić po dość regularnym, owalnym lub eliptycznym kształcie.

W naturalnych populacjach drożdży dominuje gatunek *Kloeckera apiculata* (oraz jego forma zarodnikowa *Hanseniaspora uvarum*), licznie reprezentowane są także drożdże z rodzaju *Metschnikovia* i *Candida*. Są to tzw. drożdże „spiczaste” (łac. *apiculata* – oglądane pod mikroskopem wyróżniają się kształtem ostro zakończony elipsy, podobnym do cytryny) znane też jako drożdże dzikie. Charakteryzują się one niską odpornością na alkohol (do 4%).

## Fermentacja spontaniczna („na własnych drożdżach”)

Gdy naturalne drożdże przedostaną się do moszczu proces fermentacji rozpoczyna się samoczynnie. Wielu winiarzy bazuje na tym zjawisku i osiąga dobre rezultaty robiąc swoje wina wyłącznie metodą tzw. fermentacji spontanicznej („na własnych drożdżach”), bez dodawania selekcyonowanych kultur drożdży. W tradycyjnych regionach winiarskich przez całe pokolenia uczono się jak zrobić w ten sposób możliwie najlepsze wino. Jednak wiedzy takiej nie da się bezkrytycznie stosować w jakimś innym miejscu, gdzie występuje inna mikroflora. Dopóki więc sami nie dopracujemy się podobnych doświadczeń fermentacja „na własnych drożdżach” pozostanie u nas zabiegiem dość ryzykownym i nieprzewidywalnym.

Fermentacja na naturalnych drożdżach może przynieść dobre efekty w postaci interesującego wina o ciekawym, bogatym aromacie i pełnej budowie. W początkowej fazie fermentacji dzikie drożdże produkują sporo glicerolu i substancji aromatycznych (estry, wyższe alkohole). Z drugiej jednak strony nie gwarantują one właściwego przebiegu fermentacji i powodują znacznie wyższą kwasowość lotną, niż selekcyonowane drożdże „szlachetne”. Fermentacji „na własnych drożdżach” nie da się prowadzić w temperaturze poniżej 15°C, a często także występują problemy przy fermentacji moszczy o wyższej zawartości cukru.

**Uwaga:** W przypadku fermentacji moszczy uzyskanych z nadgniętych lub uszkodzonych winogron, zawierających pozostałości po środkach grzybobójczych lub nadmiernie zasiarkowanych należy bezwzględnie stosować czyste kultury drożdży.

W początkowej fazie spontanicznej fermentacji dominują dzikie drożdże *apiculata* – zwłaszcza *Kloeckera* i *Hanseniaspora* – których liczba może być nawet tysiącrotnie wyższa, niż *Saccharomyces*. Jednak wraz z postępem fermentacji wrażliwe na alkohol drożdże dzikie zaczynają być wypierane przez znacznie odporniejsze drożdże „szlachetne”. Po przekroczeniu stężenia 4% alkoholu *Saccharomyces* stanowią już zwykle większość drożdży obecnych w nastawie.

Nie zawsze jednak drożdże *Saccharomyces* są w stanie zdobyć taką dominującą pozycję, zwłaszcza że w początkowej fazie fermentacji niektóre dzikie drożdże mogą wytwarzać toksyny hamujące ich rozwój. Dochodzi wówczas do zatrzymania fermentacji na stosunkowo wczesnym etapie, przy zaledwie kilku procentach uzyskanego alkoholu. Jest to szczególnie groźny moment, gdyż wino przestaje być chronione przez wydzielający się CO<sub>2</sub>, natomiast zawartość alkoholu jest wciąż zbyt niska, aby zapewnić ochronę przed niepożądanymi mikroorganizmami. W takiej sytuacji bardzo często dochodzi do szybkiego zarażenia wina bakteriami kwasu octowego i pojawienia się innych niepożądanych mikroorganizmów.

Dlatego należy doprowadzić do wytworzenia odpowiednio licznej populacji *Saccharomyces* już na samym początku fermentacji. W tym celu stosuje się selekcję naturalnych drożdży przez dodanie do moszczu ok. 30 mg/l SO<sub>2</sub>. Zabieg taki nie zaszkodzi zbyt *Saccharomyces*, natomiast wyeliminuje większość dzikich drożdży i bakterii. Na wzajemną konkurencję dzikich i „szlachetnych” drożdży w początkowej fazie fermentacji wpływa także temperatura. W temperaturze do 15°C drożdże *Kloeckera* są bardziej konkurencyjne, natomiast wyższe temperatury sprzyjają rozwojowi drożdży *Saccharomyces*.

## Zaczyn fermentacyjny „na własnych drożdżach”

Dla zainicjowania fermentacji „na własnych drożdżach” i wzmocnienia populacji *Saccharomyces* w wielu regionach stosuje się tak zwany zaczyn fermentacyjny (*pied-de-cuve*). Moszcz uzyskany z niewielkiej partii winogron zebranych kilka dni przed właściwymi zbiorami siarkuje się w celu selekcji dzikich drożdży i pozostawia do fermentacji w temperaturze 22–26°C. Kiedy fermentujący zaczyn osiągnie ok. 5% alkoholu dodaje się go w ilości kilku litrów na hektolitr świeżego moszczu. Zabieg taki zdecydowanie przyspiesza start spontanicznej fermentacji.

Zamiast specjalnie przygotowanego zaczynu można też użyć fermentującego moszczu pobranego z innego nastawu, który zaczął fermentować kilka dni wcześniej. Takie szczepienie „z kadzi do kadzi” jest do dziś powszechnie stosowane w wielu regionach winiarskich.

### **Czyste kultury drożdży (tzw. drożdże winiarskie)**

Jeszcze ćwierć wieku temu ogromna większość produkowanych na świecie win fermentowała „na własnych drożdżach”. Dziś już powszechnie stosuje się tzw. czyste kultury drożdży, potocznie nazywane drożdżami winiarskimi. Są to wyselekcjonowane z naturalnego środowiska i rozmnożone w warunkach laboratoryjnych szczepy *Saccharomyces*, które odznaczają się wieloma cechami przydatnymi przy wyrobieniu wina. Każda z takich selekcji charakteryzuje się też pewnymi stałymi właściwościami. Dlatego fermentacja z udziałem selekcjonowanych drożdży winiarskich jest o wiele bardziej przewidywalna i bezpieczniejsza, niż fermentacja spontaniczna.

Czyste kultury drożdży mają następujące zalety:

- zapewniają szybki i bezproblemowy przebieg fermentacji
- pozwalają na prowadzenie fermentacji w niskich temperaturach
- umożliwiają fermentację moszczu o wyższej zawartości cukru lub SO<sub>2</sub>
- umożliwiają uzyskanie wyższej zawartości alkoholu
- ograniczają produkcję niepożądanych substancji (związki siarkowe, lotna kwasowość)
- szybciej wytrącają osad po zakończeniu fermentacji (łatwiejsze klarowanie wina)
- umożliwiają zachowanie czystych, odmianowych aromatów

Drożdże winiarskie są najczęściej dostępne w formie łatwych w użyciu preparatów zawierających odwodnione komórki drożdży, z których usunięto ok. 90% wody (tzw. suche drożdże). Tak spreparowane drożdże w szczelnie zamkniętych opakowaniach można przechowywać w lodówce przez kilka miesięcy. Większość preparatów drożdży winiarskich można kupić w niewielkich, 10–50 gramowych porcjach, wygodnych przy produkcji wina na małą skalę. Jednak niektóre szczepy są sprzedawane wyłącznie w opakowaniach 0,5 kg, co ze względu na wysoki koszt zakupu znacznie ogranicza ich dostępność dla drobnych winiarzy.

Na rynku jest dostępny szeroki wybór drożdży winiarskich o różnych właściwościach użytkowych. W praktyce najbardziej przydatne są mniej lub bardziej uniwersalne selekcje *S. cerevisiae*, nadające się do zastosowania przy wyrobieniu dość szerokiego spektrum win. Do fermentacji w niskich temperaturach, a także w przypadku „problematycznych” moszczu i przy konieczności wznowienia zatrzymanej fermentacji dobrze sprawdzają się szczepy *S. bayanus* o wyższej odporności na alkohol i SO<sub>2</sub> (są to najczęściej drożdże przeznaczone do wtórnej fermentacji win musujących).

### **Przygotowanie zaczynu czystych kultur drożdży i szczepienie moszczu**

Suche preparaty drożdży winiarskich stosuje się w ilości ok. 20 g na 100 l moszczu (co odpowiada liczbie 2–4 milionów komórek drożdży na mililitr). Przed dodaniem do nastawu odwodnione komórki drożdży muszą odzyskać swoją pierwotną wilgotność, gdyż inaczej pozostaną nieaktywne. Suche drożdże dodajemy do wody o temperaturze 35–40°C, w proporcji 10 g drożdży na 100 ml wody. Taki „szok termiczny” przyspiesza aktywizację drożdży, jednak w żadnym przypadku nie wolno przekroczyć temperatury 42°C, gdyż spowoduje to ich uśmiercenie.

Aby uaktywnić możliwie największą liczbę komórek dodane do wody drożdże nieustannie mieszamy przez ok. 15 minut, aby nie dopuścić do powstania grudek i osadu, a następnie wlewamy do całej objętości moszczu. Podczas mieszania powinno się schłodzić zaczyn, aby różnica temperatury między drożdżami a moszczem nie była większa niż 8°C. Nie wolno przy tym zwlekać z dodaniem uwodnionych drożdży do moszczu, gdyż mniej więcej po 30 minutach zaczną one obumierać z braku substancji odżywczych. Można temu zapobiec przygotowując zaczyn na bazie mieszanki moszczu z wodą w proporcji 1:10.

**Uwaga:** Jeżeli producent drożdży podaje inne zalecenia, należy postępować ściśle według jego instrukcji.

## Aktywność drożdży i przebieg fermentacji

Przebieg fermentacji alkoholowej jest ściśle powiązany z metabolizmem drożdży *Saccharomyces* oraz dynamiką rozwoju ich populacji. Tak jak wszystkie żywe organizmy drożdże potrzebują do życia określonych warunków środowiskowych oraz odpowiednich substancji odżywczych i od spełnienia tych wymagań zależy, czy fermentacja będzie przebiegać bez zakłóceń i przyniesie oczekiwany efekt.

Zgodnie z cyklem rozwojowym populacji drożdży możemy w procesie fermentacji wyróżnić następujące etapy:

### I. Faza aklimatyzacji

Zanim drożdże dodane do moszczu zaczną objawiać swoją aktywność, najpierw muszą przystosować się do nowych warunków: temperatury, pH, koncentracji cukrów i  $\text{SO}_4$ . Stan beczynności drożdży związany z ich aklimatyzacją trwa zwykle od kilku godzin do 2 dni. Faza ta jest zwykle krótsza w przypadku czystych kultur drożdży winiarskich, niż przy spontanicznej fermentacji „na własnych drożdżach”. Jeśli drożdże nie znajdują sprzyjających warunków rozwoju, albo jeśli ich populacja nie jest wystarczająco liczna, to rozpoczęcie ich aktywności może się niebezpiecznie opóźnić.

### II. Faza dynamiczna fermentacji (wzrostu populacji drożdży)

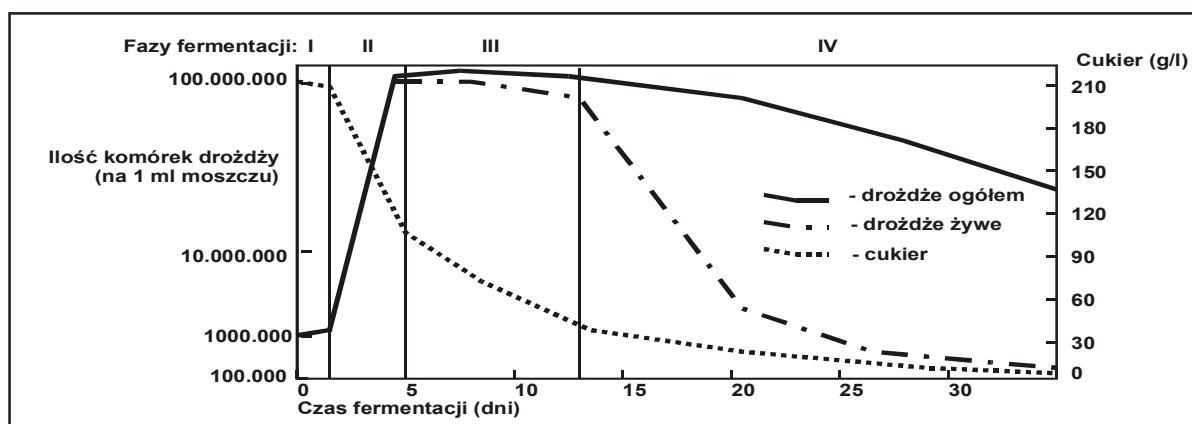
W sprzyjających warunkach zaaklimatyzowane drożdże zaczynają mnożyć się bardzo szybko, jeśli tylko są obecne w moszczu w wystarczającej liczbie (co najmniej 2 miliony komórek na mililitr). W ciągu kilku dni liczba drożdży w nastawie może wzrosnąć nawet 1000-krotnie. Pierwszym objawem aktywności drożdży jest charakterystyczne białe zmętnienie moszczu powstające wskutek wzmożonego poboru tlenu przez rozmnażające się komórki. Mniej więcej 2 dni później pojawiają się pierwsze pęcherzyki wydzielanego dwutlenku węgla, zwiastujące rozpoczęcie właściwego procesu fermentacji. Wraz ze wzrostem populacji drożdży wzrasta też tempo fermentacji, osiągając stan tzw. fermentacji burzliwej z intensywnym ulatnianiem się  $\text{CO}_2$ , charakterystycznym „buzowaniem” moszczu i tworzeniem się piany. Drożdże przestają się mnożyć po osiągnięciu maksymalnego nasycenia ok. 200 milionów komórek na mililitr moszczu. Zwykle do tego czasu ok. 50% zawartego w moszczu cukru zostaje przerobiona na alkohol.

### III. Faza stacjonarna fermentacji

Dzięki wytworzonej wcześniej licznej populacji drożdży trwa proces intensywnej przemiany materii i utrzymuje się stan fermentacji burzliwej. Jednak po pewnym czasie liczebność drożdży zaczyna spadać, co ma związek z wyczerpywaniem się substancji odżywczych i wzrostem stężenia toksycznych produktów fermentacji (alkohol etylowy, wyższe alkohole, i in.)

### IV. Faza zaniku fermentacji

Ciągły spadek liczebności drożdży prowadzi do wyraźnego spowolnienia tempa fermentacji. Fermentacja burzliwa stopniowo przechodzi w stan tzw. dofermentowania, który objawia się znacznie mniejszą emisją  $\text{CO}_2$ . Kiedy zawartość cukru w moszczu spadnie do poziomu 1–2 g/l proces fermentacji alkoholowej samoczynnie ustaje, a obumarłe komórki drożdży zaczynają tworzyć osad na dnie zbiornika.



Ryc. 2: Przebieg fermentacji alkoholowej

## Czynniki wpływające na przebieg fermentacji

### 1. Temperatura

Temperatura jest kluczowym czynnikiem regulującym przebieg fermentacji. Idealne warunki dla rozwoju drożdży *Saccharomyces* panują przy ok. 30°C, ale nie zawsze służy to jakości wina. Przy tak wysokiej temperaturze fermentacji dochodzi do utraty lotnych związków aromatycznych, co jest szczególnie niekorzystne w przypadku win białych.

Aby zachować świeże, owocowe aromaty fermentację win białych prowadzi się w stosunkowo niskich temperaturach od 8 do 20°C (najczęściej ok. 15°C). Jednak w początkowej fazie, od dodania drożdży aż do pojawienia się pierwszych odznak fermentacji w postaci ulatniających się pęcherzyków CO<sub>2</sub> należy utrzymywać temperaturę moszczu w granicach 18–22°C. Sprzyja to bowiem wytworzeniu się silniejszej populacji *Saccharomyces* i daje większą pewność bezproblemowego przebiegu fermentacji. Jeśli nie mamy możliwości ogrzania moszczu do takiej temperatury należy zastosować odpowiednie selekcje drożdży do fermentacji w niskich temperaturach (np. DV10 lub EC-1118).

Podczas fermentacji moszcz ogrzewa się samoczynnie, ale w przypadku produkcji wina na niewielką skalę nie jest to dużym problemem. Przy fermentacji kilkudziesięciu lub nawet kilkuset litrów moszczu nie są potrzebne żadne specjalne urządzenia chłodzące, wystarczy utrzymać odpowiednio niską temperaturę w pomieszczeniu w którym prowadzona jest fermentacja. W skrajnych przypadkach można zbiornik z fermentującym moszczem polewać zimną, bieżącą wodą przy pomocy zwykłego węża.

Fermentację moszczu prowadzi się zwykle od połowy września do początku listopada. W tym okresie w naszych warunkach klimatycznych pomieszczenia do produkcji wina są raczej wystarczająco chłodne i częściej zachodzi konieczność ogrzania nastawu (zwłaszcza na starcie fermentacji), niż jego schłodzenia.

### 2. Cukier

Zawarte w moszczu cukry proste (glukoza i fruktoza) są zarówno podstawowym surowcem przerabianym podczas fermentacji, jak też swego rodzaju „paliwem” dostarczającym drożdżom energii niezbędnej do życia i rozwoju populacji. Bezpośrednią przyczyną obumierania drożdży po zakończeniu fermentacji jest najczęściej właśnie brak cukru. Natomiast koncentracja cukru powyżej 230 g/l może być przyczyną zakłócenia metabolizmu drożdży oraz ich odwodnienia spowodowanego wysokim ciśnieniem osmotycznym. W przypadku bardzo słodkich moszczy (np. przy wyrobie win lodowych) fermentacja trwa nieraz nawet kilka miesięcy. Przy produkcji win słodkich nierzadko też dochodzi do zatrzymania fermentacji po uzyskaniu 7–9% alkoholu, ponieważ kombinacja alkoholu i wciąż wysokiego stężenia cukru hamuje rozwój drożdży. Aby uniknąć takich problemów przy produkcji win słodkich stosuje się szczepy drożdży o podwyższonej tolerancji na cukier (tzw. drożdże osmofilne, np. R-HST).

### 3. Alkohol

Udział drożdży w fermentacji jest swego rodzaju samobójstwem, bowiem główny wytwarzany przez nie podczas tego procesu produkt, alkohol etylowy, jest dla nich śmiertelnie toksyczny. Większość dzikich drożdży ginie już przy 4–5% alkoholu. Drożdże *Saccharomyces* są pod tym względem bardziej odporne. Przy stężeniu 11–12% alkoholu są one w stanie jeszcze rozmnażać się (a więc wznowić fermentację), a giną dopiero przy stężeniu od 15 do 18%, w zależności od selekcji. Toksyczne działanie alkoholu na drożdże wykorzystuje się przy wyrobie słodkich win likierowych. Wina te są wzmacniane destylatem do zawartości 16–22% alkoholu, co skutecznie zabezpiecza je przed wznowieniem fermentacji bez konieczności silnego siarkowania.

### 4. Azot

Do właściwego rozwoju drożdży niezbędny jest także azot. Podstawowym źródłem przyswajalnego dla drożdży azotu są obecne w moszczu aminokwasy oraz jony amonowe (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). W niektórych przypadkach może jednak wystąpić niedobór tych składników (np. z powodu nadmiernego klarowania moszczu, niepełnej dojrzałości winogron lub niewłaściwego nawożenia winnicy) i wówczas dochodzi do zakłócenia pracy drożdży i opóźnienia fermentacji, a także wzmożonej produkcji siarkowodoru (H<sub>2</sub>S) i merkaptanów. Dla wyrównania bilansu substancji odżywczych w moszczu stosuje się pożywki na bazie soli amonowych (najczęściej (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), tiaminę (witamina B1), a także preparaty zawierające ściany komórkowe drożdży.

**Uwaga:** Przedawkowanie pożywek może spowodować niekorzystne zmiany sensoryczne wina: słony posmak (sole amonowe), zaburzenia aromatu (aminokwasy), a także rozwój drożdży *Brettanomyces* (tiamina).

## 5. Tlen

Przewietrzony moszcz lepiej fermentuje – to stara prawda znana wszystkim winiarzom-praktykom. Wprawdzie fermentacja alkoholowa jest procesem beztlenowym, ale drożdże potrzebują pewnej ilości tlenu w procesie przemiany materii, a zwłaszcza przy rozmnażaniu do budowy nowych komórek. Zabieg napowietrzania można wykonać poprzez energiczne zamieszanie nastawu, przelanie otwartym strumieniem ze zbiornika do zbiornika lub za pomocą kompresora. Szczególnie korzystny efekt dla rozwoju populacji drożdży daje napowietrzenie nastawu na drugi lub trzeci dzień po zaszczepieniu. Pozytywny wpływ na pracę drożdży ma również dotlenienie moszczu podczas burzliwej fermentacji.

**Uwaga:** Nie należy napowietrzać moszczy uzyskanych z nadgniłych lub mocno uszkodzonych winogron, gdyż może to prowadzić do rozwoju niepożądanych mikroorganizmów, zwłaszcza bakterii octowych.

## 6. Dwutlenek siarki

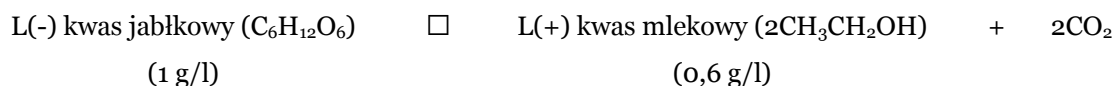
Siarkowanie moszczu lub miazgi winogron przed fermentacją ma na celu między innymi wyeliminowanie bakterii i dzikich drożdży (zwłaszcza *Klockera*). Te niepożądane mikroorganizmy są mniej odporne na dwutlenek siarki, niż drożdże *Saccharomyces*, które dość dobrze znoszą stężenie  $\text{SO}_2$  nawet powyżej 50 mg/l. Wysoka tolerancja na  $\text{SO}_2$  niektórych szczepów *Saccharomyces* (zwłaszcza *S. bayanus*) przydaje się szczególnie przy fermentacji „problematycznych” moszczy, które zostały wcześniej mocno zasiarkowane. Z drugiej strony może to stwarzać problemy przy wyrobie win słodkich, gdyż do zatrzymania fermentacji i ustabilizowania wina z cukrem resztkowym potrzeba zwykle sporej dawki  $\text{SO}_2$ , nawet powyżej 200 mg/l. W tym przypadku przydatne mogą być selekcje drożdży o obniżonej tolerancji na  $\text{SO}_2$  (np. ST).

Drożdże podczas fermentacji produkują pewną ilość dwutlenku siarki, ale jest on na bieżąco wiązany (głównie przez aldehyd octowy) i nie wykazuje aktywnego działania jako antyseptyk i antyutleniacz. Jest to więc niepożądany produkt uboczny fermentacji. Podczas spontanicznej fermentacji powstaje zwykle więcej  $\text{SO}_2$  (nawet do 10–15 mg/l), niż w przypadku użycia czystych kultur drożdży.

## FERMENTACJA JABŁKOWO-MLEKOWA (FJM)

Fermentacja jabłkowo-mlekowa (w skrócie FJM), zwana także fermentacją malolaktyczną, lub „odkwaszaniem biologicznym” jest kolejnym ważnym procesem przy wyrobie wina. FJM, to zabieg ze wszech miar pożądany i rutynowo stosowany przy produkcji win czerwonych. Natomiast w przypadku win białych korzyści wynikające z tego procesu nie są już tak oczywiste. Przy niektórych rodzajach i stylach win białych wręcz nie dopuszcza się do FJM, aby zachować wyższą kwasowość i świeży, owocowy aromat.

FJM zachodzi pod wpływem tzw. bakterii kwasu mlekowego i polega na przemianie kwasu jabłkowego na kwas mlekowy i dwutlenek węgla:



W ten sposób dochodzi to obniżenia całkowitej kwasowości wina. Podczas FJM powstaje też wiele produktów ubocznych wpływających na smak, aromat i charakter wina. Oprócz kwasu jabłkowego rozkładowi ulega także cukier i kwas cytrynowy. Jednym z najbardziej charakterystycznych produktów FJM jest powstający w wyniku redukcji kwasu cytrynowego diacetyl, dzięki któremu wino zyskuje mniej lub bardziej wyrazistą „maślaną” nutę. Zabieg FJM poprawia także stabilność biologiczną wina, gdyż zmniejsza ilość substancji powodujących wiązanie SO<sub>2</sub>.

Podobnie jak w przypadku fermentacji alkoholowej, FJM może zacząć się spontanicznie lub zostać wywołana sztucznie przez dodanie do wina preparatu zawierającego odpowiednie szczepy bakterii.

### Bakterie kwasu mlekowego

Za proces FJM odpowiada wiele szczepów bakterii, określanych wspólnie jako bakterie kwasu mlekowego. Należą do nich:

#### 1. Bakterie z rodzaju *Lactobacillus*

Są to bakterie homofermentacyjne (np. *L. casei*, *L. plantarum*) i heterofermentacyjne (*L. brevis*), dość wrażliwe – wytrzymują alkohol zaledwie do stężenia 6%.

#### 2. Bakterie z rodzaju *Pediococcus*

Najlepiej czują się w środowisku o wyższym pH (powyżej 3,5). Podczas FJM produkują duże ilości nie zawsze pożądanych produktów ubocznych, zwłaszcza diacetylu.

#### 3. Bakterie *Oenococcus oeni* (dawniej zwane *Leuconostoc*)

Są to heterofermentacyjne bakterie o dużym zapotrzebowaniu na witaminy (tiamina, kwas foliowy) i stosunkowo odporne na niskie pH (do 3,2). Produkują niewiele produktów ubocznych FJM i nie psują smaku wina.

### Produkty uboczne FJM

Podstawowym produktem ubocznym FJM jest diacetyl (2,3-butandion). Obecny w winie w niewielkich stężeniach daje przyjemne nuty orzechów, karmelu i przyrumienionego masła. Jednak w większych dawkach, powyżej 1 mg/l odpowiada za mniej przyjemne tony nieświeżego masła. Jest wytwarzany w większych ilościach przez bakterie *Pediococcus* (do 4 mg/l), w znacznie mniejszych przez *Oenococcus oeni* (ok. 0,2 mg/l).

Inne ważniejsze produkty uboczne FJM, to:

- aminy biogeniczne (w tym histamina i inne, które mogą być szkodliwe dla wątroby i powodować mniejszą tolerancję na wino)
- kwas octowy
- D-laktat (sól kwasu mlekowego)
- glikol butylenowy (2,3-butandiol)
- acetoina (3-hydroksy 2-butanon, występuje m.in. w serach pleśniowych)

## Zastosowanie FJM w produkcji win białych

Jak już wspomnieliśmy, przy niektórych rodzajach win białych FJM nie jest pożądana. Dotyczy to przede wszystkim w przypadku win słodkich, dla których korzystne jest zachowanie zarówno wyższej kwasowości (lepsza równowaga cukier – kwasy), jak i owocowych aromatów. Także lżejsze wina białe o niższej zawartości alkoholu i niższej kwasowości, przeznaczone do bieżącej konsumpcji powinny zachować jak najwięcej owocowych aromatów. Wina o wyraźnym odmianowym charakterze, jak traminer, czy riesling również stosunkowo rzadko przechodzą FJM.

U nas, ze względu na wysoką kwasowość FJM znajduje szerokie zastosowanie przy produkcji przeważającej części białych win wytrawnych. Dotyczy to nawet odmian, które ze względu na typ aromatu być może powinny zachować więcej owocowego charakteru, jak sibera, muszkát, czy jutrzeńka. Zwykle nie daje to złych rezultatów, ale w przypadku takich odmian można rozważyć zastąpienie FJM częściowym odkwaszaniem moszczu przed fermentacją. Można też zastosować podczas fermentacji szczepu drożdży rozkładające w większym stopniu kwas jabłkowy (np. 71B).

Zabieg FJM prowadzi bowiem do istotnych zmian organoleptycznych wina i w dużej mierze tłumi odmianowe aromaty o owocowym charakterze. Zmiany te są natomiast korzystne w przypadku win o bardziej neutralnym aromacie (jak seyval, bianka, pinot gris, czy chardonnay) których bukiet rozwija się dopiero w trakcie dojrzewania. W wyniku FML wina zyskują lepszą stabilność mikrobiologiczną i zdolność do dłuższego leżakowania, a także preferowany przez współczesnych konsumentów pełniejszy smak (*mouthfeeling*).

Zastosowanie FJM przy wyrobie win białych ma następujące zalety:

- pełnia i większa złożoność smaku
- naturalne obniżenie kwasowości, przy jednoczesnym niewielkim wzroście poziomu pH
- mniejsze zapotrzebowanie na SO<sub>2</sub> (obniżenie całkowitego stężenia SO<sub>2</sub> w gotowym winie)
- polepszenie stabilności mikrobiologicznej i trwałości wina
- Zabieg ten niesie jednak pewne zagrożenia:
- utrata świeżych, owocowych aromatów, co jest niekorzystne dla niektórych rodzajów wina i odmian
- ryzyko niekorzystnych zmian organoleptycznych w przypadku nieprawidłowego przebiegu FJM
- niedokończona lub przedwcześnie przerwana FJM prowadzi do powstania niestabilnych biologicznie produktów i przykrych aromatów (zapach kiszzonej kapusty)

## Przeprowadzenie FJM

Najkorzystniejsze warunki do zainicjowania FJM panują w końcowej fazie fermentacji alkoholowej, gdy zawartość cukru spadnie poniżej 4 g/l (po całkowitym zakończeniu fermentacji proces ten będzie znacznie trudniej rozpocząć). Należy wówczas wykonać pierwszy obciążenie bez siarkowania (wino jest chronione przez pozostały po fermentacji CO<sub>2</sub>) i dopełnić zbiornik „pod korek”.

FJM rozpocznie się bez większych problemów, jeśli zapewni się następujące warunki:

- zawartość wolnego SO<sub>2</sub> poniżej 10 mg/l i całkowitego SO<sub>2</sub> poniżej 30 mg/l
- temperatura (na początku FJM) ok. 23–25°C
- pH na poziomie 3,2–3,3
- zawartość cukru poniżej 4 g/l
- nasycenie CO<sub>2</sub> i obecność martwych komórek drożdży (tzw. drobny osad)

W takich warunkach zwykle dochodzi do spontanicznej FJM, jednak pewniejsze jest zastosowanie specjalnych kultur bakterii z rodzaju *Oenococcus*, gwarantujących bezproblemowy przebieg i zakończenie całego procesu. Stosując takie preparaty należy ściśle przestrzegać zaleceń producenta dotyczących ich przechowywania i stosowania.

W trakcie trwania FJM należy utrzymywać temperaturę wina na poziomie 18–20°C. Należy też stale kontrolować przebieg tego procesu. Wino należy co kilka dni degustować, aby jak najwcześniej zauważyć ewentualnie niepożądane zmiany i odpowiednio na nie zareagować. Należy także regularnie

mierzyć poziom pH i kwasowość, a poziom kwasu jabłkowego i kwasu mlekowego. Pamiętajmy też o stałym dopełnianiu zbiorników „pod korek”.

Po całkowitym zakończeniu FJM i stwierdzeniu braku kwasu jabłkowego należy wino przez pewien czas (do kilku tygodni) trzymać nad osadem drobnych drożdży, najlepiej bez siarkowania, regularnie mieszając osad (tzw. *batonage*). Jednak w przypadku wystąpienia jakichkolwiek objawów niekorzystnych zmian należy wino czym prędzej ściągnąć z osadu i zasiarkować.

## PIEŁĘGNACJA MŁODEGO WINA I DOJRZEWANIE

Na tym etapie w produkcji wina białych stosuje się szeroką gamę zabiegów mających na celu poprawę ich jakości. Tu ograniczymy się tylko do omówienia kilku kwestii wzbudzających wśród naszych winiarzy mniejsze lub większe kontrowersje.

### Pierwszy obciąż i dojrzwanie *sur lie*

Białe wino należy zlać z nad osadu (,,grube drożdże”) tuż po zakończeniu fermentacji alkoholowej – lub nawet w końcowej fazie fermentacji – kiedy wciąż zawiera sporo dwutlenku węgla chroniącego je przed utlenieniem. Wbrew częstej u nas praktyce należy tak zrobić również w przypadku, gdy wino przechodzi FJM (patrz wyżej), przy czym oczywiście wówczas nie stosuje się siarkowania.

W przeciwieństwie do win czerwonych, pierwszy obciąż przypadku win białych powinno się przeprowadzić przy możliwie najmniejszym kontakcie z powietrzem. W niektórych jednak przypadkach należy wówczas rozważyć napowietrzenie wina poprzez przelanie „otwartym strumieniem”. Postępujemy tak w następujących okolicznościach:

- w winie jest wyczuwalny siarkowódór lub inne podobne zapachy
- wino zawiera zbyt dużo SO<sub>2</sub> (zostało przesiarkowane)
- wino zawiera zbyt dużo CO<sub>2</sub> (w celu „odgazowania” wina)

Po wykonaniu pierwszego obciążu należy zbiornik z winem dopełnić „pod korek” i zamknąć w sposób umożliwiający ulatnianie się nadmiaru CO<sub>2</sub> (np. korkiem z rurką fermentacyjną).

W literaturze często poleca się przetrzymanie wina po fermentacji nad osadem drożdży (tzw. dojrzwanie *sur lie*). Pamiętajmy jednak, że chodzi tu o tzw. drugi osad („drobne drożdże”) który wytrąca się po pierwszym obciążu. Pierwszy osad zawiera zwykle sporo różnych zanieczyszczeń (w tym sporo związanego SO<sub>2</sub>) i może być przyczyną powstawania trudnych do usunięcia przykrych zapachów (siarkowódór, merkaptany), dlatego należy ograniczyć do minimum jego kontakt z winem. Natomiast drugi osad składa się głównie z martwych komórek drożdży

Wino powinno dojrzewać nad osadem drobnych drożdży przy niewielkim dodatku SO<sub>2</sub>, lub bez siarkowania. Osad powinien być regularnie mieszany aby cząsteczki martwych drożdży unosiły się w winie (*batonage*). W ten sposób wino zostaje wzbogacone o produkty autolizy drożdży, szczególnie aminokwasy, staje się pełniejsze w smaku („tłuste”) i bogatsze w aromacie. Poprzez leżakowanie nad osadem wino zyskuje również lepszą stabilność biologiczną i pozbywa się niektórych substancji wiążących SO<sub>2</sub> (wymaga mniejszych dawek siarkowania).

Leżakowanie nad osadem drobnych drożdży powinno się odbywać w temperaturze 10–12°C. Podczas tego procesu trzeba stale kontrolować smak i aromat wina, i jeśli pojawią się niekorzystne zmiany (np. gnilne tony rozkładających się białek) należy wino natychmiast zlać z nad osadu i w razie potrzeby zasiarkować.

### Ochrona przed oksydacją

Wino białe po fermentacji należy chronić przed nadmiernym wpływem tlenu. Jest to szczególnie istotne, jeśli chcemy zachować świeże, owocowe i odmianowe aromaty. W przypadku win o ekstremalnie owocowych aromatach (muskaty, jutrzenka), a także lekkich, świeżych win do bieżącej konsumpcji często stosuje się tzw. redukcyjne technologie. Dopełnianie zbiorników azotem lub CO<sub>2</sub>, czy temperatury poniżej 10°C podczas wykonywania obciążu i innych zabiegów praktycznie eliminują jakąkolwiek oksydację i ulatnianie się związków aromatycznych.

Natomiast ekstraktywne wina białe przeznaczone do dłuższego leżakowania, zwłaszcza po zabiegu FJM, potrzebują pewnej ilości tlenu, aby mogły podczas dojrzwania rozwinąć odpowiedni bukiet i charakter. Ale nawet te wina należy chronić przed powietrzem w stopniu znacznie większym, niż np. wina czerwone.

Podstawowym zabiegiem chroniącym przed oksydacją jest dopełnianie zbiorników z winem. Od pierwszego obciążu, aż do zabutelkowania nie można zapomnieć o stałym (co najmniej raz na tydzień) kontrolowaniu poziomu wina w zbiornikach, a wszelkie niedobory należy natychmiast uzupełniać „pod korek”. Dotyczy to zwłaszcza drewnianych beczek, w których ubytki wina mogą wynosić nawet 2–3 % w ciągu miesiąca. Obecność nawet niewielkich ilości tlenu w młodym winie może powodować oksydację i

grozi rozwojem niepożądanych mikroorganizmów, jak tzw. drożdże kożuchujące *Candida mycoderma*, czy bakterie octowe (*Acetobacter*).

## Siarkowanie wina

Siarkowanie młodego wina jest dziś jednym z „gorących” tematów diskutowanych przez winiarzy. Kontrowersje nie dotyczą samej konieczności siarkowania – dziś wiadomo, że jest to zabieg absolutnie niezbędny – ale tego kiedy i w jakiej ilości należy aplikować SO<sub>2</sub> do wina.

Zabieg siarkowania młodego wina ma na celu przede wszystkim związanie aldehydu octowego oraz zapewnienie poziomu wolnego SO<sub>2</sub> niezbędnego dla kompleksowej ochrony wina. Po zakończeniu fermentacji alkoholowej i pierwszym obciążeniu wino jest dość dobrze chronione przez znajdujący się w nim CO<sub>2</sub>, nie zachodzi więc konieczność natychmiastowego siarkowania. Pierwsze siarkowanie przeprowadza się więc zazwyczaj 1–2 tygodnie po zakończeniu fermentacji alkoholowej (lub po FJM).

Czas wykonania tego zabiegu możemy także ustalić na podstawie następującego testu:

Tuż po zakończeniu fermentacji z każdego zbiornika (butli, kadzi, beczki) pobieramy do kieliszka niewielką próbkę (15–20 ml, ok. 1/16 kieliszka) i pozostawiamy bez przykrycia na 4 godziny. Jeśli wino nie wykazuje żadnych odznak utlenienia i zachowuje typowy dla młodego wina lekko zielonkawy kolor możemy jeszcze poczekać z siarkowaniem. Natomiast jeśli wino wykazuje tendencję do utleniania i a jego kolor przybiera brunatno-pomarańczowy odcień, należy je bezzwłocznie siarkować.

Zastosowanie nadmiernej dawki SO<sub>2</sub> może powodować powstanie niepożądanych zapachów (czosnek, cebula, spalona zapalka), może też być szkodliwe dla zdrowia. Wina, które zostały zbyt mocno zasiarkowane nie rozwijają się dobrze podczas dojrzewania, mają nikły („zamknięty”) aromat i nieprzyjemny („twardy”) smak. Ale zbyt mała ilość SO<sub>2</sub> również nie sprzyja jakości wina. Wina, które były zbyt słabo siarkowane szybko się starzeją, odznaczają się niezbyt przyjemnymi oksydacyjnymi aromatami i wysoką lotną kwasowością.

W przypadku białego wina przy pierwszym siarkowaniu stosujemy dawkę 50–60 mg/l SO<sub>2</sub>. Od tej pory należy także kontrolować poziom wolnego SO<sub>2</sub> w winie i utrzymywać go na poziomie ok. 30 mg/l w przypadku win wytrawnych i ok. 40 mg/l w winach z cukrem resztkowym.

## Ograniczenie całkowitego stężenia SO<sub>2</sub>

Siarkowanie wina można ograniczyć, przy jednoczesnym utrzymaniu niezbędnego poziomu wolnego SO<sub>2</sub>, jeśli będzie się przestrzegać następujących zasad:

- w żadnym przypadku nie należy siarkować wina z osadem „grubych” drożdży, powoduje to bowiem wiązanie znacznych ilości SO<sub>2</sub> i stwarza niebezpieczeństwo powstania siarkowodoru (zapach zgniłych jaj)
- doprowadzić do rozkładu aldehydu octowego poprzez mieszanie wina po zakończeniu fermentacji (tylko w przypadku całkowicie zdrowego wina)
- po pierwszym obciążeniu pozostawić wino nad osadem drobnych drożdży (*sur lie*)
- nie dopuścić do nadmiernego odkwaszenia wina i wzrostu pH
- ograniczyć dostęp tlenu
- przeprowadzić FJM

## Białe wino a beczka

Wina białe, ze względu na delikatne, ulotne aromaty rzadziej trafia do beczek, niż czerwone. Całkowicie nowe beczki dębowe *barrique* są stosowane tradycyjnie przy produkcji białego burgunda i innych podobnych w stylu cięższych win białych, przy czym są one stosowane zazwyczaj do fermentacji i FJM, a nie dojrzewania wina. Nowa beczka wydziela bowiem sporo garbników, które podczas dojrzewania mogłyby w zbyt dużej ilości przedostać się do wina. Natomiast podczas fermentacji i FJM wino jest nasycone CO<sub>2</sub>, co ogranicza absorpcję tanin, natomiast wciąż umożliwia umiarkowane przechodzenie tzw. dębowych aromatów (wanilia, karmel).

Dotyczy to również stosowania różnego rodzaju kawałków drewna dębowego – wiórów („chipsów”), listew, etc. – dodawanych do kadzi i zbiorników wykonanych z innego materiału. Zastosowanie wiórów dębowych w produkcji win białych jest bardzo ryzykowne, gdyż można łatwo przeszarżować z intensywnością dębowych aromatów i uzyskać gorzki smak wina. Poza tym „chipsy” wiążą znaczne ilości SO<sub>2</sub>, co powoduje konieczność silniejszego siarkowania.

Białe wina nierzadko natomiast dojrzewają w dużych, starych beczkach, które nie ekstrahują już tanin i związków aromatycznych, a ich działanie opiera się jedynie na powolnej i umiarkowanej oksydacji. Proces taki korzystnie wpływa na dojrzewanie niektórych win, przyspiesza wytrącanie się kwasów i stabilizację. W środkowej Europie (Niemcy, Austria, Węgry) do dziś stosuje się stare beczki, aby „zaokrąglić” wina z odmian o wysokiej kwasowości, jak riesling, czy furmint. W naszych warunkach przynosi to dobre efekty w przypadku takich odmian, jak seyval, czy hibernal.

**Uwaga:** Używając starych beczek należy zwrócić szczególną uwagę na ich właściwą konserwację, utrzymanie w czystości i stan zdrowotny drewna, mogą one bowiem łatwo stać się źródłem infekcji mikrobiologicznych.

## Załącznik I

### WYBRANE SZCZEPY DROŻDŻY POLECANE DO FERMENTACJI WIN BIAŁYCH

**71B (71B-1122, SD-1122, Narbonne)** – *S. cerevisiae*. Do win białych i czerwonych (szczególnie typu nouveau), wzmagają produkcję estrów, zalecane do przerobu moszczy o wysokiej kwasowości – rozkładają do 30% kwasu jabłkowego. Umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 15–28°C, odporność na alkohol do 14%.

**8906** – *S. bayanus*. Wyselekcjonowane do win musujących, choć mogą też być stosowane przy wyrobie win białych i czerwonych, dobrze radzą sobie z zatrzymaną fermentacją, nie wpływają na aromat wina. Szybki start i przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 15–28°C, odporność na alkohol do 18%, umiarkowane zapotrzebowanie na azot.

**BA11** – *S. cerevisiae*. Do fermentacji win białych i różowych, wspomagają owocowe aromaty (wysoka produkcja estrów). Szybki przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 10–25°C, odporność na alkohol do 16%, duże zapotrzebowanie na azot.

**C-1108 (Pasteur Champagne, UCD-595)** – *S. bayanus*. Do wtórnej fermentacji win musujących, a także do wznawiania zatrzymanej fermentacji przy produkcji innych win białych. Szybki start, lecz powolny i spokojny przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 12–30°C, odporność na alkohol do 17%. Nie wpływają na aromat wina.

**CY3079** – *S. cerevisiae*. Do win białych, szczególnie przy fermentacji w beczkach i leżakowaniu *sur lie*, w przypadku niektórych odmian (Chardonnay, Pinot gris, Seyval blanc) podkreślają aromaty typowe dla białego burgunda. Umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 15–26°C, odporność na alkohol do 15%, duże zapotrzebowanie na azot, niska kwasowość lotna, mała produkcja H<sub>2</sub>S.

**D-47** – *S. cerevisiae*. Do win białych i różowych, wspomagają uwalnianie związków terpenowych, poprawiają strukturę wina i aromat w przypadku dojrzewania *sur lie*. Szybki przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 10–30°C, odporność na alkohol do 14%, wrażliwe na niedobór azotu.

**DV10 (Epernay)** – *S. bayanus*. Stosowane w Szampanii do wyrobu win musujących, używane również do win białych oraz win czerwonych, a także do wznawienia zatrzymanej fermentacji. Dają czysty odmianowy aromat bez gorzkich posmaków i niską lotną kwasowość. Szybki przebieg fermentacji, dobra odporność na niskie pH i wysokie SO<sub>2</sub>, małe zapotrzebowanie na tlen i azot, tolerancja na temperaturę 10–36°C, odporność na alkohol do 18%.

**EC-1118 (Prise de Mousse, Premier Cuvee, PDM)** – *S. bayanus*. Do produkcji win białych i musujących, nadają się do wtórnej fermentacji w butelce i wznawienia zatrzymanej fermentacji, nie wpływają na aromat wina. Stosunkowo szybka, lecz równa i spokojna fermentacja, z niewielką ilością piany, tolerancja na temperaturę 7–30°C, odporność na alkohol do 18%. Hamują rozwój bakterii kwasu mlekowego.

**F5** – *S. cerevisiae*. Do win czerwonych do bieżącej konsumpcji oraz win białych, wzmacniają owocowe aromaty, produkują niewiele związków siarkowych. Szybki start i umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 10–29°C, odporność na alkohol do 14,5%, umiarkowane zapotrzebowanie na azot.

**F33 (C)** – *S. cerevisiae*. Zalecane do win czerwonych, choć używane także do fermentacji pełniejszych win białych, wspomagają produkcję estrów i glicerolu. Szybki przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 13–32°C, odporność na alkohol do 15%, małe zapotrzebowanie na azot.

**K1-V1116 (Montpellier)** – *S. cerevisiae*. Do win białych, zwłaszcza z odmian ubogich w pierwotne aromaty owocowe (np. Sauvignon blanc, Seyval) a także win czerwonych do dłuższego leżakowania. Wspomagają produkcję trwałych estrów o owocowo-kwiatowym zapachu, wytwarzają niewiele H<sub>2</sub>S i lotnej kwasowości. Powodują szybką i pewną fermentację, dobrze znoszą konkurencję dzikich drożdży, temperatury w zakresie nawet 10–36°, odporność na alkohol do 18%, oraz niedobór azotu, dlatego nadają się do fermentacji „problematycznych” moszczy oraz wznawienia zatrzymanej fermentacji. Odporne na wyższe stężenie SO<sub>2</sub>, hamują rozwój bakterii kwasu mlekowego.

**L2056** – *S. cerevisiae*. Do ekstraktywnych win białych i czerwonych, wspomagają produkcje estrów i odmianowe aromaty, dają stabilny kolor oraz niską lotną kwasowość niezależnie od temperatury fermentacji. Umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 16-32°C, odporność na alkohol do 16%, niska produkcja SO<sub>2</sub>, duże zapotrzebowanie na azot.

**M-1107 (Montrachet, UCD-522)** – *S. cerevisiae*. Prawdopodobnie najpopularniejsze drożdże używane przy produkcji wina na świecie, zarówno do win białych, jak i czerwonych, nie wpływają na aromat, produkują niewiele SO<sub>2</sub> i lotnej kwasowości, mogą jednak wytwarzać więcej H<sub>2</sub>S. Szybki start i przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 14–30°C, odporność na alkohol do 15%. Nie znoszą koncentracji cukrów powyżej 23,5%.

**R-HST** – *S. cerevisiae*. Do białych win wytrawnych, nie wpływa na aromat wina, polepsza strukturę smaku. Szybki start i umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 10-30°C, odporność na alkohol do 15%, odporne na konkurencję dzikich drożdży, wysoka tolerancja na cukier, umiarkowane zapotrzebowanie na azot.

**ST (Sauternes)** – *S. cerevisiae*. Do wyrobu win białych, zwłaszcza słodkich. Wzmacniają odmianowe aromaty i produkują niewiele związków siarkowych. Wytrzymałość na SO<sub>2</sub> poniżej 50 mg/l, co pozwala na łatwe przerwanie fermentacji przy zachowaniu cukru resztkowego. Spokojny przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 15–20°C, odporność na alkohol do 15%, wysokie zapotrzebowanie na azot.

**Steinberg** – *S. cerevisiae*. Do win białych, polecane zwłaszcza z aromatycznych odmian (Traminer, Muskat, Sieger), pozwala zachować odmianowe aromaty. Długa i powolna fermentacja, tolerancja na temperaturę 12–24°C, odporność na alkohol do 16%.

**VL1** – *S. cerevisiae*. Do win białych, szczególnie z odmian aromatycznych, wspomaga uwalnianie związków terpenowych. Stosunkowo wolny przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 13-20°C, odporność na alkohol do 14%, umiarkowane zapotrzebowanie na azot.

**W15 (Wädenswil 15)** – *S. cerevisiae*. Do win białych i różowych, dają czyste owocowe aromaty. Umiarkowany przebieg fermentacji, tolerancja na temperaturę 10-27°C, odporność na alkohol do 16%, duże zapotrzebowanie na azot.

## Załącznik II

### PORÓWNANIE SKAL AREOMETRYCZNYCH UŻYWANYCH PRZY POMIARZE GĘSTOŚCI MOSZCZU

| Ciężar właściwy moszczu w g/cm <sup>3</sup> | Zawartość cukru w g/l | Potencjalna zawartość alkoholu w % obj. <sup>1)</sup> | °Oehlse (°Oe) | °NM <sup>2)</sup> | °KMW <sup>3)</sup><br>°MM <sup>4)</sup> | °Brix<br>°Balling | °Baume |
|---|-----------------------|---|---------------|-------------------|---|-------------------|--------|
| 1,041                                       | 76                    | 4,5   | 41            | 7,6               | 8,7                                     | 10,6              | 5,7    |
| 1,044                                       | 84                    | 5,0   | 44            | 8,4               | 9,3                                     | 11,3              | 6,2    |
| 1,047                                       | 93                    | 5,5   | 47            | 9,3               | 9,9                                     | 11,9              | 6,6    |
| 1,051                                       | 100                   | 6,0   | 51            | 10,0              | 10,6                                    | 12,5              | 7,0    |
| 1,054                                       | 110                   | 6,5   | 54            | 11,0              | 11,2                                    | 13,2              | 7,4    |
| 1,057                                       | 118                   | 7,0   | 57            | 11,8              | 11,9                                    | 14,0              | 7,8    |
| 1,060                                       | 126                   | 7,5   | 60            | 12,6              | 12,5                                    | 14,7              | 8,2    |
| 1,063                                       | 135                   | 8,0   | 63            | 13,5              | 13,1                                    | 15,4              | 8,5    |
| 1,067                                       | 143                   | 8,5   | 67            | 14,3              | 13,8                                    | 16,3              | 9,1    |
| 1,070                                       | 151                   | 9,0   | 70            | 15,1              | 14,4                                    | 17,0              | 9,4    |
| 1,073                                       | 160                   | 9,5   | 73            | 16,0              | 15,0                                    | 17,7              | 9,8    |
| 1,076                                       | 168                   | 10,0  | 76            | 16,8              | 15,6                                    | 18,4              | 10,2   |
| 1,079                                       | 177                   | 10,5  | 79            | 17,7              | 16,2                                    | 19,0              | 10,6   |
| 1,083                                       | 185                   | 11,0  | 83            | 18,5              | 16,9                                    | 20,0              | 11,0   |
| 1,086                                       | 194                   | 11,5  | 86            | 19,4              | 17,4                                    | 20,6              | 11,4   |
| 1,089                                       | 202                   | 12,0  | 89            | 20,2              | 18,1                                    | 21,3              | 11,8   |
| 1,092                                       | 210                   | 12,5  | 92            | 21,0              | 18,7                                    | 21,9              | 12,1   |
| 1,095                                       | 219                   | 13,0  | 95            | 21,9              | 19,2                                    | 22,5              | 12,5   |
| 1,099                                       | 227                   | 13,5  | 99            | 22,7              | 19,9                                    | 23,5              | 13,0   |
| 1,102                                       | 236                   | 14,0  | 102           | 23,6              | 20,3                                    | 24,1              | 13,3   |
| 1,105                                       | 244                   | 14,5  | 105           | 24,4              | 21,1                                    | 24,8              | 13,7   |
| 1,108                                       | 252                   | 15,0  | 108           | 25,2              | 21,6                                    | 25,4              | 14,0   |
| 1,111                                       | 261                   | 15,5  | 111           | 26,1              | 22,2                                    | 26,1              | 14,4   |
| 1,115                                       | 269                   | 16,0  | 115           | 26,9              | 22,8                                    | 26,9              | 14,9   |
| 1,118                                       | 278                   | 16,5  | 118           | 27,8              | 23,4                                    | 27,5              | 15,2   |
| 1,121                                       | 286                   | 17,0  | 121           | 28,6              | 24,0                                    | 28,2              | 15,6   |
| 1,124                                       | 295                   | 17,5  | 124           | 29,5              | 24,5                                    | 28,8              | 15,9   |
| 1,127                                       | 303                   | 18,0  | 127           | 30,3              | 25,1                                    | 29,5              | 16,3   |
| 1,131                                       | 311                   | 18,5  | 131           | 31,1              | 25,7                                    | 30,4              | 16,7   |
| 1,134                                       | 320                   | 19,0  | 134           | 32,0              | 26,2                                    | 31,1              | 17,0   |
| 1,137                                       | 328                   | 19,5  | 137           | 32,8              | 26,8                                    | 31,7              | 17,4   |
| 1,140                                       | 337                   | 20,0  | 140           | 33,7              | 27,4                                    | 32,4              | 17,7   |

1) uśrednione rzeczywiste stężenie alkoholu, jakie można uzyskać w drożdże fermentacji z danej zawartości cukru (1% pot. alk. = 16,83 g/l cukru)

2) normalizovaný moštoměr (Czechy, Słowacja)

3) Klosterneuburger Mostwaage (Austria)

4) magyar mustfokban (Węgry)

### Załącznik III

## TABELA KONWERSJI JEDNOSTEK KWASOWOŚCI

|                | <b>Ilość jednostek wagowych w przeliczeniu na:</b> |                      |
|----------------|--|----------------------|
|                | <b>kwas winowy</b>                                 | <b>kwas siarkowy</b> |
| kwas siarkowy  | 1,531  | 1,000                |
| kwas octowy    | 1,250  | 0,817                |
| kwas cytrynowy | 1,172  | 0,766                |
| kwas jabłkowy  | 1,119  | 0,731                |
| kwas winowy    | 1,000  | 0,653                |
| kwas mlekowy   | 0,833  | 0,544                |

1 jedn. wagowa kwasu jabłkowego = 1,343 jedn. wagowych kwasu mlekowego