

POMEN MIKROORGANIZMOV PRI PRIDELAVI VINA



GROZDJE IN VINO



POMEN MIKROORGANIZMOV PRI PRIDELAVI VINA

Dejan Bavčar

Ljubljana 2017

Izdal in založil

KMETIJSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Ljubljana, Hacquetova ulica 17

Avtor: dr. Dejan Bavčar, univ. dipl. inž. živil. tehnol.

Fotografija na naslovnici: Dejan Bavčar

Publikacija bo izšla v elektronski obliki in bo objavljena na spletnih straneh
Kmetijskega inštituta Slovenije <http://www.kis.si/>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v
Ljubljani

[COBISS.SI-ID=293092352](#)

ISBN 978-961-6998-16-1 (pdf)

Vsebina	Stran
UVOD	1
MIKROORGANIZMI	2
Divje kvasovke	2
Kvasovke <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2
Mlečnokislinske bakterije	3
Ocetnokislinske bakterije	3
Plesni	3
POSTOPKI PRED ALKOHOLNO FERMENTACIJO	4
Trgatev	5
Pecljanje in drozganje	6
Maceracija	7
Stiskanje	8
Predbistrenje	9
ALKOHOLNA FERMENTACIJA	12
Vrelni nastavek kvasovk	12
Spontana alkoholna fermentacija	14
Izbira selekcioniranih kvasovk	16
Rast kvasovk med procesom	17
Izvedba alkoholne fermentacije	19
Glavne spremembe spojin	20
Glukoza in fruktoza	21
Etanol	21
Ogljikov dioksid	21
Glicerol	22
Ocetna kislina	22
Dušikove spojine	22
Žveplov dioksid	23
Vodikov sulfid	23
Aromatične spojine	23
Možnosti regulacije in kontrole	25
Temperatura	25
Dušikove spojine	27
Kisik in aeracija	28
Žveplov dioksid	29
Sladkorji	29
Etanol	30
Ogljikov dioksid	30
Vitamini	31

Ostali vplivi	31
Dolivanje posod	31
Zastoj alkoholne fermentacije	32
Vodena prekinitev alkoholne fermentacije	34
BIOLOŠKI RAZKIS	35
Pogoji za izvedbo biološkega razkisa	36
Spodbujanje biološkega razkisa	37
Preprečevanje biološkega razkisa	39
Druge možnosti izvedbe biološkega razkisa	40
Vpliv drugih mikroorganizmov	42
POSTOPKI PO FERMENTACIJI	43
Pretok vina	43
Dodatek žveplovega dioksida	46
Žveplanje grozdja, drozge in mošta	47
Žveplanje mladega vina ob pretoku	48
Žveplanje vina med zorenjem in ob stekleničenju	49
Zorenje vina	50
Stekleničenje vina	51
BOLEZNI VINA	54
Ocetnokislinske bakterije	55
Preveč očetne kisline	56
Preveč etilacetata	56
Preveč acetaldehida	56
Kvasovke	57
Kan	57
Ponovna alkoholna fermentacija	58
Hlapni fenoli	58
Drugi nezaželeni vonji	59
Mlečnokislinske bakterije	59
Preveč diacetila	60
Vlečljivost	60
Miševina	60
Geranijev ton	61
Druge bolezni	61
Plesni	62
Vonj po zamašku	62
LITERATURA	63

UVOD

Vino je najzanimivejša pijača na svetu. Vplivi vinograda, spojin iz grozdja, postopkov pridelave, aktivnosti mikroorganizmov in dodatkov kletarja na to pijačo so res kompleksni. Pridelovalci redko preiščujejo o moštu in vinu kot mediju, v katerem si delijo življenjski prostor številni med seboj zelo različni mikroorganizmi. Pogosto se mikroorganizmom v vinu pripisuje le nepogrešljivo vlogo pri alkoholni fermentaciji in se v ostalih postopkih nanje kar pozabi. Žal nekateri mikroorganizmi opozorijo nase šele s pojavom bolezni vina, ko je za ukrepanje že pozno. Naloga vsakega pridelovalca je, da v pravem času spodbudi aktivnost določenega tipa mikroorganizmov in jih vodi tako, da želeni proces zaključijo z najboljšim vplivom na senzorično kakovost vina. Hkrati pa mora pridelovalec skozi celoten proces pridelave preprečiti aktivnost nezaželenih mikroorganizmov. To vsakoletno poslanstvo lahko pripravi presenečenja, ki zmedejo tudi izkušene pridelovalce vina.

V tem priročniku bomo osvetlili vlogo mikroorganizmov v postopkih pridelave vina, s poudarkom na alkoholni fermentaciji in biološkem razkisu. Priročnik je namenjen tako bolj kot manj izkušenim pridelovalcem, a pred branjem se pričakuje vsaj osnovno poznavanje postopkov pridelave vina. Prav tako so v opisih in poimenovanjih uporabljene določene poenostavitve z namenom približati priročnik širšemu krogu bralcev. Prepričan sem, da boste pri branju uživali, sam pa bom vesel zlasti vpeljave novih spoznanj tudi v prakso.

MIKROORGANIZMI

Tako na grozdju kot v moštu in vinu se nahajajo različni mikroorganizmi. Nahajajo se tudi v prostorih, kjer se vino prideluje in na vinarski opremi. S pravilno izvedenimi tehnološkimi postopki predelave grozdja in pridelave vina morajo pridelovalci zagotoviti, da so nekateri mikroorganizmi aktivni, ko jih potrebujemo. Hkrati morajo preprečiti škodljivim tako razmnoževanje kot delovanje. Najpogostejši mikroorganizmi, ki so prisotni pri pridelavi vina so naštetih v nadaljevanju. Še več podatkov o kvasovkah je podano v poglavju Alkoholna fermentacija, o mlečnokislinskih bakterijah v poglavju Biološki razkis, o nezaželenih posledicah aktivnosti mikroorganizmov pa v poglavju Bolezni vina.

Divje kvasovke

Nahajajo se večinoma na grozdju in mednje uvrščamo različne predstavnike rodov *Klockeria*, *Metschnikowia*, *Hansenula*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia* in *Zygosaccharomyces*. V pridelavi vina je njihova aktivnost nezaželena. Sicer izkazujejo delno sposobnost alkoholnega vrenja, a je senzorična kakovost tako pridelanega vina slabša. Njihovo delovanje je splošno varno za vino in se lahko izrazi kot pojav nezaželenih vonjev ali je celo vidno s tvorba prevleke na gladini vina (kan).

Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*

Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* so zagotovo najpomembnejši mikroorganizmi pri pridelavi vina, saj izvedejo alkoholno fermentacijo. V tem času je njihova aktivnost zaželena in jo spodbujamo z ustreznimi tehnološkimi ukrepi. Dejansko se te kvasovke na grozdju in grozdnem soku nahajajo v manjšini glede na ostale mikroorganizme, so pa stalno prisotne v kletih in na vinarski opremi. V času alkoholne fermentacije prevzamejo dominantno vlogo zaradi svojih številnih prilagoditev. Ker

morajo pričeti s svojo aktivnostjo čim prej in tudi prevladati druge prisotne mikroorganizme, dodajamo za spodbujanje alkoholne fermentacije posebno prilagojene seve kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* v obliki vrelnega nastavka. Zato jih najpogosteje imenujemo kar selekcionirane kvasovke.

Mlečnokislinske bakterije

Tipični predstavniki mlečnokislinskih bakterij so rodovi *Oenococcus* (*Leuconostoc*), *Pediococcus* in *Lactobacillus*. Imajo dvojno vlogo, saj njihovo aktivnost spodbujamo v času t.i. biološkega ali mlečnokislinskega razkisa. Biološki razkis se izvede prav z njihovo pomočjo. Splošno pa je njihova aktivnost nezaželena, saj so lahko vzrok za številne bolezni vina kot je vlečljivost, vonj po geranijah ali pojav večjih koncentracij diacetila.

Ocetnokislinske bakterije

Ocetnokislinske bakterije rodov *Acetobacter* in *Gluconobacter* so prisotne med celotnim procesom pridelave vin. Njihova aktivnost je vedno nezaželena, zato že od grozdja do stekleničenja vina z ustreznimi tehnološkimi postopki omejujemo njihovo rast in delovanje. Njihova kvarna oksidacijska aktivnost se hitro izkaže predvsem s tvorbo večjih koncentracij očetne kisline, acetaldehida in etilacetata, zato jim posvečamo skozi celotno pridelavo posebno skrb.

Plesni

Plesni iz rodov *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* in *Mucor* so sicer tipični kvarljivci grozdja in zato nezaželene. Izjemoma le plesen *Botrytis cinerea* ob ustreznih vremenskih pogojih celo izboljša kakovost grozdja. Takšno grozdje osnova za pridelavo t.i. vin posebnih kakovosti, kot so izbori, jagodni izbori, suhi jagodni izbori in ledena vina.

POSTOPKI PRED ALKOHOLNO FERMENTACIJO

V nadaljevanju bomo osvetlili postopke pridelave vina predvsem glede na vlogo mikroorganizmov.

V postopki pred alkoholno fermentacijo je aktivnost mikroorganizmov nezaželena, istočasno pa je njihova prisotnost zagotovljena. Mikroorganizmi med predelavo grozdja hitro izkoristijo dostopna hranila v grozdnem soku in se razmnožujejo, hkrati pa tekmujejo z drugimi mikroorganizmi za številčno prevlado. Splošno je aktivnost pridelovalcev usmerjena k temu, da se prepreči vnos prekomernega števila mikroorganizmov v grozdn sok in posledično v mošt. Prav tako se s postopki žveplanja in hlajenja občutno omeji razmnoževanje mikroorganizmov, se posebno bakterij.

Postopki predelave grozdja in pridelave mošta so zelo pomembni za končno kakovost vina. Prvo pravilo naj bo hitra predelava grozdja. Le tako bom uspeli preprečiti kvarne vplive številnih mikroorganizmov, med njimi predvsem bakterij in divjih kvasovk, hkrati pa bomo izkoristili antioksidante iz grozdja ter omilili negativni vpliv kisika na mošt. Torej velja podariti:

- predelava grozdja naj poteka hitro pri najnižji možni zunanji temperaturi, bolje zjutraj in zvečer v primeru še toplega vremena,
- vedno in povsod poskrbimo za ustrezno higieno vinarske opreme in posod, da preprečimo nadaljnjo okužbo in razmnoževanje mikroorganizmov, in
- na predelavo grozdja se pripravimo pred trgatvijo tako, da preverimo delovanje opreme in se dogovorimo za pomoč pri izvedbi ter nabavimo vsa potrebna enološka sredstva.

Trgatev

Grozdje je glavni vir mikroorganizmov, ki se po predelavi znajdejo v grozdnem soku. Večina teh mikroorganizmov, torej divje kvasovke, bakterije in plesni, je v pridelavi vina splošno nezaželenih. Njihovo število in razmerja na grozdju občutno nihajo med letniki, saj so odvisna od številnih dejavnikov med dozorevanjem. Za trgatev je bistveno je zdravstveno stanje v vinogradu, prav tako je potrebno preprečiti sekundarno okužbo z umazano opremo in nadaljnje razmnoževanje mikroorganizmov zaradi njim ustreznih pogojev.

V tem smislu je pogosta postala predtrgatev ali podbiranje. Ta je namenjena odstranjevanju grozdov, ki so poškodovani zaradi bolezni, toče in različnih škodljivcev. Tako odstranimo grozdje, ki bi lahko že v majhnih količinah negativno vplivalo na kakovost zaradi gnilobe, peronospore, oidija, sekundarnih okužb in dodatno razmnoženih bakterij.

Med glavno trgatvijo izkoristimo čas tudi tako, da odstranimo gnile dele grozdov pred prevozom oz. da se pouči trgače, katero grozdje je še sposobno za predelavo in katero ni (preveč nedozorelo, poškodovano, gnilo). Prav tako je pomembno:

- da tržemo grozdje v suhem ali vsaj dva dni po koncu dežja,
- da se trganje in prevoz grozdja izvede zgodaj zjutraj, če so temperature še poletne,
- da se za prevoz grozdja uporabi posode, v katerih se grozdje minimalno tlači in poškoduje, kot so zabojčki in košare, ne pa stisnjeno na ceradah na traktorskih prikolicah,
- da hitrost trganja prilagodimo prevozu in kapacitetam predelave grozdja,
- prevoz do kleti naj bo hiter in
- da ne pozabimo na redno pranje in ustrezno čiščenje vseh posod, delovnih sredstev in predelovalnih strojev, saj le z ustrezno higieno preprečimo splošno kontaminacijo grozdja, kletarske opreme in vina z nezaželenimi mikroorganizmi.

Potrغانo grozdje pred predelavo hranimo v kolikor se da hladnem prostoru. To je še posebno pomembno, če je gozdje poškodovano. Po nepotrebem ga ne izpostavljamo žgočemu soncu in predelavo grozdja izvedemo takoj. Ne pozabimo na žveplanje grozdja (kalijev bisulfid celo do 100 mg/kg), če je to poškodovano. Pridelava vina iz močno poškodovanega grozdja zahteva odločne ukrepe, kot so hitra predelava, močno žveplanje grozdja, omejena vloga pecljanja-drozganja, brez maceracije drozge, ostro predbistrenje mošta pri nizkih temperaturah, vitalen nastavek kvasovk, hiter prvi pretok in močnejše žveplanje, če hočemo pridelati vsaj dobro pitno vino.

Pecljanje in drozganje

Pred pecljanjem iz grozdja najprej odstranimo vse preostalo nezrelo in gnilo grozdje. Prav tako odstranimo liste, saj lahko iz njih v času stiskanja hitro pridobimo nezaželen zelene vonje C₆ alkoholov in aldehydov ter grenak okus.

Kletarska oprema je drugi pomemben vir mikroorganizmov. Vzdrževanje in redno čiščenje opreme je obvezno, prav pecljalnik in drozgalnik pa sta pogosto vir dodatnih okužb, saj se težko in v času predelave grozdja žal preredko čistita.

Iz grozdja s tem postopkom pridobimo zmes tekočih in trdnih delov jagode, ki jo imenujemo drozga. Pecljanje in drozganje belega grozdja lahko izvedemo tudi z dodatkom suhega ledu direktno v pecljalnik. Tako preprečimo začetno oksidacijo, ki so ji izpostavljene spojine grozdja v zdrozgani jagodi. Ne pozabimo na ustrezno zaščito rok pri rokovanju s suhim ledom.

Maceracija

Maceracija je namensko podaljšan stik trdnih in tekočih delov grozdne jagode v drozgi po pecljanju in drozganju. Poškodovane celične stene grozdja in izlitje encimov so vzrok za cepitve vezi ter večjo topnost vezanih komponent v kožici, mesu in pečkih grozdne jagode.

Maceracijo vedno izvajamo pri pridelavi rdečih vin predvsem z namenom dodatne ekstrakcije fenolnih spojin. Pri pridelavi belih vinih jo uporabljamo redkeje. Izvajamo jo lahko v zaprtih posodah predvsem za bela vina (pomembna je zaščita pred oksidacijo), v odprtih posodah (predvsem za rdeča vina, npr. lesene kadi) in posebnih posodah iz nerjavnega jekla – vinifikatorjih.

Maceracija bele drozge se izvaja redkeje. Najpogosteje se uporablja t.i. »hladna« maceracija, z namenom obogatitve mošta z aromatičnimi spojinami iz grozdja pri nizkih temperaturah okrog 10 °C. »Hladno« maceracijo se najpogosteje izvede kar v posodah ali kadeh, kjer zbiramo drozgo. Dobra alternativa je tudi boben pnevmatske stiskalnice. Vedno moramo posodo pokriti s pokrovom ali folijo zaradi preprečevanja dodatne oksidacije. Drozgo moramo ohladiti takoj. Zagotoviti primerno temperaturo v notranjosti droge je kar težko, če nimamo na razpolago posebnih hladilnikov. Hlajenje se lahko pospeši z uporabo ledenih steklenic tudi v kombinaciji s suhim ledom, vendar pri tem pazimo na ustrezno rokovanje. Poleg hlajenja se priporoča tudi dodatek 50-70 mg/l žveplovega dioksida direktno v drozgo, predvsem zaradi zaviranja rasti mikroorgnaizmov in upočasnitve delovanja encimov grozdja, ki so odgovorni za porjavitev mošta (polifenoloksidaze). »Topla« maceracija pri višjih temperaturah se splošno odsvetuje zaradi obsežne ekstrakcije fenolnih spojin in prehitrega razmnoževanja mikroorganizmov.

Nasprotno je maceracija drozge pri pridelavi rdečih vin obvezna. Izvaja se predvsem zaradi izluževanja fenolnih spojin grozdja, to je barvil antocianov iz kožice jagod in taninov iz kožice in pešk v mošt.

Bistvena razlika v primerjavi s pridelavo belih vin je, da sta postopka maceracije in alkoholne fermentacije na začetku združena. Ta del imenujemo tudi »burna« alkoholna fermentacija. Višja temperatura maceracije in nastali alkohol pospeši ekstrakcijo fenolnih snovi, hkrati pa se zavrejo procesi oksidacije zaradi nastanka ogljikovega dioksida. Maceracija se zaključí s stiskanjem delno prevrete drozge, nadaljuje pa se »tihan« alkoholna fermentacija. Več o tej temi je napisano v poglavju Alkoholna fermentacija. Glavna dejavnika, ki vplivata na proces izluževanja sta temperatura in čas trajanja maceracije. Višja temperatura »burne« fermentacije, ki lahko doseže 30 °C, predvsem na začetku zelo pospeši ekstrakcijo. Tipične temperature med to fazo v drozgi so od 22 do 28 °C.

Stiskanje

V postopku stiskanja ali prešanja ločimo tekoči del, torej sok, od trdnega dela drozge kot so kožice, meso in pečke. Za sok, ki izteče iz stiskalnice bomo v nadaljevanju zaradi praktičnosti uporabljali izraz mošt. Dejansko grozdni sok postane grozdni mošt šele, ko vsebuje vsaj 1 %vol dejanskega alkohola. Pri stiskanju rdeče drozge pa zmeraj pridobimo mošt, saj je maceracija že združena z alkoholno fermentacijo.

Stiskanje bele drozge (ali rdeče za rose vina) izvedemo čim hitreje in pri najnižji možni temperaturi, še posebno, če uporabljamo mehanske ali hidravlične stiskalnice. V obeh stiskalnicah je drozga nezaščiten pred oksidacijo in se v primeru daljšega postopka praktično izvede celo »topla« maceracija, ki je nevarna za razmnoževanje mikroorganizmov. S stališča hitrosti izvedbe postopka in zaščite pred oksidacijo so najprimernejše pnevmatske stiskalnice, sledijo pa vodne.

Nasprotno pri stiskanju rdeče drozge pazimo, da s tem postopkom ne prekinemo alkoholne fermentacije zaradi padca temperature, če je okolica hladna (temperaturni šok za kvasovke v drozgi). Stiskanje izvedemo namensko hitro, da temperatura v drozgi/moštu ne upade

preveč. Temperatura mošta naj ostane v območju 18 do 20 °C. Mošt zaradi prej izvedene maceracije tudi hitreje izteka in stiskanje je splošno krajše kot pri pridelavi belih vin.

Stiskanje drozge je uspešno, če smo z uporabo zmernega tlaka pridobili v kratkem času mošt ustrezne kakovosti. Kot najbolj primerna se za belo drozgo priporoča uporaba pnevmatske stiskalnice (tlak do 1,8 bara, rahljanje z vrtenjem bobna). S kombinacijo rahljanja in spreminjanja tlaka olajšamo izcejanje soka. Mošt iz stiskalnice zbiramo v posodah, v katerih bom tudi izvedli predbistrenje. Ob zbiranju mošta se priporoča žveplanje v dozah od 30 do 75 mg/l, podrobnosti in pomen so opisani v podpoglavju Dodatek žveplovega dioksida. Priporoča se reden dodatek sorazmernega dela žveplovega dioksida naprej v samotok in pozneje v vsako frakcijo ter nikakor skupno količino šele na koncu.

Predbistrenje

Predbistrenje mošta izvajamo samo za bela in rose vina. Predbistrenje se opravlja pred alkoholno fermentacijo z namenom odstranjevanja nezaželenih snovi iz mošta ter bolj kakovostno izvedbo alkoholne fermentacije. Pravilno izvedeno predbistrenje omogoča:

- da se iz grozdnega soka se odstranijo trdni delci pecljev, kožic, pečk, ostanki škropiv, pesticidov, zemlje in prahu,
- s predhodnim dodatkom žveplovega dioksida še pospešimo izločanje omenjenih delcev in ostankov ter istočasno zavremo aktivnost nezaželenih mikroorganizmov, predvsem ocetnokislinskih bakterij in divjih kvasovk,
- da zavremo delovanje oksidacijskih encimov grozdja, ki se iz kožic in mesa grozdja izlužijo v mošt,
- da se zmanjša možnost prekomerne tvorbe vodikovega sulfida (žveplovodika) in drugih tujih vonjev,
- da se zmanjša vpliv vonjev in priokusov po zelenem, ki jih dajejo C₆ alkoholi in aldehidi, ter

- splošno zagotovimo bolj enakomeren potek alkoholne fermentacije, zmanjšamo možnost zastojev in tvorbe prekomerne sintezne manj zelenih spojin, kot so višji alkoholi in ocetna kislina.

Poznamo dva načina predbistrenja. Pogostejše je samobistrenje ali razsluzenje, pri večjih količinah pa se izvaja mehansko bistrenje z uporabo centrifugiranja, vakuumske filtracije in flotacije. Za manjše količine soka se izvaja samobistrenje, katerega princip je usedanje oz. sedimentacija nezaželenih snovi na dno posode. Doseči moramo čistejši mošt in dobro zbito usedlino. Mošt zato prelijemo v ozko in visoko posodo ter ga odvisno od hitrosti usedanja in dodatka žvepla po 15 do 20 urah ločimo od nastale usedline. Pri tem ne smemo pozabiti na vzdrževanje primernih higienskih razmer, kot so uporaba čistih posod, mešal, pokrivanje posoda in hlajenje prostora. Predvsem za samobistrenje velja:

- hitrost ločbe sicer pospešimo tudi z dodatkom enoloških sredstev, npr. bentonita, še najbolje pa se izkaže hlajenje mošta, samobistrenje torej izvajamo v najhladnejšem delu objekta,
- za razsluzenje uporabljamo višje in ožje posode, kar omogoča hitrejšo sedimentacijo,
- nezaželen začetek alkoholne fermentacije ali drugih mikrobioloških procesov v posodi za samobistrenje je možno zaradi prisotnih mikroorganizmov. Izhajanje ogljikovega dioksida posledično prepreči bistrenje in je znak, da so bili postopki pridobivanja mošta neustrezno izvedeni, in
- bentonit se priporoča kot obvezni dodatek pri predbistrenju mošta iz gnilega in poškodovanega grozdja zaradi preprečevanja delovanja oksidacijskih encimov, celo v dozah nad 150 g/hl.

Z uporabo mehanskega bistrenja in različnih aparatov, predvsem centrifug, posebnih filtracij ali flotatorjev, je ločba hitrejša in manj problematična s stališča razmnoževanja mikroorganizmov. Tako lahko z mehanskim bistrenjem celo preveč zbistrimo mošt, to je pod 80 NTU enot. Skoraj brezbarven mošt je zato osiromašen s hranili in to je lahko vzrok za prekinitvev alkoholne fermentacije. S samobistrenjem takšnega

vpliva ne moremo doseči, približamo se mu lahko le z večjim dodatkom enoloških sredstev (bentonit in bistrila) ter intenzivnim hlajenjem.

ALKOHOLNA FERMENTACIJA

Alkoholna fermentacija ali alkoholno vrenje je mikrobiološki proces, ki spremeni mošt v vino. Čeprav ta proces preučujemo že desetletja zaradi priprave tudi drugih živil, ga še vedno ne obvladamo do popolnosti. Alkoholna fermentacija je kot tehnološki postopek dandanes dokaj nadzorovan, še vedno pa pogost vir napak pri pridelavi vina. Za pridelovalca-začetnika je izvedba tega postopka najtežja in zato se priporoča pomoč izkušenejšega. Za spoznavanje in pravilno izvedbo alkoholne fermentacije so potrebna leta izkušenj. Tudi že dolgo aktivni pridelovalci pogosto priznajo, da so se z zadnjim letnikom naučili kaj novega.

S stališča mikroorganizmov je to proces, pri katerem želimo optimizirati aktivnost kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* tako, da se sprememba mošta odraža v vinu z najboljšim senzoričnimi lastnostnimi. Zaradi številnih istočasno prisotnih mikroorganizmov, morajo kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* v najkrajšem možnem času prevladati nad ostalimi. Zato je za uspešno izvedbo alkoholne fermentacije izredno pomembna priprava vrelnega nastavka kvasovk.

Vrelni nastavek kvasovk

Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* ali vrelne kvasovke so najpomembnejši mikroorganizmi pri procesu alkoholne fermentacije. Na grozdju in grozdnem soku sicer prevladujejo drugi mikroorganizmi, predvsem divje kvasovke in bakterije. Dejansko je kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* zelo malo in v začetku alkoholne fermentacije bi zato prevladovali divje kvasovke, kar za končno kakovost vina ni priporočljivo. Šele po nekaj dneh alkoholne fermentacije kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* prevzamejo dominantno vlogo zaradi svojih številnih prilagoditev.

Za uspešno izvedbo alkoholne fermentacije se vedno priporoča dodatek selekcioniranih kvasovk *Saccharomyces cerevisiae*. Selekcionirane kvasovke so prilagojene tako:

- da hitro začnejo in uspešno zaključijo alkoholno fermentacijo,
- tvorijo več alkohola zaradi dobre tolerance na etanol,
- imajo sposobnost fermentacije pri nižjih temperatura,
- dobro prenašajo večje koncentracije žveplovega dioksida in
- tvorijo manj vodikovega sulfida in očetne kisline ter drugih spojin, ki negativno vplivajo na kakovost.

Zaradi dodatka vitalnega nastavka te kvasovke hitro prevzamejo dominantno vlogo nad drugimi mikroorganizmi. Vrelni nastavek pripravimo iz »konzerviranih« selekcioniranih kvasovk, ki jih le aktiviramo. Zaradi praktičnosti se uporabljajo predvsem liofilizirane selekcionirane kvasovke, ki pakirane v atmosferi dušika in v hladilniku ohranijo svojo aktivnost vsaj eno leto. Lahko jih kupimo tudi v tekoči obliki. Vrelni nastavek dodamo v beli ali roze mošt takoj po bistrenju, da prehitimo spontano vrenje z avtohtono mikrofloro. Ob tem pazimo na temperaturni šok, kot piše v nadaljevanju. Pri pridelavi rdečih vin ga dodamo že prehodno v drozgo in tako začnemo alkoholno fermentacijo skupaj z maceracijo.

Vrelni nastavek iz liofiliziranih kvasovk pravilno pripravimo:

- odtehtamo 20 do 30 g kvasovk na 100 litrov mošta,
- v dovolj veliki posodi pripravimo zmes mošta in vode v razmerju 1:1 in jo segrejemo na 35 do 38 °C, ta zmes naj bo vsaj desetkrat večja od mase kvasovk,
- v posodo na gladino vsujemo kvasovke brez tvorbe grudic in brez mešanja,
- počakamo 15 minut in nato premešamo,
- izmerimo temperaturo vrelnega nastavka in mošta (drozge) v fermentacijski posod,
- nastavek dodamo v fermentacijsko posodo, ko je razlika med vrelnim nastavkom in moštom maksimalno 5 °C, da preprečimo temperaturni šok revitaliziranih kvasovk. Vrelni nastavek zato pred

dodatkom počasi hladimo z manjšimi dodatki mošta iz fermentacijske posode,

- če je mošt po bistrenju prehladen (hlajenje med bistrenjem), se priporoča počasno ogrevanje mošta do vsaj 15 °C pred dodatkom kvasnega nastavka in
- postopek priprave in dodatka vrelnega nastavka naj ne poteka več kot 45 minut. Dodani nastavek v je potrebno dobro umešati v fermentacijsko posodo.

Spontana alkoholna fermentacija

Alkoholna fermentacija brez dodatka vrelnega nastavka, t.i. spontana fermentacija, je tvegana. Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* sicer v mošt preidejo tudi med tehnološkimi postopki predelave grozdja in preko vinarske opreme. Pri spontani fermentaciji imajo divje kvasovke in bakterije zaradi poznejšega začetka procesa dovolj časa, da se v moštu razmnožijo. Posledice njihovega delovanja so negativne za senzorično kakovost vina, prav tako pa zaostanejo v vinu in jih težko odstranimo. Zelo se povečajo možnost za bodisi upočasnitev ali celo prekinitev alkoholne fermentacije. Na grozdju so prisotni vsako leto sicer podobni mikroorganizmi, a v precej drugačnih razmerjih. Če je bila fermentacija brez vrelnega nastavka letos uspešna, je lahko drugo leto fermentacija z istimi postopki in isto sorto grozdja pravi polom. Ponavljam, da se tak način alkoholne fermentacije odsvetuje. V letnikih z gnilim in poškodovanim grozdem pa je ta postopek kar recept na neuspeh.

Izvedba spontane fermentacija torej omogoča aktivnost tudi drugim mikroorganizmom, predvsem divjim kvasovkam, da pričnejo z alkoholno fermentacijo. Najslabše pa je, če čas pred začetkom alkoholne fermentacije zaradi prisotnosti kisika izkoristijo ocetnokislinske bakterije. Slednje pričnejo s kvarnimi procesi še preden se vzpostavijo anaerobni pogoji zaradi pojava ogljikovega dioksida. V toplem moštu/drozgi, polni različnih hranil in ob prisotnosti kisika, imajo bakterije izredne pogoje za rast. Ker se tega zavedajo tudi

vinarji, ki izvajajo spontano alkoholno fermentacijo, pogosto sami pripravijo vitalni kvasni nastavek.

Omenjeni pridelovalci dodajo v mošt/drozgo kot vrelni nastavek del predhodno pripravljenega mošta v vrenju, ki izhaja po navadi iz istega vinograda. Za pripravo takšnega vrelnega nastavka je nujna predtrgatev vsaj dobro zrelega grozdja. Iz grozdje pridelajo mošt, v katerem se začne alkoholno vrenje brez direktnega dodatka vrelnega nastavka, torej spontano. Izkoristi se dejansko prav kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*, ki so prisotne na grozdju, kleti in na vinarski opremi. Ko se po nekaj dneh vzpostavi burno vrenje, kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* prerastejo in zaradi številnih prilagoditev prevladajo nad ostalo mikrofloro. Takrat je ta mošt pripravljen kot vrelni nastavek in ga dodajo v razmerju 2 do 5 % glede na skupno količino mošta/drozge. Izbrati pa je potrebno pravi trenutek, saj morajo biti kvasovke vitalne, torej rasti morajo v moštu z dovolj hranil in pri primerni temperaturi. Posebno pomembno je, da se vrelni nastavek vzgaja in uporabi pri zelo podobni temperaturi, kot bo potekala fermentacija. Tako imajo kvasovke dovolj časa za številne prilagoditve na razmere v glavni fermentacijski posodi.

Še vedno pa nekateri pridelovalci, predvsem dolgo maceriranih belih vin, prisegajo na alkoholno fermentacijo brez dodatka vrelnega nastavka. Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* tako v drozgo preidejo med postopki predelave grozdja in preko vinarske opreme. Za razliko od dodatka vrelnega nastavka, pa se njihova prevlada pri izvedbi alkoholne fermentacije pojavi z zakasnitvijo. Pri takem načinu fermentacije imajo seveda divje kvasovke in bakterije dovolj časa, da se v drozgi razmnožijo. Še posebno je to problematično pri vinarjih, ki v drozgo ali grozdje niso dodali žveplovega dioksida, izvajajo maceracije tople bele drozge in če je med predelavo grozdja do začetka alkoholne fermentacije preteklo nekaj dni. Posledice delovanja nezaželenih mikroorganizmov so skoraj vedno negativne za kakovost vina. Prav tako se moramo do konca pridelave vina zavedati, da je prisotnost kvarljivih bakterij v vinu zelo velika. Na začetku sicer uspešno

alkoholno fermentacijo lahko začnejo tudi divje kvasovke, a le redko uspejo preživeti večje vsebnosti etanola. Možnosti zaustavitve ali prekinitve alkoholne fermentacije so torej veliko večje kot pri dodatku vrelnega nastavka. Kot povedano, so vsako leto na grozdju prisotni podobni mikroorganizmi, a v precej drugačnih razmerjih. Zato morajo pridelovalci sprejeti dejstvo, da je vpliv mikroorganizmov na senzorične lastnosti vina med letniki različen in ne vedno splošno sprejemljiv.

Izbira selekcioniranih kvasovk

Čeprav se posamezni predstavniki divjih kvasovk (*Klockera*, *Metschnikowia*, *Hansenula*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia*) lahko izkažejo celo kot boljši pri presnovi posameznih spojin, zagotovo odpovejo pri ostalih prav tako pomembnih za uspešen zaključek postopka. Smotrnost izvedbe alkoholne fermentacije s selekcioniranimi kvasovkami je dodatno upravičena, saj danes na trgu najdemo tudi kvasovke, ki lahko npr. odločilno vplivajo na vonj vina. Takšne kvasovke tvorijo le minimalne količine vodikovega sulfida (bekser) in hlapnih fenolov, so pa sposobne boljšega izkoristka cepitve vezanih aromatičnih spojin iz grozdja (hlapni tioli, terpeni).

Še posebno je izbira kvasovk pomembna pri pridelavi svežih belih in rose vin. Dokazano lahko z uporabo različnih sevov kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* iz istega mošta pod istimi pogoji pridelamo sauvignone z različnimi aromatskimi profili. Pri sorti sauvignon je tudi bistveno, da uporabljene kvasovke tvorijo malo vodikovega sulfida in merkaptanov zaradi občutljivosti tiolov na dodatek bakrovih pripravkov. Posebno za sauvignone iz toplih področji se tudi priporoča uporaba kvasovk, ki tvorijo malo sadnih estrov, saj le-ti maskirajo hlapne tirole in s tem prepoznavnost sorte. Prav tako se v zadnjem času uporabljajo že tudi mešani vrelni nastavki *Saccharomyces* in ne-*Saccharomyces* kvasovk za sorte z značilnim vplivom terpenov (muškatne sorte). Vzrok je v večji učinkovitosti encimskega kompleksa ne-*Saccharomyces* kvasovk iz rodov *Klockera*, *Torulaspora*, *Candida*, *Hanseniaspora* pri cepitvi vezanih oblik v proste terpene.

Rast kvasovk med procesom

Spremembo sladkorjev mošta, torej glukoze in fruktoze, v etanol in ogljikov dioksid, imenujemo alkoholna fermentacija. Fermentacija je oblika metabolizma in pri njej se sprošča tudi energija. Poteka v pogojih, kjer kisik ni prisoten in zato govorimo o anaerobnih pogojih. Tako se bistveno razlikuje od dihanja. Prav alkoholna fermentacija je glavni način metabolizma za kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*.

Število kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* se poveča z dodatkom vrelnega nastavka v mošt ali drozgo. Tako v anaerobnih pogojih, torej v odsotnost kisika, prevladajo vse ostale mikroorganizme ker so:

- sposobne izvesti alkoholno fermentacijo tako v prisotnost kisika kot brez kisika,
- ker so zelo tolerantne na večje koncentracije etanola,
- so relativno neobčutljive na tako višje temperature kot nižje temperature med fermentacijo,
- uspešno tekmujejo z drugimi mikroorganizmi za hranilne snovi v moštu in
- imajo najboljšo toleranca na dodani žveplov dioksid tudi v primerjavi divjimi kvasovkami.

Za zahtevnejše bralce sledi še več posebnosti o rasti kvasovk med procesom alkoholne fermentacije. Na začetku procesa je razpoložljivost hranil največja in upada proti koncu, ko se jih večina porabi. Pri taki obliki fermentacije kvasovke rastejo v obliki tipične krivulji, če primerjamo število celic s časom rasti. To krivuljo lahko razdelimo na štiri dele (faze) rasti, to so lag, log, stacionarna in faza odmrtja:

- lag faza: Takoj po dodatku vrelnega nastavka oz. inokulaciji (tipično 10^5 do 10^6 celic/ml) se morajo celice prilagoditi na novo okolje, a vsem to ne uspe. Število odmrlih celic je približno enako številu nastalih novih celic. Za rast kvasovk v moštu je tipična kratka lag faza. Kvasovke iz vrelnega nastavka so vzgojene iz t.i. sevov, ki so rasli aerobno. Ti sevi imajo poleg funkcionalnih

mitohondrijev (možnost dihanja) že razvite encime, ki omogočajo alkoholno fermentacijo. Zato potrebujejo zelo malo časa za prilagoditve na fermentacijo v odsotnosti kisika. Podobno pa se tudi kvasovke, ki so del avtohtone mikroflore, pripravijo na fermentacijo že pred glavno fermentacijo v posodah. Njihovo prilagajanje poteka namreč že v času, ko so med postopki predelave grozdja do zaključka stiskanja v kontaktu s sokom. Lag faza avtohtonih kvasovk je daljša, ko pogoji v soku (moštu) niso optimalni, to pa so nizka temperatura, nizek pH, preveč žvepovega dioksida, preveč ali premalo sladkorja, ...

- log ali eksponentna faza: Ko se prilagajanje kvasovk na novo okolje konča, se začnejo celice razmnoževati s konstantno hitrostjo, dokler to omogočajo razmere v moštu. Število celic naraste do največjega možnega števila (po navadi 10^8 celic/ml), rasna krivulja pa ima logaritemsko obliko. Med eksponentno fazo celice rastejo in se razmnožujejo z maksimalno hitrostjo, ki jo dovoljujejo razmere v moštu,
- stacionarna faza: V razmerah omejene količine hranil njihova razpoložljivost s časom upada, istočasno pa narašča koncentracija oz. akumulacija toksičnih metabolitov, med katerimi prevladuje etanol. Zato po obdobju hitre rasti celic nastopi čas, ko se le-ta zmanjša in se približa hitrosti odmrtja celic. Približno polovica sladkorja se porabi v stacionarni fazi in naslednji fazi odmrtja, ki pravzaprav predstavljata kar 80 % celotnega časa fermentacije. Za stacionarno fazo je značilna produkcija posebnih proteinov (heat-shock), ki so posledica stresa. Značilna je tudi tvorba trehaloze in glicerola. Tako trehaloza kot omenjeni proteini stabilizirajo membrano celice kvasovke in povečujejo njeno odpornost,
- faza odmrtja: V razmerah, ko se količina hranil še zmanjša, toksičnih metabolitov pa poveča, je število odmrlih celic večje kot število novih celic. Število aktivnih celic se zmanjšuje zaradi večjega deleža odmrlih ali neaktivnih (dormantnih) kvasovk. Faza odmrtja se prične zaradi nesposobnosti membrane, da se še upira toksičnim metabolitom iz okolja. Skupen vpliv etanola, toksičnih maščobnih kislin s srednjimi verigami in pomanjkanje sterolov ter

odsnovnost kisika povzroči prenehanje delovanja celic in njihovo odmrtnje.

Izvedba alkoholne fermentacije

Pri izvedbi alkoholne fermentacije belih in rose vin upoštevajmo:

- najprej res dobro očistimo fermentacijske posode, vrelna vehe in ostalo opremo,
- bister mošt pretočimo v fermentacijske posode z minimalnim zračenjem,
- posode napolnimo do 2/3 zaradi penjenje ter kipenje mošta med alkoholno fermentacijo,
- dodamo vrelni nastavek po predhodno opisanem postopku,
- prostor nad moštom se po začetku alkoholne fermentacije hitro napolni z ogljikovim dioksidom, ki preprečuje oksidacijo,
- fermentacijske posode morajo dobro tesniti, vendar moramo omogočiti izhajanje ogljikovega dioksida skozi vrelna vehe,
- vrelna veha mora biti čista, če konstrukcija omogoča v posodico ob izhodu ogljikovega dioksida natočimo 1-2 % žveplasto kislino, ki deluje kot pasta in preprečuje rast mikroorganizmov,
- poskrbimo, da se vrelna veha ne packa ali celo zamaši, in
- proces redno spremljajmo s kontrolo temperature in meritvami porabe sladkorjev.

Pri izvedbi alkoholne fermentacije rdečih vin upoštevajmo:

- zaradi združene maceracije z alkoholno fermentacijo, poteka »burna« alkoholna fermentacija večinoma kar v odprtih kadeh ali vinifikatorjih, vrelni nastavek zato dodamo že prej v drozgo po pecljanju,
- po stiskanju drozge se alkoholna fermentacija nadaljuje v zaprtih fermentacijskih posodah, le da posode dopolnimo do 4/5, saj je zaradi konca »burne« fermentacije bistveno manj penjenja in kipenja mošta,

- prav tako pazimo na tesnjenje posod in privijemo vrelna veka, ki jo redno pregledujemo,
- ne pozabimo na kontrolo temperature in porabe sladkorjev do konca alkoholne fermentacije.

Pozor: Med procesom fermentacije se skozi vrelna veka izločajo velike količine ogljikovega dioksida. Izhajajoči ogljikov dioksid je plin težji od zraka in se zato nabira v najnižjem delu prostora. Povzroča omotičnost, pri višjih koncentracijah pa nezavest in smrt zaradi zadušitve. Zato je v prostoru, kjer izvajamo alkoholno fermentacijo nujno dobro zračenje in odvod ogljikovega dioksida.

Glavne spremembe spojin

Aktivnost kvasovk med alkoholno fermentacijo povzroči številne spremembe spojin iz mošta v nove spojine vina. Za kvasovke so kot vir hrane in energije najpomembnejše sledeče spojine mošta:

- sladkorji, predvsem glukoza in fruktoza, ki jih pretvarjajo v etanol in ogljikov dioksid s praktičnim izkoristkom malo pod 50 %,
- dušikove spojine, predvsem amoniakalni dušik in določene aminokisliline, ki so zelo pomembne za izgradnjo lastnih proteinov kvasovk,
- nekatere spojine z žveplom predvsem sulfate, sulfide in sulfite, iz katerih nastane žveplov dioksid in vodikov sulfid (žveplovodik).

Alkoholna fermentacija je dokaj zapleten proces, v katerem se poleg etanola, ogljikovega dioksida in že zgoraj omenjenih tvorijo tudi drugi stranski produkti. Mednje prištevamo glicerol, očetno kislino, višje alkohole, estre, žveplov dioksid in vodikov sulfid (žveplovodik).

Glukoza in fruktoza

Sta najpomembnejša sladkorja v grozdju, moštu in vinu. Nastajata kot produkta fotosinteze vinske trte in se akumulirata v grozdni jagodi. Skupna koncentracija glukoze in fruktoze v zrelem grozdju je med 150 in 300 g/l, večinoma pa med 180 in 220 g/l. Njuna skupna koncentracija je eden najpomembnejših podatkov za določitev zrelosti grozdja, kar redno merimo z refraktometrom. Glukoza in fruktoza sta najpomembnejša vira energije in tvorbe etanola za kvasovke v času alkoholne fermentacije. Zato se vsebnost skupna vsebnost glukoze in fruktoze v mladem vinu radikalno zmanjša in dosega manj kot 4 g/l pri večini vin na koncu alkoholne fermentacije. Prav na osnovi ostanka glukoze in fruktoze razvrščamo vina kot suha, polsuha, polsladka in sladka.

Etanol

Etanol je nedvomno najbolj prepoznavna spojina v vinu. Ko govorimo o alkoholu v vinu, pravzaprav govorimo o etanolu. V povprečju je njegova vsebnost od 70 do 110 g/l. Najpogosteje njegovo vsebnost v vinu izražamo v %vol, kar je tudi obvezna oznaka v prometu.

Nastane šele v moštu kot posledica delovanja kvasovk v času alkoholne fermentacije. Kot že povedano, ga kvasovke proizvajajo iz sladkorjev mošta, torej glukoze in fruktoze. Vinu daje stabilnost, deluje kot topilo, sodeluje pri številnih kemijskih reakcijah in preprečuje rast nezaželenih mikroorganizmov. Je tudi senzorično zelo pomemben, saj doda svoj specifičen vonj ter okus in stopnjuje zaznave sladkosti in grenkobe. V večjih koncentracijah deluje pekoče.

Ogljikov dioksid

Ogljikov dioksid v moštu in vinu nastane kot posledica alkoholne fermentacije, a večina se ga izgubi skozi vrelo veho v tem procesu. V mladih vinih se po alkoholni fermentaciji še zadržijo večje koncentracije ogljikovega dioksida, ki pripomorejo k značilni svežini. Z

pretoki in zorenjem vina vsebnost ogljikovega dioksida upade na približno 2 g/l ter zato postane senzorično manj zaznaven. Splošno ima ogljikov dioksid med fermentacijo in delno v mladih vinih tudi zaščitno funkcijo, saj izriva kisik in preprečuje oksidacijo.

Glicerol

Glicerol je alkohol in nastaja istočasno kot etanol v času alkoholne fermentacije, čeprav je lahko prisoten že v grozdju do vsebnosti 1 g/l. Njegove vsebnosti dosegajo v povprečju od 4 do 11 g/l. V vinih z majhnim ostankom sladkorjev ga je poleg vode in etanola tudi količinsko največ. Njegova končna vsebnost je odvisna predvsem od izbire vrelnih kvasovk in pogojev med alkoholno fermentacijo. Glicerol je senzorično pomemben, saj deluje rahlo sladko in izboljša občutek polnosti, predvsem v belih suhih vinih.

Ocetna kislina

Ocetna kislina se prav tako tvori med alkoholno fermentacijo in je najpomembnejša hlapna kislina. V običajnih koncentracijah 0,2 do 0,6 g/l je pomembna aromatična spojina. Splošno so sodobne kvasovke selekcionirane tako, da tvorijo majhne količine očetne kisline. Problematične pa so povečane koncentracije očetne kisline nad 0,8 g/l, saj so posledica delovanja škodljivih očetnokislinskih bakterij.

Dušikove spojine

V času dozorevanja grozdja se povečuje koncentracija dušikovitih spojin v grozdni jagodi. Akumulacija dušikovitih spojin je zelo odvisna od klimatskih dejavnikov, tal, gnojenja in zrelosti grozdja. Skupna koncentracija dušikovitih spojin je v moštu redko presega 2,0 g/l, sestavljajo jo pa predvsem amonijak, amonijeve spojine in aminokisliline. Le-te so odločilnega pomena kot prehranski vir za vrelnne kvasovke in jih pogosto tudi dodajamo za zagotovitev popolnega povretja sladkorjev med alkoholno fermentacijo.

Žveplov dioksid

Žveplov dioksid v manjših količinah tvorijo kvasovke med alkoholno fermentacijo. Tako nastane v povprečju 15 do 20 mg/l skupnega žveplovega dioksida. Večje koncentracije so posledica dodatka kletarja med različnimi enološkimi postopki in so nujne za ohranitev kakovosti.

Vodikov sulfid

Zagotovo najbolj poznana hlapna spojina z žveplom v vinu je vodikov sulfid, poimenovan tudi žveplovodik ali najpogosteje kar bekser. Tvorijo ga predvsem kvasovke med alkoholno fermentacijo z razgradnjo aminokislin, a v vinu se pojavlja tudi kot posledica prisotnih sulfatov iz grozdja, sulfitov iz žveplovega dioksida in žvepla iz fungicidov oz. škropiv. Vsebnost vodikovega sulfida, ki nastane med alkoholno fermentacijo, se zmanjšuje zaradi izhajanja z ogljikovim dioksidom skozi vrelna veka, deloma pa ga odstranimo tudi med pretoki. Če je njegova produkcija med alkoholno fermentacijo večja oz. se bo sproščal tudi med zorenjem vina, bo negativno vplival na vonj vina.

Posebno v koncentracijah nad 70 µg/l je njegov vonj izrazito neprijeten in spominja na gnilo jajce. To zaznavo pogosto poimenujemo kar reduktivni vonj. Kvasovke vedno tvorijo vodikov sulfid, saj je pomemben del metabolizma žveplovih komponent. Problematična je povečana produkcija in akumulacija vodikovega sulfida. Ta pojav je pogost, a zelo kompleksen in neredko preseneti tudi poznavalce. Za pridelovalca je važno, da se njegovo prekomerno tvorbo hitro omeji.

Aromatične spojine

Številne in zelo pomembne aromatične spojine nastanejo šele med alkoholno fermentacijo pod vplivom vrelnih kvasovk. Na njihovo končno vsebnost lahko odločilno vplivamo s pravilnim vodenjem alkoholne fermentacije in izbiro kvasovk. Pravzaprav so odločilne za

vonj večine vin z izjemo zelo aromatičnih belih sort. Glavni predstavniki poleg etanola so:

- estri, kot so etilacetat, izoamil acetat, 2-fenil etilacetat, izobutil acetat, heksil acetat, etil oktanoat in etil dekanoat, so najbolj prijetno dišeče spojine iz alkoholne fermentacije z vonjem po banani, jabolki, hruškah in tudi travniških cveticah in dosežajo skupne koncentracije nad 10 mg/l,
- višji alkoholi, kot so izoamil alkohol, amil alkohol, izobutanol in 1-propanol, sicer količinsko predstavljajo skoraj polovico vseh aromatičnih spojin iz alkoholne fermentacije (do 400 mg/l), vendar je vonj večine pravzaprav neprijeten in podoben kemikalijam,
- aldehidi, predvsem acetaldehid, ki v večjih koncentracijah nad 100 mg/l diši neprijetno in je že znak oksidacije vina,
- očetna kislina, že predhodno opisana, je tudi pomembna aromatična spojina in sestavina aromatičnih spojin (estri acetati).

Možnosti regulacije in kontrole

Alkoholna fermentacija je mikrobiološki proces, ki ga lahko vsaj delno kontroliramo. Glavni namen kontrole je vzpostaviti ustrezne pogoje, v katerih proces poteka tako, da zagotavlja optimalno končno senzorično kakovost za posamezen stil vina. Ti pogoji niso nujno vedno najugodnejši za kvasovke, saj jih pogosto prisilimo v produkcijo tistih spojin, ki si jih v vinu želimo.

Temperatura

Temperatura je med postopkom alkoholne fermentacije najpomembnejši parameter kontrole. Direktni in indirektni vpliv temperature na kvasovke je izreden in prav nadzor temperature omogoča pridelovalcem najučinkovitejšo regulacijo procesa.

Splošno velja:

- zaželen je hiter začetek fermentacije, ni pa priporočljiva preveč burna fermentacija,
- najprimernejša je enakomerna fermentacija z uspešnim povretjem sladkorjev do zelenega ostanka sladkorja,
- prenizka temperatura fermentacije upočasni hitrost presnove in razmnoževanja kvasovk ter lahko povzroči zastoj procesa,
- previsoka temperatura sicer v začetku pospeši proces, vendar se ta prekine zaradi prekinitve presnovnih poti v celici kvasovk,
- nižje temperature fermentacije pod 20 °C pomenijo manjšo občutljivost kvasovk na pristnost etanola in počasnejše prilagajanje kvasovk na novo okolje,
- višje temperature fermentacije nad 20 °C pomenijo večjo občutljivost kvasovk na etanol, hitrejše prilagajanje na novo okolje in hitrejše naraščanje števila kvasovk, a tudi hitrejši padec aktivnosti proti koncu fermentacije.

Nekaj priporočil za nadzor temperature:

- za rehidracijo in aktivacijo kvasovk pri pripravi vrelnega nastavka iz liofiliziranih kvasovk so optimalne temperature med 35 in 38 °C, a pred dodatkom v glavnino mošta moramo nujno izenačiti temperaturo nastavka s temperaturo mošta, razlika naj ne presega 5 °C,
- pomembna je začetna temperatura mošta, premrzle mošte ogrevamo do vsaj 15 °C pred dodatkom vrelnega nastavka, pretople mošte pa hladimo namensko hladimo,
- bela in rose vina naj fermentirajo pri nižjih temperaturah, od 15 do 17 °C. Tako se izrazito poveča sadnost zaradi sinteze estrov, ki je bolj intenzivna pri temperaturah 15 °C in manj. Boljša je tudi produkcija etanola in splošno so manjše izgube aromatičnih spojin skozi vrelna veka, saj ogljikov dioksid počasneje izhaja. Manjša je pri nižjih temperaturah sicer produkcija glicerola in višjih alkoholov,
- rdeča vina fermentirajo pri višjih temperaturah med 25 in 30°C. To je zelo pomembno zaradi istočasne maceracije. Temperatura in nastali etanol namreč bistveno vplivata na ekstrakcijo fenolov iz kožic in pečk, tako barvnih spojin kot taninov. Istočasno se pri višjih temperaturah poveča tvorba glicerola in zato dobimo bolj polno vino. Vzporedno sicer nastane nekaj več očetne kisline, acetaldehida, višjih alkoholov in manj estrov, kar pa je v rdečih vinih splošno manj zaznavno. Večje so tudi izgube etanola in aromatičnih spojin zaradi hitrejšega izhajanja ogljikovega dioksida in tudi delne oksidacije. Po koncu maceracije in »burnega« vrenja se priporočajo nižje temperature 22 – 25 °C do povretja.

Kot že omenjeno, se med fermentacijo sprošča veliko toplote. Odvečno toploto je potrebno uspešno odvajati, da preprečimo zaustavitev fermentacije (zavrelca). To je predvsem pomembno v večjih fermentacijskih posodah, saj več toplote zaostane v posodi. V manjših posodah se toplota uspešno odvaja z izhajanjem ogljikovega dioksida in radiacijo skozi površine posode. Večji leseni sodi se ohlajajo počasneje kot primerljive posode iz nerjavnega jekla. Le manjši lesni

sodi do 250 litrov imajo še idealno razmerje med površino in prostornino, kar pomeni tudi počasnejše segrevanje. Poznan je tudi vpliv klobuka, ki se tvori pri fermentaciji drozge rdečih vin. Razlike med temperaturo klobuka in tekočine dosega 10 °C. Višja temperatura in večja prisotnost etanola v klobuku pospešujejo ekstrakcijo fenolov. Redno potapljanje klobuka je zelo pomembno, saj poleg boljše ekstrakcije tudi izenačuje temperaturo v posodi. Odprte kadi pri fermentaciji rdeče drozge lažje oddajajo toploto, so pa istočasno izgube etanola in aromatičnih spojin večje.

Dejansko je prav možnost avtomatske regulacije temperature (gretje, hlajenje) v zadnjih desetletjih imela največji vpliv na kakovost belih in rose vina pri nas in po svetu. Z dobro opremo, ustrezno regulacijo in konstantnim nadzorom je možno izvesti fermentacijo pri temperaturah krepko pod 15 °C, kar se izrazi v zelo sadnih belih in rose vinih.

Prav temperatura ima bistveni vpliv na čas trajanja fermentacije. Časovno se zaključek alkoholne fermentacije pričakuje v 15-20 dneh. Lahko poteče tudi zelo hitro, prej kot v tednu dni, ali se razvleče na štiri tedne in več, oboje pa ima lahko negativen vpliv na končno senzorično kakovost vina.

Dušikove spojine

Praktično vsak mošt vsebuje zadostne koncentracije dušikovih spojin, ki kvasovkam zagotavljajo uspešen začetek alkoholne fermentacije. Dušikove spojine iz mošta se največ porabijo za sintezo beljakovin kvasovk, imajo pa tudi izreden vpliv na tvorbo aromatičnih spojin.

V belih moštih iz sušnih letnikov ali iz z dušikom osiromašene zemlje, pa tudi iz preveč intenzivno bistrskih moštih, se med alkoholno fermentacijo vsebnost dušikovih spojin lahko kritično zmanjša. Fermentacija se upočasni ali celo prekine. Kvasovke zaradi

pomanjkanja dušikovitih spojin tvorijo večje koncentracije nezaželenih spojin, kot so vodikov sulfid in višji alkoholi.

Dodatni vir dušikovitih spojin se nahaja v hranilih za kvasovke ali pogovorno »aktivatorjih vrenja«. Zato se za bele mošte splošno priporoča preventivni dodatek hranil za kvasovke v najmanjših priporočenih dozah. Dodamo jih med fermentacijo šele po prvi tretjini porabljenih sladkorjev, raje v več manjših odmerkih (2-3) kot naenkrat. Nikoli ne pretiravajmo z dodatki in vnašamo večje doze, kot jih omenja proizvajalec, saj tako izrazito povečamo tvorbo neprijetno dišečih spojin. Predvsem pa hranil ne smemo dodajati, ko je proces alkoholne fermentacije skoraj zaključen. V takšnih primerih lahko del hranil ostane neizkoriščen in raztopljen negativno vpliva ne senzorične zaznave v vinu.

Za neustrezno regulacijo temperature je prav pomanjkanje dušikovitih spojin najpogostejši vzrok za prekinitev alkoholne fermentacije v pridelavi belih vin. Drozge in mošti pri pridelavi rdečih vin so zaradi daljše maceracije in posledične ekstrakcije skoraj vedno dovolj oskrbljeni z dušikovimi spojinami.

Kisik in aeracija

Alkoholna fermentacija je proces, ki poteka brez prisotnosti kisika. Posebno pri pridelavi belih vin, se izogibamo prisotnosti kisika v celotnem postopku pridelave. Majhnim količinam raztopljenega kisika, ki se raztopijo v postopkih pecljanja, drozganja, maceracije, stiskanja in bistenja, se praktično ni možno izogniti. Te majhne količine kisika imajo celo pozitiven vpliv na rezistenco kvasovk na etanol. Večje količine kisika pa negativno vplivajo na kakovost belih vin, saj se pospeši tvorba višjih alkoholov, acetaldehida, očetne kisline, upočasnijo se tvorba estrov in spodbuja rast bakterij. Za pridelavo rdečih vina je kisik v fazi alkoholne fermentacije manj problematičen, zato se tudi lahko izvaja maceracija v odprtih kadeh.

Omeniti velja, da se posebno pri pridelavi belih vin še ne-dolite posode v zaključni fazi fermentacije odpira samo, če je to res nujno. Tako izgubimo zaščitno plast ogljikovega dioksida, ki potrebuje kar nekaj časa, da se dopolni in spet izrine kisik iz posode.

Žveplov dioksid

Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* so z desetletji selekcije pridobile relativno neobčutljivost na prisotnost žveplovega dioksida. Še posebno aktivne celice so bolj odporne kot neaktivne. Vendar večje koncentracije prostega žveplovega dioksida od 40 mg/l opazno upočasnijo začetek alkoholne fermentacije. Zamik nastane, saj morajo kvasovke sintetizirati dovolj porabnikov, ki se nepovratno vežejo na žveplov dioksid, preden lahko pričnejo z alkoholno fermentacijo.

Bolj so na žveplov dioksid občutljive divje kvasovke in še bolj bakterije. To prinaša bistveno prednost tako selekcioniranim kvasovkam kot pridelovalcu. Žveplov dioksid je torej naše močno orodje, a z njim nikoli ne pretiravamo.

Sladkorji

Tako glukoza kot fruktoza sta glavna vira energije za kvasovke v času alkoholno fermentacijo. Le izrazito večje koncentracije sladkorjev nad 250 g/l, kot jih najdemo pri pridelavi predikatnih vin ali vin iz sušenega grozdja, lahko zaustavljajo fermentacijo zaradi večjega ozmotskega pritiska na celice kvasovk. Večje koncentracije sladkorja tudi pospešujejo tvorbo oetne kisline s strani kvasovk.

Za večino vin, pridelanih v Sloveniji, razpoložljiv sladkor v moštu ni problematičen. Izredno pomembno je le, da med alkoholno fermentacijo poleg temperature redno spremljamo porabo sladkorjev. To najlažje izvedemo z refraktometrom, saj število Oechslejevih stopinj med fermentacijo upada. Ko na merilni skali preidemo pod 40 °Oe,

refraktometer ni več zanesljiv in moramo preostale sladkorje določevati kemijsko v laboratoriju.

Etanol

Za kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* je značilna dobra toleranca na etanol. Čeprav kvasovke tvorijo etanol, ga tudi hitro odstranijo iz celice, saj je zanje strupen. Tako se v okolici počasi večja koncentracija etanola in okolje je zmeraj manj primerno za njihovo rast. Alkoholna fermentacija se zato upočasni. Pri koncentracijah etanola od 13 do 15 %vol pride tudi do upočasnitve oz. prekinitve vnosa hranil in delovanja encimov kvasovk. To se končno izrazi kot zaustavitev procesa alkoholne fermentacije. Izjemoma nekateri sodobni sevi kvasovk lahko pridelajo tudi 16 %vol oz. celo več etanola.

Ogljikov dioksid

Med fermentacijo se izločijo iz posode večje količine ogljikovega dioksida. Iz enega grama glukoze nastane med fermentacijo približno 260 mililitrov ogljikovega dioksida ali končno ocenjeno 50-kratni volumen mošta. V posodi se ustvarijo močni tokovi, ki mešajo mošt in skrbijo za enakomerno razporeditev hranilnih snovi in temperature.

Tok plina ogljikovega dioksida iz fermentacijske posode vpliva na izgubo hlapnih snovi. Višja temperatura fermentacije povzroči večjo izgubo zaradi hitrejšega izhajanja plina. Tako se s tokom plina odstrani do 20 % nastale toplote, izgubi se od 1 do 1,5 % etanola, do 1 % višjih alkoholov, nekaj estrov ter celo do 25 % primarne aromatike.

Z izhajanjem ogljikovega dioksida naraste tlak v posodi. Če se vrelna veha počasi zamaši, se pri tlaku nad 7 barov ali celo prej aktivnost kvasovk ustavi. Zaradi nadtlaka so prav tako možne poškodbe vrelna posode. Zato se poudarja redna kontrola prehodnosti vrelna vehe še posebno v prvih dneh fermentacije.

Vitamini

Za aktivnost kvasovk so prav tako pomembni vitamini, kot so biotin, tiamin, piridoksin, folna kislina, nikotinska kislina in riboflavin. Podobno kot pri drugih živih bitjih, imajo vitamini pomemben vpliv kot regulatorji metabolizma in sestavni del encimov. Med alkoholno fermentacijo jih lahko zmanjka, kar ogrozi potek procesa. Tiamin je kot najbolj izpostavljen vitamin sestavni del sodobnih enoloških sredstev, kot so hranila za kvasovke oz. »aktivatorji vrenja«.

Ostali vplivi

Na potek fermentacije izjemoma omejevalno vplivajo tudi nekatere fenolne spojine in celo ostanki fitofarmaceutskih sredstev. Možno je tudi pomanjkanje nekaterih anorganskih elementov in kovinskih ionov, kot so kalij, magnezij, kalcij, cink, železo, mangan v osiromašenih moštih.

Dolivanje posod

Dolivanje večjih posod z enako vsebino iz manjših pomožnih posod še pred zaključkom alkoholne fermentacije je enostaven postopek, s katerim preprečimo predvsem oksidacijo delno povretega vina. Še posebno je primeren za posode, v katerih ne moremo prilagoditi višine pokrova in sploh, če tesnjenje pokrova ni popolno. Posode začnemo dolivati po »burni« fazi alkoholne fermentacije, saj ogljikovega dioksida nad tekočino ni več dovolj, da bi preprečeval dostop zraka. Posode lahko sicer dolivamo večkrat, v praksi pa že ob pripravi mošta na fermentacijo le-tega razdelimo v dve ali tri posode tako, da združene prostornine napolnijo večjo od posod.

Primerna je tudi uporaba posod s pomičnim pokrovom in zračnico. Z njihovo uporabo lahko uravnavamo višino prostora nad tekočino. Ta varianta je uporabna predvsem za posode manjših prostornin do 200 litrov, važno pa je, da zračnica res tesni.

Zastoj alkoholne fermentacije

Zastoj alkoholne fermentaciji pomeni, da so kvasovke prekinile svojo aktivnost, še preden so izrabile vse razpoložljive sladkorje in druga hranila. Tako v vinu ostane še ne-povret sladkor. Posledično se izredno poveča možnost delovanja drugih mikroorganizmov, ki kvarno vplivajo na kakovost vina.

Izhajanje ogljikovega dioksida skozi vrelna veho ni vselej pravi pokazatelj, če fermentacija dejansko poteka. V večini posod se izloča ogljikov dioksid skozi vrelna veho še tudi dva dni po tem, ko se je fermentacija že ustavila. Nasprotno, če ogljikov dioksid skozi veho ne izhaja, lahko alkoholna fermentacija še vedno poteka. V takšnih primerih najprej preverimo, če pokrov posode res tesni, saj največkrat plin uhaja drugje. Realni pokazatelj poteka fermentacije so le meritve porabe sladkorjev, zato jim moramo posebno v zadnji tretjini fermentacije posvetiti redno skrb.

Vzrokov za prekinitvev fermentacije je več, a najpogostejši so:

- prenizka temperatura v fermentacijski posodi oz. neučinkovita regulacija temperature,
- previsoka temperatura v fermentacijski posodi, ker ni ustreznega hlajenja,
- pomanjkanje dušikovih spojin za uspešno dokončanje alkoholne fermentacije,
- preveč intenzivno bistrenje soka pred alkoholno fermentacijo zaradi izgube hranil,
- uporaba neprilagojenih kvasovk, ki niso sposobne prenašati stresov večje koncentracije alkohola, sladkorja in pomanjkanja hranil,
- nepravilno pripravljen in zato neaktiven vrelni nastavek,
- prevelikim odmerem žveplovega dioksida, ki v moštu omeji aktivnost kvasovk in
- onemogočeno odvajanje ogljikovega dioksida, ki se zadrži v posodi in prekine aktivnost kvasovk (nadtlak).

Z uporabo sodobne opreme in predvsem znanja je pogostost prekinitev fermentacije manjša kot nekoč. Glavni vzroki za manj prekinitev so predvsem uporaba selekcioniranih kvasovk v pravilno pripravljenem vrelnem nastavku, regulacija temperature in izogibanjem hitrim spremembam temperature (šok za kvasovke), reden dodatek hranil, racionalno bistrenje moštov in splošno boljše poznavanje procesa.

Kot omenjeno, le konstanten nadzor fermentacije omogoča, da zastoj ali upočasnitev fermentacije pravočasno opazimo. V času zaustavljene fermentacije je omogočena aktivnost kvarnih mikroorganizmov in oksidacija, saj je vino praktično nezaščiteno. Stranski produkti problematičnih alkoholnih fermentacij, torej tistih, ki ne potekajo enakomerno, tudi negativno vplivajo na vonj in okus vina. Mednje prištevamo večje koncentracije očetne kisline, višjih alkoholov in vodikovega sulfida (žveplovodik).

Določitev pravega vzroka prekinitve ali upočasnitve fermentacije je otežena, važno pa je, da ukrepamo takoj. Pomagamo si predvsem z naslednjimi ukrepi:

- segrevanje mošta (prehladen) ali hlajenje (pretopel),
- dodatek novega vitalnega vrelnega nastavka selekcioniranih kvasovk, lahko uporabimo tudi kvasovke *Saccharomyces bayanus*, ki prenesejo še večje strese kot *Saccharomyces cerevisiae*,
- obvezen dodatek hranil in vitaminov (hranila za kvasovke) in
- dolivanje vina k vitalnemu vrelnemu nastavku postopoma v manjših količinah.

Kot izredno težavne so se izkazale ponovne aktivacije fermentacij, ko je v vinu ostalo pod 10 g/l sladkorjev. Ob istočasno večji koncentraciji alkohola so tudi praviloma neuspešne. Zato je zaključek alkoholne fermentacije lahko najbolj problematičen del procesa. Če fermentacija poteka prepočasi in to potrdimo z meritvami, moramo reagirati, kot opisano že prej. V teh primerih poskrbimo za ustrezno višjo temperaturo fermentacije celo do 25 °C v času, ko kvasovke izkoriščajo

zadnje grame sladkorja, torej v zadnjih dveh ali treh dneh. Nikakor pa z višjo temperaturo ne vztrajamo, če kvasovke sploh niso več aktivne oz. se sladkorji ne porabljajo več, saj istočasno spodbujamo rast bakterij. Situacijo včasih reši le postopno dolivanje manjših količin skoraj povretega vina k drugemu vinu še v času »burne« fermentacije, če to možnost sploh imamo.

Vodena prekinitev alkoholne fermentacije

Če želimo pridelati vino z večjim ostankom sladkorjev (polsuha, polsladka, sladka vina), alkoholno fermentacijo prekinemo sami. Za pridelovalca je najvažneje, da fermentacijo prekine v času, ko so kisline, preostali sladkor in alkohol v pravem razmerju. Zato se vina redno preverja z okušanjem, ostanek sladkorja pa obvezno kemijsko določa. Za izvedbo namenske prekinitve alkoholne fermentacije se priporočata samo dve postopka, ali hitra ohladitev vina, ki mu sledi pretok v ustrezno čisto posodo in žveplanje, ali bolj tehnološko zahtevna t.i. različna filtracija (mikrofiltracija). Za prvi postopek velja:

- če nimamo sistema hlajenja, moramo fermentacijske posode prenesti v prostor, kjer je temperatura približno 5 °C ali celo manj, nato počakamo, da se vrenje popolnoma ustavi,
- droži se pospešeno izločajo na dno posode, vino se zbistri,
- po približno treh do petih dneh izvedemo pretok v drugo posodo in žveplamo z 80 mg/l,
- ker so vina z večjim ostankom sladkorjev izrazito mikrobiološko nestabilna, je poleg dobrih higienskih razmer nujno redno vzdrževanje prostega žveplovega dioksida na vsaj 35 mg/l, in
- pri izvedbi pazimo, da predhodno z vročo vodo ali še bolje paro res dobro očistimo rabljeno in novo opremo.

Pozorni moramo biti na skupni žveplov dioksid, ki se nabira v večjih količinah kot pri suhih vinih. Zato se odločno odsvetuje prekinitev fermentacije samo z direktnim dodatkom žveplovega dioksida. Kopičenje in posledično večje koncentracije žveplovega dioksida v vinu so nesprejemljive za sodobnega pivca.

BIOLOŠKI RAZKIS

Biološki razkis pogosto imenujemo tudi mlečnokislinski razkis. Prav tako kot alkoholna fermentacija je mikrobiološki proces, ki pa ga ne izvedejo kvasovke temveč bakterije. Dejansko gre za pretvorbo jabolčne kisline v mlečno kislino in ogljikov dioksid pod vplivom mlečnokislinskih bakterij. Bistveno se razlikuje od t.i. kemijskega razkisa, kjer se vsebnosti kislin zmanjša zaradi dodatka kalcijevega karbonata in posledične tvorbe soli.

Za izvedbo biološkega razkisa je odločilna vloga mlečnokislinskih bakterij in posledična tvorba novih spojin, ki so tudi senzorično zaznavne. Biološki razkis je splošno namenjen zmanjšanju koncentracije kislin, hkrati pa se spremenita tako vonj kot okus vina. Predvsem je primeren za rdeča vina z večjo koncentracijo skupnih kislin oz. višjo koncentracijo jabolčne kisline. Biološki razkis je obvezen tudi za polna, alkoholno bogata vina, namenjena daljšemu zorenju in staranju. Biološki razkis se izvaja le pri nekaterih belih vinih, kjer postal prepoznaven del okusa in arome, npr. pri sorti chardonnay. Namensko se izvaja tudi v letnikih, ko grozdje ne dozori dovolj in se v vinu ohrani tudi več jabolčne kisline.

Splošno ni zaželen v vinih z manj kislinami ali vinih z večjim ostankom sladkorjev. Biološki razkis je nezaželen pri aromatičnih sortah sauvignon, renski rizling, rumeni muškat in drugih svežih vinih s sadnim karakterjem. Prav tako je nezaželen, če smo že mošt ali vino kemijsko razkisali. Žal je pa zelo verjeten spontan biološki razkis prav v predhodno kemijsko razkisanih vinih.

Biološki razkis je večini pridelovalcev manj poznan biološki proces kot alkoholna fermentacija. Namensko se izvaja redkeje, razen med pridelavo vin, kjer je zahtevan (teran PTP), ali rdečih vin namenjenih staranju. Splošno je biološki razkis manj predvidljiv kot alkoholna fermentacija in njegov potek lahko presneti tudi dokaj veččega pridelovalca.

V številnih rdečih vinih poteka vsaj delni spontan biološki razkis takoj po alkoholni fermentaciji brez vednosti kletarja. Če želimo biološki razkis spodbuditi, je najbolje, da poteče takoj po koncu alkoholne fermentacije z dodatkom selekcioniranih mlečnokislinskih bakterij. Nekateri pridelovalci rdečih vin predhodno izvedejo prvi pretok. Vsekakor pa je za začetek nujno, da je alkoholna fermentacija zaključena in da mlado vino ni bilo žveplano.

Pogoji za izvedbo biološkega razkisa

Za biološki razkis splošno velja:

- proces izvedejo mlečnokislinske bakterije rodov *Oenococcus* (*Leuconostoc*), *Pediococcus* in *Lactobacillus*,
- glavna sprememba je pretvorba jabolčne kisline v mlečno kislino (približno 80 % izkoristek) in ogljikov dioksid,
- posledično se zmanjša kislost vina in naraste pH vina,
- bakterije proizvajajo tudi nove aromatične spojine, kot so diacetil, acetaldehid, ocetna kislina, etilacetat, etil laktat in
- zato se spremeni tako vonj kot okus vina.

Biološki razkis ni možen brez delovanja mlečnokislinskih bakterij. Njihovo aktivnost torej spodbujamo, če si želimo biološkega razkisa. V nasprotnem primeru je njihovo delovanje znak bolezni vina oz. jih pojmujejo kot škodljive mikroorganizme, kar je opisano v poglavju Bolezni vina.

Biološki razkis lahko poteka, če so pogoji v vinu primerni za aktivnost mlečnokislinskih bakterij. Zato je pomembna:

- ustrezna kislost, ki jo izrazimo kot pH 3,1 ali več,
- temperatura vsaj 15 °C in več,
- poleg vsaj 1,0 grama jabolčne kisline tudi dovolj tudi drugih hranil (virov dušika, vitaminov),
- da ni prisotnega več kot do 13 %vol alkohola, in
- da je vinu manj kot 25 mg/l prostega in največ 50 mg/l skupnega žveplovega dioksida

Spodbujanje biološkega razkisa

Če so izpolnjeni zgornji pogoji, biološki razkis lahko poteče spontano z mlečnokislinskimi bakterijami prisotnimi v vinu, ki izvirajo iz grozdja ali vinarne opreme. Spontan biološki razkis poteče lahko takoj po alkoholni fermentaciji ali šele nekaj mesecev po njej. Še posebno topla maceracija spodbuja biološki razkis, saj poveča število bakterij in hranil. V teh primerih bo zagotovo potekel, če je pH nad 3,2, koncentracija prostega žveplovega dioksida pod 10 mg/l, temperatura nad 18 °C in vino vsebuje manj kot 12,5 %vol alkohola.

Če po alkoholni fermentaciji opazimo, da iz vrelna vehe pospešeno izhaja ogljikov dioksid in je preostanek sladkorja skoraj konstanten, se v posodi dogaja spontan biološki razkis. Spontan biološki razkis je še posebno nepredvidljiv. Pričakujemo lahko le delno razgradnjo jabolčne kisline in hkrati večjo tvorbo aromatičnih spojin, ki negativno vplivajo predvsem na vonj vina, zlasti diacetila, acetoina in očetne kisline.

Zato se za namensko izvedbo biološkega razkisa vedno priporoča dodatek selekcioniranih mlečnokislinskih bakterij. Glavni vzroki so:

- selekcionirane mlečnokislinske bakterije so že vnaprej pripravljene na stresno okolje in izbrane tako, da hitro in uspešno izvedejo pozitivne pretvorbe pričakovane za biološki razkis,
- z dodatkom teh bakterij je omogočeno uspešno dokončanje biološkega razkisa in kontrola kakovosti med procesom s stališča tvorbe nezaželenih stranskih produktov,
- z dodatkom bakterij sami časovno določimo in kontroliramo potek procesa, kar za spontani razkis ne velja.

Za dodatek selekcioniranih mlečnokislinskih bakterij se uporablja različne seve bakterij *Oenococcus oeni*. Komerzialno dostopne bakterije se pred uporabo samo rehidrira:

- natehtamo ustrezno količino bakterij, po navadi 1 g bakterij na 100 l oz. po navodilih,
- v lonček nalijemo 20-krat večjo količino destilirane vode s temperaturo med 20 in 25 °C,
- v vodo stresemo bakterije in počakamo vsaj 15 minut,
- raztopino počasi umešamo v vino s primerno temperaturo, to je od 16 do 20 °C.

Selekcionirane mlečnokislinske bakterije se doda izjemoma že v mošt ali celo med alkoholno fermentacijo, vendar je ta postopek zaradi medsebojnih vplivov mikroorganizmov (kvasovk, bakterij) in možnosti njihove nezaželene aktivnosti res tvegan. Zato se večinoma priporoča dodatek bakterij po koncu alkoholne fermentacije, ko vino še ni žveplano in je aktivnost kvasovk že prenehala. Prav tako se v tem primeru priporoča dodatek hranil za bakterije, saj so kvasovke že med alkoholno fermentacij porabile večino hranil. Hranila za bakterije vsebujejo vire dušika in vitaminov, ki opazno pospešijo hitrost in izkoristek biološkega razkisa. Več o možnostih dodatka selekcioniranih mlečnokislinskih bakterij v posebnih primerih je opisano v podpoglavju Druge možnosti izvedbe biološkega razkisa.

Aktivacijo biološkega razkisa prepoznamo po izhajanju ogljikovega dioksida skozi vrelo veho, penjenju in motnosti. Porabo jabolčne in nastanek mlečne kisline lahko spremljamo le z laboratorijskimi analizami. Biološkemu razpisu tudi sledimo z rednim okušanjem, ki pa nas zaradi dodatnega raztopljenega ogljikovega dioksida lahko zavede. Razkis lahko prekinemo pred porabo vse jabolčne kisline, če nam razmerje in koncentracija kislin ustrezata. Ohlajevanje mladega vina in pretok ter dodatek žveplovega dioksida najuspešneje prekinejo aktivnost mlečnokislinskih bakterij.

Če se biološki razkis začne, a ne zaključi, govorimo o zastoju biološkega razkisa. V takšnih primerih si pomagamo s segrevanjem vina do 18 °C, lahko ponovno dodamo selekcionirane bakterije in ne pozabimo na hranila za bakterije. Ob zastojih biološkega razkisa redno kontroliramo očetno kislino (hlapne kisline), saj so to ugodni pogoji tudi za rast vedno nezaželenih očetnokislinskih bakterij. Ker je vino nezavarovano brez dodatka žveplovega dioksida, s segrevanjem in poskusi oživitve biološkega procesa ne pretiravamo. Kot povedano, takšno vino je močno izpostavljeno oksidaciji in delovanju očetnokislinskih bakterij.

Preprečevanje biološkega razkisa

Kot omenjeno, mlečnokislinske bakterije so vedno prisotne v vinu. Če hočemo preprečiti njihovo aktivnost po koncu alkoholne fermentacije in preprečiti spontan biološki razkis moramo:

- dovolj zgodaj izvesti prvi pretok,
- mlado vino žveplati tako, da ostane vsaj 30 mg/l prostega žveplovega dioksida,
- vino ohladiti in zoreti na hladnem (10 °C).

S temi postopki sicer le preprečujemo aktivnost mlečnokislinskih bakterij. Popolna odstranitev bakterij je možna le s sterilno filtracijo.

Druge možnosti izvedbe biološkega razkisa

Selekcionirane mlečnokislinske bakterije lahko med postopkom pridelave vina dodamo kot:

- skupni dodatek kvasovk in mlečnokislinskih bakterij v mošt,
- dodatek mlečnokislinskih bakterij med alkoholno fermentacijo,
- dodatek mlečnokislinskih bakterij po koncu alkoholne fermentacije in
- poznejši dodatek mlečnokislinskih bakterij med zorenjem vina.

Skupni dodatek kvasovk in mlečnokislinskih bakterij v mošt omogoča:

- da se mlečnokislinske bakterije sproti prilagajajo na novo okolje in imajo za prilagoditve dovolj časa, saj vsebnost alkohola narašča in hranil zmanjšuje postopoma, žveplov dioksid pa se nahaja le v vezani obliki,
- v tem primeru je sicer izrazit negativen vpliv na rast mlečnokislinskih bakterij s strani kvasovk,
- biološki razkis bo splošno potekel hitreje in to takoj po koncu alkoholne fermentacije ali celo že pred tem, statistično 15 do 25 dni prej se zaključi biološki razkis v primerjavi z tipičnim dodatkom mlečnokislinskih bakterij po koncu alkoholne fermentacije,
- mlečna kislina se tvori že, ko še poteka alkoholna fermentacija, splošno reduktivno okolje tudi omeji nastanek maslenih in mlečnih vonjev, posledično se v vinih ohrani sadnost,
- v primeru zastoja alkoholne fermentacije zaradi oslabiljenega delovanja kvasovk je možna takojšna nezaželeno aktivnost mlečnokislinskih bakterij in s tem povečana tvorba predvsem očetne in seveda mlečne kisline,
- ta način dodatka se uporablja pri pridelavi aromatičnih vina iz mošta s pH pod 3,4 z namenom ohranitve sadnosti in omejitve mlečno maslenih tonov, če biološki razkis sploh uporabimo za takšen tip vina,
- dodatek mlečnokislinskih bakterij v pravkar žveplan mošt je manj uspešen, zato v primeru prisotnega žveplovega dioksida do 50 mg/l mlečnokislinske bakterije dodamo istočasno s kvasovkami, med 50 in 65 mg/l žveplovega dioksida dodamo mlečnokislinske bakterije vsaj 12 ur po kvasovkah, za vsebnost nad 65 mg/l žveplovega dioksida pa se sploh ne priporoča več dodatka mlečnokislinskih bakterij,
- striktno se odsvetuje skupni dodatek kvasovk in mlečnokislinskih bakterij v vinih s pH nad 3,5 in
- striktno se odsvetuje dodatek bakterij pred dodatkom kvasovk, torej še pred začetkom alkoholne fermentacije, zaradi osiromašenja mošta s hranili, produkcije nezaželenih spojin in možnosti predčasne prekinitve alkoholne fermentacije same.

Dodatek mlečnokislinskih bakterij med alkoholno fermentacijo:

- se splošno ne priporoča, saj je vpliv kvasovk in okolja tako močan, da izgubimo večino mlečnokislinskih bakterij, posledično inokulacija bakterij ni uspešna, in
- res izjemoma za ga uporabimo za bela in rdeča vina, kjer pričakujemo višjo končno koncentracijo alkohola nad 14,5 %vol (več časa za prilagoditev bakterij na okolje), takrat mlečnokislinske bakterije dodamo po poteku dveh tretjin alkoholne fermentacije ali ob preostanku še 30 g/l reducirajočih sladkorjev.

Dodatek mlečnokislinskih bakterij po koncu alkoholne fermentacije:

- je daleč najpogosteje uporabljen postopek, v tem primeru je možnost dodatne razgradnje sladkorjev in tvorbe očetne kisline zaradi aktivnosti mlečnokislinskih bakterij minimalna,
- čeprav mlečnokislinske bakterije lahko izkoristijo za hrano tudi spojine, ki nastanejo z razpadanjem odmrlih kvasovk, je vino takoj po alkoholni fermentaciji kar negostoljubno okolje, predvsem zaradi vsebnost alkohola in pomanjkanja določenih hranil in vitaminov, ki so jih že porabile kvasovke, in
- posledično je daljše prilagajanje mlečnokislinskih bakterij in biološki razkis poteče pozneje, prav zato se priporoča dodatek hranil.

Poznejši dodatek mlečnokislinskih bakterij med zorenjem vina:

- za nekatera vina se priporoča, da biološki razkis poteče šele spomladi, torej takrat, ko je vsaj del barve že stabiliziran (tipično za modri pinot),
- splošno se uporablja zelo redko, npr. za rdeča vina z malo barvili, ki so namenjena daljšemu zorenju, in
- za takšna vina je možna tudi predhodna tehnološko spodbujena stabilizacija barve z mikrooksigenacijo, ki ji sledi biološki razkis.

Vpliv drugih mikroorganizmov

Medsebojni vplivi med mikroorganizmi so zelo kompleksni in tudi težko dokazljivi. Splošno velja, da aktivnost kvasovk in drugih bakterij zavira rast mlečnokislinskih bakterij, obstajajo pa tudi izjeme.

Kvasovke, še posebno *Saccharomyces bayanus*, z alkoholno fermentacijo omejujejo delovanje mlečnokislinskih bakterij ter odložijo začetek biološkega procesa tudi za več mesecev. Glavni vzroki za oviranje delovanja bakterij so:

- naraščanje vsebnosti etanola, kar je zanimivo, saj etanol v manjših koncentracijah celo pospeši rast bakterij,
- akumulacija toksičnih maščobnih kislin, kot sta oktanojska in dekanajska,
- biosinteza žveplovega dioksida s strani kvasovk,
- poraba aminokislin s strani kvasovk in
- nekateri sevi *Saccharomyces cerevisiae* tvorijo protein lizozim, ki deluje baktericidno.

Nasprotno pa stimulatивно na rast mlečnokislinskih bakterij vpliva razpad oz. avtoliza celic kvasovk, saj se pri tem sproščajo dodatna hranila v vino. Tako postopek zorenja vina na drožeh (sur lies) spodbuja aktivnost bakterij in biološki razkis.

Ocetnokislinske bakterije splošno delujejo zaviralno na kvasovke zaradi tvorbe ocetne kisline, spodbujajo pa rast mlečnokislinskih bakterij zaradi več preostalih hranil, manj alkohola in manj toksičnih maščobnih kislin. Pogosto je tudi tekmovanje oz. kompeticija za hrano med mlečnokislinskimi bakterijami. Predvsem pri pH nad 3,5 bakterije *Pediococcus* in *Lactobacillus* pogosto prevladajo nad bakterijami *Oenococcus oeni*. Včasih celo potekajo določene faze procesov alkoholne fermentacije in biološkega razkisa istočasno. Takrat so možne zaustavitve alkoholne fermentacije zaradi inhibitornega učinka bakterij na kvasovke.

POSTOPKI PO FERMENTACIJI

V postopkih pridelave vina po alkoholni fermentaciji oz. po izvedenem tudi biološkem razkisu, si aktivnosti mikroorganizmov vinih ne želimo več, čeprav so le-ti še vedno prisotni. Vino je predvsem zaradi vsebnosti etanola, nizkega pH, manjše razpoložljivosti hranil in prisotnega žveplovega dioksida občutno manj primeren medij za rast mikroorganizmov kot grozdni sok ali mošt. Z izvedbo post-fermentativnih postopkov (pretoki, filtracije) splošno število mikroorganizmov še upada, njihovo aktivnost pa dodatno omejujemo z uporabo tako fizikalnih postopkov (hlajenje, različne stabilizacije) kot dodatkom enoloških sredstev (žveplov dioksid, sorbat). Rast oz. nezaželeno aktivnost mikroorganizmov pa je še vedno možna, če vino ni dovolj zavarovano in tudi v primeru sekundarnih kontaminacij. Slednje so najpogostejše preko lesene posode oz. polnilnih linij za stekleničenje.

Pretok vina

Pretok vina je vsako ločevanje tekočine od usedline v postopku pridelave vina. Večina vin se pretaka le enkrat ali dvakrat, če se ne izvaja stabilizacija vina in se v vinu ne pojavijo napake ali bolezni.

Še posebno pomemben je prav prvi pretok. Izvajamo ga vedno in to z namenom ločevanja predvsem grobih droži, kot so odmrle kvasovke, bakterije, kristali vinskega kamna, zaostali trdni rastlinski delci in podobno, od nastalega mladega vina. Zaključek alkoholne fermentacije/biološkega razkisa je seveda pogoj za prvi pretok, istočasno pa si želimo tudi dokaj bistro mlado vino. Stopnja motnosti mladega vina je odvisna od mnogih fizikalno kemijskih dejavnikov in ni merilo, kdaj izvedemo pretok. Za mlada vina je rahla motnost sprejemljiva tudi v kozarcu, za popolno bistrost vina pa še dovolj časa. Prav tako se v zadnjem času poudarja pozitiven vpliv t.i. finih droži, ki

jih pridobimo s pretakanjem še motnih vin pod pogojem, da se ne pojavlja nezaželen vonj po vodikovem sulfidu oz. bekser.

Prav grobe droži pred prvim pretokom so problematične, saj so pogosto vir nezaželenih t.i. reduktivnih vonjev, predvsem vodikovega sulfida in merkaptanov. Ta pojav je še posebno izrazit, če uporabljamo za fermentacijo visoke in ozke posode, kjer so droži zaradi pritiska tekočine zbite na dnu. Vina pridelana v takšnih posodah pretakamo prej.

Vplivi prvega pretoka so:

- odstrani se večino kvasovk, bakterij in ostankov grozdja,
- z odstranitvijo mikroorganizmov in možnih hranil se občutno poveča mikrobiološka stabilnost,
- zaradi pretakanja se vino premeša, kar pozitivno vpliva na izenačenje tekočine s stališča oksidacije in redukcije,
- odstranijo se reduktivni vonji, ko so vodikov sulfid in merkaptani, ki se nabirajo v vinu, in
- pretok pomeni tudi delno izgubo ogljikovega dioksida in vnos manjših količin zraka (kisika).

Splošno se za bela vina priporoča pretok z minimalnim vnosom zraka ali brezračni pretok. Te minimalne vsebnosti kisika celo pripomorejo pri hitrejšem bistrenju in zorenju vin. Vnos večjih količin zraka (zračenje, aeracija) je lahko škodljiv predvsem zaradi možnosti oksidacije, spodbujanja rasti bakterij in izgube ter oksidacije aromatičnih spojin. Za rdeča vina se priporoča pretok z moderiranim zračenjem zaradi zagotavljanja hitrejšega zorenja fenolnih spojin. Močnejšo, namensko zračenje se obvezno izvaja za bela, rose in rdeča vina z reduktivnimi vonji in to z razprševanjem vina v kapljice, intenzivnejšim prelivanjem in penjenjem. Pri takšnem pretoku so večje tudi izgube aromatičnih spojin in ogljikovega dioksida.

Večini pridelovalcev je poznano, da se v roku tedna dni po koncu alkoholne fermentacije del acetaldehida spremeni nazaj v etanol. To tudi pomeni manjšo količino žveplovega dioksida, vezano na acetaldehid in posledično več prostega (aktivnega) žveplovega dioksida ob žveplanju. Ob tem zavedanju, je pravzaprav predvsem od stila pridelanega vina odvisno, kdaj izvedemo prvi pretok:

- s prvim pretokom ne smemo prehitovati, če smo vino pridelali iz zdravega grozdja in reduktivni vonji niso prisotni. Splošno s pretokom počakamo vsaj teden dni po koncu alkoholne fermentacije, seveda morajo biti posode dopolnjene in vino brez stika s kisikom,
- vino pridelano iz gnilega grozdja ali mošta, ki ga nismo bistrili dovolj, pretočimo takoj po koncu alkoholnega vrenja, da preprečimo delovanje nezaželenih mikroorganizmov in preprečimo nastanek reduktivnih vonjev,
- vina, v katerem se že pojavijo reduktivni vonji pretakamo takoj, saj z odstranitvijo droži omejimo njihovo produkcijo, potrebno je namensko zračenje,
- vina, v katerih hočemo preprečiti biološki razkis pretakamo takoj po alkoholni fermentaciji,
- če pridelujemo sveža, sadna vina z večjo vsebnostjo ogljikovega dioksida pretakamo v roku od 8 do 12 dni po koncu alkoholne fermentacije,
- bela vina z večjim ostankom sladkorja, kot že prej opisano, pretakamo takoj po prekinitvi alkoholne fermentacije,
- rdeča vina pridelana za hitro porabo pretakamo v roku 10 do 15 dni,
- rdeča vina za zorenje, torej pridelana s daljšo maceracijo in večjo vsebnostjo fenolnih spojin, pretakamo v roku do enega meseca oz. prej, če so v posodi iz nerjavnega jekla. Pretok naj bo zračen, saj je stik s kisikom ugoden za hitrejše zorenje rdečih vin, in
- manjše posode pretakamo prej, večje lahko nekoliko pozneje in vina iz visokih posod pretakamo prej kot tista pridelana v nižjih posodah.

Vina lahko pretakamo večkrat, odvisno od stopnje bistrosti, dodatka enoloških sredstev ter pojava napak in bolezni. Drugi pretok je predvsem namenjen odstranjevanju usedline zaradi dodatka enoloških sredstev, izločijo pa se še tanini, kristali vinskega kamna, beljakovine ter druge spojine v manjšem obsegu. Prav tako je ponovni pretok primeren po načrtno izvedenem biološkem razkisu.

Dodatek žveplovega dioksida

Žveplov dioksid se v pridelavi vina uporablja že stoletja. Je najpomembnejše enološko sredstvo, brez katerega pridelava obstojnega vina praktično ni možna. Do danes še nismo našli enološkega sredstva, ki bi uspelo nadomestiti žveplov dioksid. Ker je v večjih količinah lahko škodljiv za zdravje pivcev, se izvaja redni nadzor nad njegovo vsebnostjo v vinih. Sodobna spoznanja so omogočila uporabo manjših odmerkov žveplovega dioksida za pridelavo vin. Prav koncentraciji skupnega in prostega žveplovega dioksida sta odraz kletarjevega znanja in higienski razmer v kleti.

Žveplov dioksid se v vinu nahaja vedno, saj že same kvasovke med fermentacijo povprečno tvorijo 15 mg/l skupnega žveplovega dioksida. Praktično pa so vse večje koncentracije posledica uporabe enoloških sredstev, ki vsebujejo žveplov dioksid. Glavni namen dodatka žveplovega dioksida v mošt ali vino so:

- preprečevanje aktivnosti oksidacijskih encimov, predvsem tistih, ki povzročajo porjavenje,
- vezava z porabniki žvepla kot so acetaldehid, piruvat, keto glutarat, antociani, sladkorji,
- antioksidativno delovanje in preprečevanje reakcij porjavenja,
- preprečevanje rasti nezaželenih mikroorganizmov, predvsem bakterij in divjih kvasovk, ki so zelo občutljive na dodatek žveplovega dioksida.

Merilo vsebnosti žveplovega dioksida v vinu sta vsebnost prostega in skupnega žveplovega dioksida. Aktivno delujoča je prosta oblika

žveplovega dioksida oz. bolj natančno njen glavni del, torej molekularna oblika. Skupni žveplov dioksid predstavlja seštevek oblike vezane na porabnike in proste oblike. Skupni žveplov dioksid se povečuje z vsakim dodatkom žveplovega dioksida, zato vedno planiramo, da ne presežemo zakonsko še dopustnih mej. To pomeni za večino belih in rose vin do največ 200 mg/l, za bela vina z več kot 5g/l ostanka sladkorjev do 250 mg/l in za rdeča vina do 160 mg/l skupnega žveplovega dioksida.

Kdaj in koliko žveplati je verjetno najpogostejše vprašanje pridelovalcev vina. Ob žveplanju se moramo zavedati, da je potrebno zavarovati mošt (drozgo), izpeljati alkoholno fermentacijo in omogočiti zorenje vinu. Vnaprejšnje predpisovanje dodatkov žvepla je sicer zelo pripravno, vendar se pogoji pridelave in vino samo med letniki zelo razlikujejo. Naš cilj je torej pridelati neoporečno in obstojno vino z minimalno za stabilnost vina še zadostno koncentracijo prostega in skupnega žveplovega dioksida.

Žveplanje grozdja, drozge in mošta

Količina dodanega žveplovega dioksida je odvisna predvsem od zdravstvenega stanja grozdja. Za drozgo ali mošt iz zdravega grozdja naj bo doza manjša, več pa ga dodamo v primeru prisotne gnilobe ali poškodovanega grozdja. Osnovni namen dodatka je poleg preprečevanja encimske aktivnosti in porjavenja mošta tudi zaviranje rasti mikroorganizmov, predvsem divjih kvasovk in oacetnokislinskih bakterij. Selekcionirane kvasovke *Saccharomyces cerevisie* so na prisotni žveplov dioksid manj občutljive, vendar jih preveliki dodatki prav tako ovirajo pri začetku alkoholne fermentacije. Splošno se za žveplanje grozdja, mošta in drozge priporoča:

- dodatek 30 do 40 mg/l žveplovega dioksida v mošt iz zdravega grozdja, v drozgo 50 mg/l, v mošt iz nagnitega grozdja pa dodamo maksimalno 75 mg/l žveplovega dioksida, če žveplamo močno nagnito grozdje pa do 100 mg/kg grozdja,

- zdravo grozdje, hitra predelava grozdja, minimalen stik z zrakom, vitalen nastavek kvasovk, hiter začetek alkoholne fermentacije, enakomeren potek fermentacije in povrtje do suhega nam omogočajo prvi večji dodatek žvepla šele ob prvem pretoku, če ne upoštevamo začetnega dodatka v mošt ali drozgo.

Žveplanje mladega vina ob pretoku

Žveplanje ob pretoku je obvezen postopek, da se prepreči oksidacija nezaščitenega mladega vina in prepreči aktivnost nezaželenih mikroorganizmov, ki lahko kvarijo vino. Zato najprej preprečimo dostop zraka do vina z dolivanje posod takoj po alkoholni fermentaciji. Splošno se za žveplanje mladega vina ob pretoku priporoča:

- prvo žveplanje mladega vina s 50 do 70 mg/l,
- večjo dozo do 90 mg/l potrebujemo v primeru pridelave vin iz gnilega grozdja in vin z večjim ostankom sladkorjev,
- dodatek žveplovega dioksida takoj ob prvem pretoku je v postopkih pridelave vina količinsko največji,
- nikakor ne smemo pozabiti na mešanje posod takoj po dodatku žveplovega dioksida in
- po dveh do treh dneh nujno preverimo vsebnost prostega žveplovega dioksida.

V belih vinih mora ostati vsaj 25 mg/l prostega žveplovega dioksida, v rdečih pa vsaj 20 mg/l. Koncentracije nad 45 mg/l so že moteče na vonj in resno zavrejo razvoj mladega vina. Za vsako posodo se priporoča točna evidenca žveplanja, torej kdaj in koliko smo žveplali, rezultate meritev in vzporedna opažanja. Dodatki žveplovega dioksida se v vinu seštevajo in jih izrazimo kot skupni žveplov dioksid, katerega vsebnost je omejena s pravilniki za vsak tip vina. Naj ponovim, da je koncentracija skupnega žveplovega dioksida v vinu odraz higiene in znanja vinarja samega.

Kdaj žveplamo ob prvem pretoku:

- žveplov dioksid dodamo v bela vina najboljše med pretokom, saj istočasno zagotovimo njegovo dobro porazdelitev žveplovega dioksida med celotno količino vina,
- rdeča vina po moderiranem zračnem pretoku žveplamo v roku 24 ur po izvedbi pretoka,
- rdeča vina, v katerih je potekel biološki razkis, žveplamo šele deset dni po koncu razkisa,
- obvezno šele po pretoku žveplamo vina, pri katerih izvedemo intenziven zračni pretok z namenom odstranitve reduktivnih vonjev. Nujno počakamo dva do tri dni po pretoku in preverimo, če smo bili pri odstranjevanju uspešni. Po potrebi ponovno prezračimo vino. Nikoli ne žveplamo vino, ki ima reduktiven vonj, saj bomo stanje samo še poslabšali,
- pred pretokom le izjemoma žveplamo vina, ki izkazujejo nagnjenost k oksidaciji zaradi gnilega grozdja, nedolitihi posod, delovanje oetnokislinskih bakterij ali pojava drugih bolezni. Med izvedbo pretoka bomo v tem primeru izgubili kar nekaj žveplovega dioksida,
- če v vinu namenoma zaustavljamo biološki razkis, vino najprej ohladimo in pretočimo, žveplov dioksid pa dodamo kar med pretokom.

Če nameravamo izvesti tudi biološki razkis, žveplamo ob že omenjenih pogojih šele po koncu razkisa. Pred razkisol naj bo koncentracija žveplovega dioksida majhna, saj prosti žveplov dioksid nad 25 mg/l in skupni nad 60 mg/l že omejitata delovanje mlečnokislinskih bakterij.

Žveplanje vina med zorenjem in ob stekleničenju

Praktično je nemogoče predvideti, kolikšen del dodanega žveplovega dioksida se bo vezal po žveplanju, zato je redna kontrola prostega žveplovega dioksida v vinih do stekleničenja nujna. Za žveplanje vina med zorenjem in ob stekleničenju se priporoča:

- v rdečih vinih naj bo v smislu pravilnega razvoja fenolnih spojin v fazi zorenja med 20 in 25 mg/l prostega žveplovega dioksida,
- v belih vinih se med zorenjem priporoča nekoliko več prostega žveplovega dioksida, po navadi med 25 in 30 mg/l, za tista z večjim ostankom sladkorjev pa 35 mg/l in,
- za vina pridelana iz poškodovanega in gnilega grozdja se priporoča od 35 do 40 mg/l prostega žveplovega dioksida.

V smislu ohranjanja kakovosti vina, je med zorenjem, pred stekleničenjem in ob vsakem postopku stabilizacije nujna tudi kontrola in možen dodatek žveplovega dioksida. Z dodatki žveplovega dioksida ne pretiravamo. Znano je, da koncentracije prostega žveplovega dioksida nad 50 mg/l resno zavirajo zorenje vina in negativno vplivajo na senzorične lastnosti. Ob stekleničenju je od načina polnjenja vina odvisno, ali je potrebno vino še dožveplati, kot je opisano v podpoglavju Stekleničenje vina. Ob vsakem žveplanju nikakor ne pozabimo na skupni žveplov dioksid, ki po vseh dodatkih ne sme presegati zakonsko dovoljenih mej. Kot že povedano, prav vsebnost skupnega žveplovega dioksida odraža znanje kletarja ter v stopnjo higiene v kleti.

Zorenje vina

Med zorenjem vina se načrtno preprečuje vsako aktivnost mikroorganizmov. Posebno pozornost je potrebno posvetiti vinom z ostankom sladkorjev, da se med zorenjem ne prične ponovna alkoholna fermentacija ali celo poraba sladkorjev s strani bakterij. Zato se posebno za bela vina med zorenjem priporoča:

- reden nadzor prostega žveplovega dioksida,
- izogibanje stika s kisikom (polne posode, omejitev odpiranja posod in minimalno število pretokov),
- zorenje pri nižjih temperaturah, idealno med 8 in 10 °C, in
- izogibanje izpostavljanja svetlobi in drugim virom toplote.

Rdeča vina lahko zorijo tudi pri višjih temperaturah do 15 °C še posebno, če zorijo v stiku z lesno posodo. Prav tako se za vsa vina priporoča, da se temperatura prostora v času zorenja ne spreminja prehitro (več °C v dveh ali treh dneh). Hitro nihanje temperature pomeni prevelik šok za kakovost vina in lahko pospeši razvoj mikrobioloških sprememb.

Zaradi poroznosti lesa oz moderiranega stika s kisikom je s stališča mikroorganizmov bolj tvegana uporaba lesene posode. Slednje vedno velja, če je lesena posoda že predhodno bila okužena z oacetnokislinskimi bakterijami ali kvasovkami *Brettanomyces*.

Od vseh postopkov je s stališča nezaželene aktivnosti mikroorganizmov najbolj nevaren prav postopek zorenju vina na drožeh (sur lies). Pri daljšem zorenju ne-žveplanega vina na drožeh, tipičnem za pridelavo dolgo maceriranih belih vin, zato pogosto zaznamo manj zelene mikrobiološke vplive na sensoriko.

Stekleničenje vina

Stekleničenje je postopek, ki lahko vino dodatno kemijsko in tudi senzorično spremeni. Predvsem je kritičen dodaten vnos kisika, neredko pa tudi naknadna okužbe vina z mikroorganizmi. Zato moramo postopek stekleničenja izpeljati tako, da preprečimo nezaželeno oksidacijo in okužbe vina.

Pred stekleničenjem se vino stabilizira, najpogosteje na tartrate in beljakovine. Stekleničenje je vezano na kombinacijo ustreznih filtracij za odstranjevanje mikroorganizmov in posebnih polnilnih linj, ki z uporabo inertnih (zaščitnih) plinov preprečijo dodatno oksidacijo vina. Za večje količine vina se priporoča uporaba sodobnih polnilnih linij po predhodni različni filtraciji. Sodobne polnilne linije steklenico najprej napolnijo z inertnim plinom, ki je največkrat dušik, šele nato se z nadtlakom vanje vlije vino, k izriva inertni plin. Sledi izravnava nivoja vina v steklenici, dodatek plina v prostor nad gladino vina in vstavi se

zamašek. Kot omenjeno, so prav neustrezno vzdrževane in ne-sterilne polnilne linije vzrok občutnega padca kakovosti vina.

Številni pridelovalci so zaradi omejitev pri opremi vezani predvsem na uporabo preprostih ročnih polnilcev. Takšni polnilci žal ne omogočajo popolne zaščite pred kisikom in okužbo z mikroorganizmi. Pred stekleničenjem z ročnimi polnilci vedno najprej preverimo vsebnost prostega žveplovega dioksida. Ker se ob uporabi takšnih polnilcev pričakuje tudi dodatna oksidacija, se priporoča korekcija prostega žveplovega dioksida na 40 do 45 mg/l za bela in rose ter 35 do 40 mg/l za rdeča vina. Za vina z večjim ostankom sladkorja naj bo pred stekleničenjem v vinu prisotnega med 45 in 55 mg/l prostega žveplovega dioksida. V preteklosti se je priporočal tudi dodatek t.i. sorbinske kisline v obliki kalijevega sorbata. Ta preprečuje le aktivnost kvasovk (ponovno alkoholno fermentacijo) in nima vpliva na mlečnokislinske in očetnokislinske bakterije. Zato naj bo njen dodatek res izjema, rezerviran za vina z večjim ostankom sladkorjev. Dovoljeni dodatki sorbata so do največ 200 mg/l.

Še posebno z uporabo enostavnih ročnih polnilcev je postopek stekleničenja kritičen, če polnimo vina z večjim ostankom sladkorjev in vina z malo alkohola. Zato je pomembno, da zmanjšamo možnost še dodatne okužbe z mikroorganizmi v postopku polnjenja v steklenice. Ob stekleničenju nujno izvedemo:

- obvezno čiščenje oz. sterilizacijo ročnega polnilnika, spremljajočih posod, cevi in zamašilnika. Kot najboljša se priporoča sterilizacija s paro vsaj 20 minut, manj priročna je uporaba sredstev za sterilizacijo, kjer nujno upoštevamo navodila proizvajalca,
- za stekleničenje vedno uporabimo nove steklenice, ki jih pred uporabo speremo v vroči vodi, očistimo s paro in posušimo obrnjene navzdol, in
- pri polnjenju vin z večjim ostankom sladkorja se priporoča tudi sterilizacija steklenic z 1-2 % raztopino žveplaste kisline (H_2SO_3) ali 1,5 % raztopina dezinfekcijskega sredstva na osnovi klora. Sterilizaciji sledi vsaj polurno odcejanje, za odstranjevanje

zaostalega žvepla ali klora se steklenice spira z mikrobiološko neoporečno, najbolje vročo vodo.

Stekleničenje z uporabo ročnih polnilcev je zamudno in počasno, saj se tekočina v steklenice pretaka na osnovi gravitacije. Neizbežen je dodatni stik vina s zrakom in posledičen vnos kisika v vino. Dodaten kisik se bo raztopil v vinu tudi zaradi zraka ujetega v prostor med gladino vina in zamaškom. S predhodno opisanim dodatkom žveplovega dioksida lahko te vplive samo omilimo, ne pa tudi preprečimo. Stekleničenje dejansko dokaj stresno deluje na vino in za vzpostavitev ponovnega ravnotežja in senzorične kakovosti so potrebni 3 do 4 tedni.

Steklenice nato hitro zapremo z zamašilnikom za plutovinaste zamaške ali zaporke. Pri nalivanju upoštevajmo, da se prostornina vina s temperaturo poveča. Po stekleničenju lahko pričakujemo, da bo z dvigom temperature v steklenicah s preveč vina prišlo do dviga zamaškov ali celo pokanja steklenic. Zato predhodno napolnimo enako steklenico z vinom, ki ga nameravamo polniti in ga izpostavimo temperaturi nad 25 °C za vsaj 8 ur. Med gladino vina in zamaškom mora ostati vsaj 3 mm praznega prostora. Na osnovi tega preskusa določimo minimalni še potreben zračni prostor pod zamaškom. Steklenice s plutovinastimi zamaški se po polnjenju postavi pokončno za vsaj en dan, da zagotovimo ustrezno tesnjenje zamaška. Ne pozabimo, da so prav ne-sterilni zamaški ali zaporke lahko direkten vir okužbe vina z mikroorganizmi.

BOLEZNI VINA

Vsak pridelovalec se nekoč sreča s pojavom bolezni vina. Vsi sicer vemo, da je potrebno pozorno in redno je spremljati senzorično kakovost lastnega vina (barvo, bistrost, vonj, okus). Pojav oz. začetne senzorične spremembe vina zaradi boleznih odkrijemo prav na ta način. Žal je ta kontrola pri pridelovalcih pogosto neredna. Še drugi problem je nepoznavanje ali prepozno zaznavanje bolezni v vinih. Zato se priporoča še senzorična kontrola s strani vinarskih strokovnjakov. Čeprav vplive nekatere bolezni na vino lahko uspešno odpravimo, lahko druge le omilimo. S tem se je senzorična kakovost vina občutno poslabšala. Prav tako je vsak dodaten postopek čiščenja vina obremenilen za kakovost vina. Preventivno delovanje naj bo torej prvo pravilo!

V nadaljevanju so omenjene najpogostejše bolezni vina, ki jih srečamo pri sodobni pridelavi vina. Pojav bolezni vina je vezan na nezaželeno aktivnost mikroorganizmov. Najpogosteje prav divje kvasovke, ocetnokislinske bakterije in mlečnokislinske bakterije povzročajo tako kemijske kot senzorične spremembe, ki poslabšajo kakovost vina. Pojav bolezni je pravzaprav kompleksen in ga včasih pridelovalec sam težko prepozna. Predvsem se bolezni lahko pojavijo skupaj z pogostimi napakami vina, npr. ko vino ni več dovolj zavarovano (oksidacija). Tipičen je tudi pojav več bolezni naenkrat zaradi aktivnosti različnih mikroorganizmov. Zato se takoj, ko posumimo na pojav bolezni, posvetujemo z usposobljenimi strokovnjaki. V vseh postopkih pridelave je namensko potrebno vzdrževati primerno higieno in redno spremljati kakovost vina. Kot že povedano, za pojav bolezni vina velja, da je preventivno delovanje nujno in zagotovo enostavnejše kot odpravljene posledic.

Ocetnokislinske bakterije

Ocetnokislinske bakterije, predvsem iz rodov *Acetobacter* in *Gluconobacter*, so v pridelavi vina prisotne v vseh fazah od grozdja do stekleničenja. Njihova aktivnost je za razliko od kvasovk ali mlečnokislinskih bakterij vedno nezaželena in jih v pridelavi vina pojmuje kot kvarljive. Najbolj so znane po svoji aktivnosti, da iz etanola z oksidacijo tvorijo acetaldehid in v naslednjem koraku očetno kislino. To sposobnost sicer izkoriščamo za pridelavo kisa.

Za njihovo rast in aktivnost je nujna prisotnost kisika. Praktično je večina varovalnih ukrepov od grozdja do stekleničenja vina posvečena prav omejevanju njihove aktivnosti. Število ocetnokislinskih bakterij v postopkih pridelave vina splošno upada zaradi bistrenja, pretokov, nižjih temperatur in uporabe žveplovega dioksida. Lahko pa se izredno hitro namnožijo v posodah, ki niso polne ali premalo tesnijo. To je še posebno verjetno, če je istočasno vsebnost prostega žveplovega dioksida v vinu premajhna. Izrazito nevarne so v letnikih z večjo prisotnostjo gnilobe na grozdju, saj takrat njihovo število hitro naraste. Tako lahko že na gnilem in poškodovanem grozdju ali med predelavo grozdja, še posebno ob višjih temperaturah, tvorijo večje količine etilacetata in očetne kisline, ki prehajajo v mlado vino. Prav tako je lahko lesena posoda vir kontaminacije z ocetnokislinskimi bakterijami. Lesena posoda, zaradi delne prepustnosti zraka in težjega odstranjevanja mikroorganizmov, splošno omogoča tudi večjo aktivnost teh bakterij. Za omejevanje rasti ocetnokislinskih bakterij se tako priporoča:

- minimalen stik vina s kisikom (zrakom),
- redno vzdrževanje higiene posod, opreme in prostorov,
- zorenje in skladiščenje vina pri nižjih temperaturah,
- redno preverjanje vsebnosti prostega žveplovega dioksida med zorenjem.

Preveč očetne kisline

Večje koncentracije očetne kisline so v vinu nezaželene in so tipičen znak aktivnosti očetnokislinskih bakterij. V vinu jo kot motečo zaznamo v koncentracijah nad 0,8 g/l, vsebnosti nad 1,2 g/l pa večini vin dajejo značilen vonj in okus po kislu. To bolezen imenujemo največkrat očetni cik in takšna vina senzorično niso sprejemljiva. Če je bilo grozdje zdravo in predelava primerna, je najbolj nevarna faza pridelave prav zorenje premalo zaščitenega vina. Vina s povečanimi koncentracijami očetne kisline ne moremo več popraviti, razen tako, da jih mešamo (režemo) z drugimi vini.

Preveč etilacetata

Etilacetat kot posledica delovanja različnih bakterij se v večjih količinah lahko pojavi že na grozdju. Najpogosteje pa so njegove večje vsebnosti posledica redko izvedenega potapljanja klobuka pri maceraciji rdeče drozge. V odprtih kadeh se klobuk na vrhu prične hitro sušiti, če ga ne potapljamo redno. Vedno prisotne očetnokislinske bakterije zaradi stika s kisikom iz zraka pospešeno tvorijo tudi etilacetat. Čeprav je etilacetat prisoten v vseh vinih, je moteč v koncentracijah nad 150 mg/l. Vino z večjo vsebnostjo etilacetata pridobi prevladujoč vonj po lepilu, laku. Ta pojav opišemo kot etilacetatni ton. Podobno, kot prej omenjen pojav večjih koncentracij očetne kisline, je ta bolezen nepopravljiva. Lahko jo le omilimo z rezanjem z drugimi vini.

Preveč acetaldehida

Acetaldehid se vedno pojavi kot vmesna stopnja pri tvorbi očetne kisline iz etanola. To spojina, sicer tipična za oksidacijo vina, se pojavi v večjih količinah tudi zaradi aktivnosti očetnokislinskih bakterij, žal pogosto v kombinaciji z očetno kislino. Acetaldehid je moteč pri koncentracijah nad 100 mg/l in ga z dodatkom žveplovega dioksida tudi odstranimo (vežemo). Dodatek žveplovega dioksida žal nima nobenega vpliva na istočasno nastalo očetno kislino.

Kvasovke

Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* so nepogrešljive pri izvedbi alkoholne fermentacije. Nezaželena je njihova poznejša aktivnost v vinih z ostankom sladkorja, kjer lahko povzročijo ponoven začetek fermentacije. Za pojav bolezni vina s strani kvasovk so odgovorne predvsem divje kvasovke, katerih aktivnost poskušamo vedno omejiti. Mednje uvrščamo različne predstavnike rodov *Kloekera*, *Metschnikowia*, *Hansenula*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia* in *Zygosaccharomyces*. Kot opisano v nadaljevanju, so se za posebno problematične izkazale kvasovke rodu *Brettanomyces*.

Kan

Kan poimenujemo mrenasto prevleko belo sivkaste barve, ki se pojavi na gladini nezaščitenega vina v stiku z zrakom. Vzrok je prav v rasti divjih kvasovk. Pri tem pojavu se oksidacijske spremembe vina začnejo iz gladine navzdol. Čeprav včasih zelo pogosta bolezen, je le-ta posledica nepoznavanja in premajhne skrbi za preprečevanje oksidacije vina. Predvsem zaradi uporabe premičnih pokrovov posod, inertnih plinov in osveščanjem pridelovalcev (polne posode, žveplanje) je pojav kana dandanes redek. Sam pojav prevleke še ne pomeni neužitnega vina. Zaskrbljujoč pa je, saj pomeni tako oksidacijo vina kot vzpostavitev pogojev za rast oacetnokislinskih bakterij. Prevleko hitro in enostavno odstranimo tako, da jo s počasnim dolivanjem posode s podobnim vinom izlijemo iz posode. Pri tem pazimo, da se prevleka ne usede na dno. Ko je posoda polna in prevleka odstranjena, takoj žveplamo vino. Zaradi občutljivosti divjih kvasovk na prosti žveplov dioksid tako preprečimo njihovo ponovno aktivnost.

Ponovna alkoholna fermentacija

Kot posledica prisotnih divjih in tudi *Saccharomyces cerevisie* kvasovk, se v vinih z večjim ostankom reducirajočih sladkorjev ob ugodnih pogojih lahko ponovno prične alkoholna fermentacija. Ta povzroča motnost, porabo sladkorjev (glukoza, fruktoza) in seveda naraščanje vsebnosti alkohola (etanol). Pojavi se lahko med zorenjem ali v steklenicah, kar je še posebno neugodno. Zato se pred stekleničenjem priporoča ustrezna mikrobiološka stabilizacija za vina z ostankom sladkorjev. Prav tako pa naj zorenje poteka pri nižjih temperaturah (do 10 °C) in vino naj bo vedno ustrezno žveplano.

Hlapni fenoli

Kvasovke *Brettanomyces/Dekkera* so odgovorne za nastanek hlapnih fenolov. Te aromatičnih spojin občutno zmanjšajo senzorično kakovost vina. Kot glavna predstavnik hlapnih fenolov poznamo 4-etil fenol in 4-etil gvajakol. Oba nastaneta pod vplivom kvasovk *Brettanomyces* iz fenolov grozdja, natančneje iz hidrokisicimernih kislin. Prisotnost hlapnih fenolov v vinu lahko opišemo kot vonj po konjih, hlevu, zdravilih ali dimu. Okužba in aktivnost teh kvasovk je posebno problematična, saj hlapne fenole večinoma zaznamo pozno med zorenjem, številni pridelovalci pa teh vonjev ne prepoznajo. Pogosto se ta bolezen pojavi med zorenjem vina v leseni posodi ali celo v steklenici. Pogostejša je v rdečih vinih tudi zaradi višjih temperatur in manjše vsebnosti žveplovega dioksida med zorenjem ter daljšega stika z leseno posodo.

Okužba lesene posode s kvasovkami *Brettanomyces* je eden najtežjih izzivov v sodobni pridelavi vina. Te kvasovke so relativno odporne na žveplov dioksid in se hitro prenašajo iz posode v posodo preko enološke opreme. Tako lahko v nekaj mesecih okužijo celotno klet. Dokazali so, da se lahko prenašajo celo z insekti.

Splošno aktivnost kvasovk *Brettanomyces* med zorenjem omejujemo z nižjo temperaturo pod 12 °C in majhnim ostankom sladkorja v vinu, torej povrtjem do suhega. Samo sterilna filtracija prepreči njihovo

delovanje v že stekleničenih vinih. Posebno zahtevno jih je odstraniti iz lesene posode, v kateri so se že razrasle. Takšno posodo izpraznimo, spiramo oz. napolnimo z raztopino žveplovega dioksida v vodi podobno kot pri mokrem konzerviranju. Postopek moramo večkrat ponoviti, saj se te kvasovke lahko naselijo tudi globoko v pore lesa. Bolj uspešna je uporaba ozona, saj omogoča sterilizacijo brez bistvenih sprememb lesa.

Drugi nezaželeni vonji

Divje kvasovke lahko tvorijo tudi druge nezaželene aromatične spojine kot so očetna kislina, etilacetat, diacetil in 2-aminoacetofenon. Povezujejo jih tudi z pogostejšo zaznavo neznačilnega starikavega tona v vinih. Kot predhodno povedano, njihovo aktivnost najpogosteje preprečimo z ustrežno higieno in redno kontrolo prostega žveplovega dioksida.

Mlečnokislinske bakterije

Mlečnokislinske bakterije so izredno pomembne za izvedbo biološkega razkisa. Podrobnosti so predstavljene v poglavju Biološki razkis. Njihova aktivnost je lahko tudi vzrok za nastanek bolezni največkrat v vinih, ki zorijo pri višjih temperaturah, niso dovolj zaščitena z žveplovim dioksidom in imajo manj kislin oz. pH nad 3,5. Za njihovo aktivnost je znano, da so lahko odgovorne za nastanek različnih bolezni naenkrat. Za omejevanje rasti mlečnokislinskih bakterij se splošno priporoča:

- dovolj zgoden prvi pretok,
- zorenje vina na temperaturah do 10 °C in
- vzdrževanjem prostega žveplovega dioksida nad 30 mg/l.

Pojavnost bolezni zaradi mlečnokislinskih bakterij je sicer manjša kot zaradi očetnokislinskih bakterij. So pa mlečnokislinske bakterije odgovorne za nepopravljive bolezni vina, kot sta miševina in geranijev ton. Te neprijetne senzorične zaznave se lahko le omili z neselektivnimi

enološkimi sredstvi, kot je aktivno oglje, in mešanjem z drugimi vini. Senzorična kakovost tako obdelanih vin bo vseeno občutno manjša.

Preveč diacetila

Mlečnokislinske bakterije tvorijo diacetil iz citronske kisline tudi v postopku biološkega razkisa. Nastanek te aromatične spojine z vonjem po maslu in lešniku, je v koncentracijah od 1 do 4 mg/l je celo zaželen za biološko razkisana rdeča vina. Če pa njegova vsebnost presega 7 g/l, je že moteč in prevlada nad ostalimi vonji. Znano je, da diacetil tvorijo tudi kvasovke, vendar v občutno manjših koncentracijah. Če v vinih zaznamo diacetil, moramo ukrepati takoj, da preprečimo nadaljnjo nezaželeno aktivnost mlečnokislinskih bakterij ter pojav še hujših bolezni.

Vlečljivost

Pojav vlečljivosti vin je povezan z nastankom večjih količin polisaharidov oz. glukanov, ki nastanejo zaradi aktivnosti mlečnokislinskih bakterij. Pogosto pri tem sicer sodelujejo tudi nekatere divje kvasovke in očetnokislinske bakterije. Zaradi nastalih glukanov vino pridobi oljnato strukturo, teče počasneje zaradi večje viskoznosti in poveča se tudi polnost okusa. Vlečljivost je bolj pogosta pri uporabi lesene posode. Pojav te bolezni je danes redek in znak res pomanjkljive higiene in kontrole vina. Dejansko je takšno vino skoraj nemogoče očistiti tako, da bi spet doseglo senzorično sprejemljivost.

Miševina

Miševino v vinih spoznamo kot neprijeten grenak pookus, ki spominja na mišji seč oz. acetamid. Za zaznavo te bolezni so odgovorne zelo kompleksne spojine, kot so 2,4,6-trimetil-1,3,5-triazin, 2-etil-3,4,5,6-tetrahidropiridin in 2-aceti-3,4,5,6-tetrahidropiridin. Te spojine med zorenjem rdečih vin lahko tvorijo tako mlečnokislinske bakterije kot kvasovke *Brettanomyces* iz aminokislinske lizin. Ljudje se med seboj zelo

razlikujemo po sposobnosti zaznave tega pookusa, vendar ga v večjih koncentracijah zaznamo prav vsi. Ta zaznava lahko postane tako moteča, da je vino praktično neužitno. Miševina je zagotovo ena najtežjih boleznih vina, ki je v vinu ne moremo več odpraviti.

Geranijev ton

Podobno kot miševina je pojav geranijevega tona sicer redka, a nepopravljiva bolezen vina. Nekateri predstavniki mlečnokislinskih bakterij lahko pretvorijo sorbinsko kislino, ki jo dodamo v vina z ostankom sladkorja zaradi preprečevanja rasti kvasovk, v sorbitol. Ta se v vinu spremeni v 2,4-heksadien-1-ol in se veže z etanolom. Končno nastane spojina 2-etoksi-3,4-dien z vonjem po listih geranij oz. pelargonij. Slednja prevlada v vonju vina, kar je s stališča senzorične kakovosti nesprejemljivo.

Druge bolezni

Aktivnosti mlečnokislinskih bakterij se izkazujejo tudi v drugih boleznih, ki se pogosto povezujejo z že omenjenimi. Mednje sodi razgradnja vinske kisline v mlečno, očetno kislino in ogljikov dioksid. Istočasno se vina zmotnijo, delno razbarvajo in postanejo plehka na okus. Z oksidacijo glicerola predvsem v rdečih vinih lahko mlečnokislinske bakterije tvorijo različne produkte, ki občutno pogrenijo okus vina. Iz sladkorja fruktoze lahko nastane manitol s posebno neprijetnim, sladkastim okusom. Omenjeni pojavi bolezni so v sodobni pridelavi vina postali res redki.

Plesni

Tudi plesni lahko zmanjšajo kakovost vina. Najpogosteje sicer napadejo grozdje. Dandanes se njihov vpliv sicer redko izrazi v tudi plesni, ki kolonizira leseno posodo. Vino pridelano v plesnivi posodi je senzorično bistveno oškodovano. Navkljub številnim sistemom preverjanja kakovosti plute, pa se še pogosto srečujemo z najbolj znano spremembo vonja in tudi okusa vina, povzročeno s strani plesni, ki je t.i. vonj po zamašku.

Vonj po zamašku

Ta senzorična napaka vina je izredno neprijetna in nas lahko presneti tudi pri okušanju najdražjih vzorcev vin, zaprtih s plutovinastimi zamaški. Vonj vina po zamašku opisujemo kot vonj po plesnivem in zatohlem. Pojavi se kot posledica mikrobiološke kontaminacije plute, najpogosteje s plesnimi *Penicillium* in *Aspergillus*, bakterijami rodu *Streptomyces* in redkeje tudi kvasovkami *Rhodotorula* in *Candida*. Preprečevanje okužbe in rasti mikroorganizmov zahteva velike napore in sredstva od proizvajalcev plutovinastih zamaškov. Navkljub sodobni kontroli pa se ocenjuje, da je vsaj 5 % zamaškov v vsaki seriji potencialno nevarnih za razvoj te napake.

Za senzorične zaznave tipičnega vonja po zamašku je odgovornih več spojin, ki se iz kontaminirane plute sproščajo v vino. Tako so kot odgovorne za vonju po zamašku določili že 80 različnih spojin, a največkrat omenjena spojina je 2,4,6-trikloranizol (2,4,6 TCA), sledijo ji 1-okten-3-on, gvajakol in 1-okten-3-ol. Skupek teh spojin izkazuje tipičen vonj po plesni in zatohlem, pa tudi po gobah. Večina raziskav in sistemov kontrole zamaškov je povezana prav s 2,4,6 TCA. Ta spojina zato je postala prepoznavna kot odgovorna za to napako. Nekatere raziskave jih pripisujejo senzorični prag zaznave celo manjši od 10 ng/l. Poleg pomanjkanja naravne plute je prav pogostost vonja po zamašku pospešila razvoj in uporabo drugačnih materialov za zapiranje steklenic, kot so plastika, kovina in kompoziti.

LITERATURA

Amerine, M.A., Ough, C.S. 1988. Methods for analysis of musts and wines. New York, John Wiley & Sons, s.1988.

Bavčar, D. 2009. Kletarjenje danes. 2 izd. Ljubljana, ČZD Kmečki glas.

Boulton, B.R., Singleton, V.L., Bisson, L.F., Kunkee, R.E. 1998. Principles and practices of winemaking. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers, Inc.

Fugelsang, K.C., Gump, B.H., Nury, F.S., Zoecklein, B.W. 1999. Wine analysis and production. Gaithersburg, Aspen Publishers, Inc.,

Jackson, R.S. 2000. Wine science. San Diego, Academic Press.

Morenzoni, R. 2006. Malolactic fermentation in wine: Understanding the science and the practice, Lallemand Inc, Montreal

Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Édition officielle. Paris, Office International de la Vigne et du Vin, 1990.

Ribereau Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A. 2006. Handbook of enology. Volume 1. The microbiology of wine and vinifications. 2nd edition. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.

Ribereau Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. 2006: Handbook of enology. Volume 2. The chemistry of wine. 2nd edition. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.

Zoecklein, B. Enology notes.

www.fst.vt.edu/extension/enology/enologynotes.html



POMEN MIKROORGANIZMOV PRI PRIDELAVI VINA

www.kis.si