

Prchavé látky vo víne - zloženie a ich vplyv na arómu

III. Dlhodobé uchovanie vína

JÁN PEŤKA - PAVEL FARKAŠ

SÚHRN. V tejto časti prehľadu o prchavých látkach vína sú opísané zmeny, ktoré prebiehajú počas dlhodobého uchovania a zrenia vína. Tieto premeny sú vyvolané rozličnými chemickými a biochemickými reakciami a môžu prebiehať za oxidatívnych alebo neoxidatívnych podmienok. V priebehu zrenia vína sa ovocná aróma mladých vín postupne vytráca a vytvára sa tzv. fľaškový buket. Niektoré vína získavajú svoju typickú arómu až po mnohých rokoch zrenia. V článku sú opísané aj zmeny v profile prchavých látok vyvolané skladovaním vína v drevených sudoch.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: víno; aróma; zrenie

V predchádzajúcich dvoch častiach prehľadu o prchavých látkach vo víne sa pozornosť sústredila na látky pochádzajúce z hrozna [1], respektíve látky vznikajúce v procese fermentácie muštu [2]. V tretej časti sa venujeme prchavým aromatickým látkam vína vznikajúcim v priebehu jeho uchovania.

3. Látky vznikajúce počas dlhodobého uchovania vín

Počas zrenia vína dochádza k podstatným zmenám prchavých zložiek vína, pričom tieto zložky podliehajú rozličným chemickým a biochemickým reakciám. Zrenie vína môže v podstate prebiehať dvomi spôsobmi:

- a) neoxidatívne podmienky: víno je uzavreté vo fľašiach alebo sudoch bez prístupu kyslíka, penetrácia kyslíka cez korkovú zátku alebo steny suda je zanedbateľná (reduktívny buket),
- b) oxidatívne podmienky: oxidácia vína je podporovaná (oxidatívny buket).

Ing. Ján PEŤKA, RNDr. Pavel FARKAŠ, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, P. O. box 25, 824 75 Bratislava 26.

Korešpondujúci autor: Ing. Ján PEŤKA, e-mail: petka@vup.sk

V priebehu zrenia vína sa ovocná aróma mladých vín postupne vytráca a vyvíja sa komplexná typická aróma - u vín vyzrievaných vo fľaškách vzniká tzv. fľaškový buket, zatiaľ čo vína vyzrievané v sudoch sa obohacujú o zlúčeniny pochádzajúce z dreva. Niektoré vína získavajú svoju typickú arómu po mnohých rokoch zrenia.

3.1. Vína vyzrievané pri neoxidatívnych podmienkach

Podstatné zmeny pri neoxidatívnych podmienkach zrenia vín sa týkajú obsahu esterov, monoterpénov, norizoprenoidov, prchavých fenolov, sírnych zlúčenín a derivátov 2-furaldehydu.

3.1.1. Estery

Počas zrenia vína dochádza k pozvoľným zmenám, prebiehajú reakcie hydrolýzy, resp. esterifikácie, až pokým sa nedosiahne rovnovážny stav. Teoretické percento esterifikácie podľa Berthelota však nie je dosiahnuté ani po mnohých rokoch zrenia, napr. u 50-ročného vína boli dosiahnuté iba 3/4 tejto teoretickej hodnoty [3]. Rýchlosť rovnovážnych reakcií závisí od prostredia: najmä teploty, pH a množstva reaktantov [4,5]. Počas skladovania nastáva vo všeobecnosti pokles obsahu esterov, najmä acetátov [6], čo je dôsledkom ich citlivosti na nižšie pH [5]. Po 16 týždňoch zrenia pri pH 3,32 sa vo vínach udržal pôvodný obsah acetátov, zatiaľ čo pri pH 3,02 acetáty z vína takmer vymizli, čo malo za následok stratu sviežosti a ovocného charakteru mladých vín [4]. Tento rozklad je možné spomaliť skladovaním vína pri nižších teplotách [5,7]. Vyššie uvedené trendy boli pozorované aj pri pokusoch so zahrevom vín [6].

U etylesterov vyšších mastných kyselín závisí stupeň hydrolýzy priamo úmerne od molekulovej hmotnosti [5]. Počas dlhodobého uchovania vína vznikajú estery organických kyselín chemickou cestou na úrovni mg.l^{-1} [3]. Pre organické kyseliny s jednou karboxylovou skupinou (octová, mliečna) sa rovnováha dosiahne za rok, u kyselín s dvoma karboxylovými skupinami (jantárová, jablčná, vínna) za 2 a viac rokov [8]. Obsah pyruvátov (esterov kyseliny 2-oxopropánovej) závisí od zasírenia vína [6]. Esterifikáciou dikarboxylových kyselín vzniká viac kyslých ako neutrálnych esterov [9].

3.1.2. Monoterpénické látky

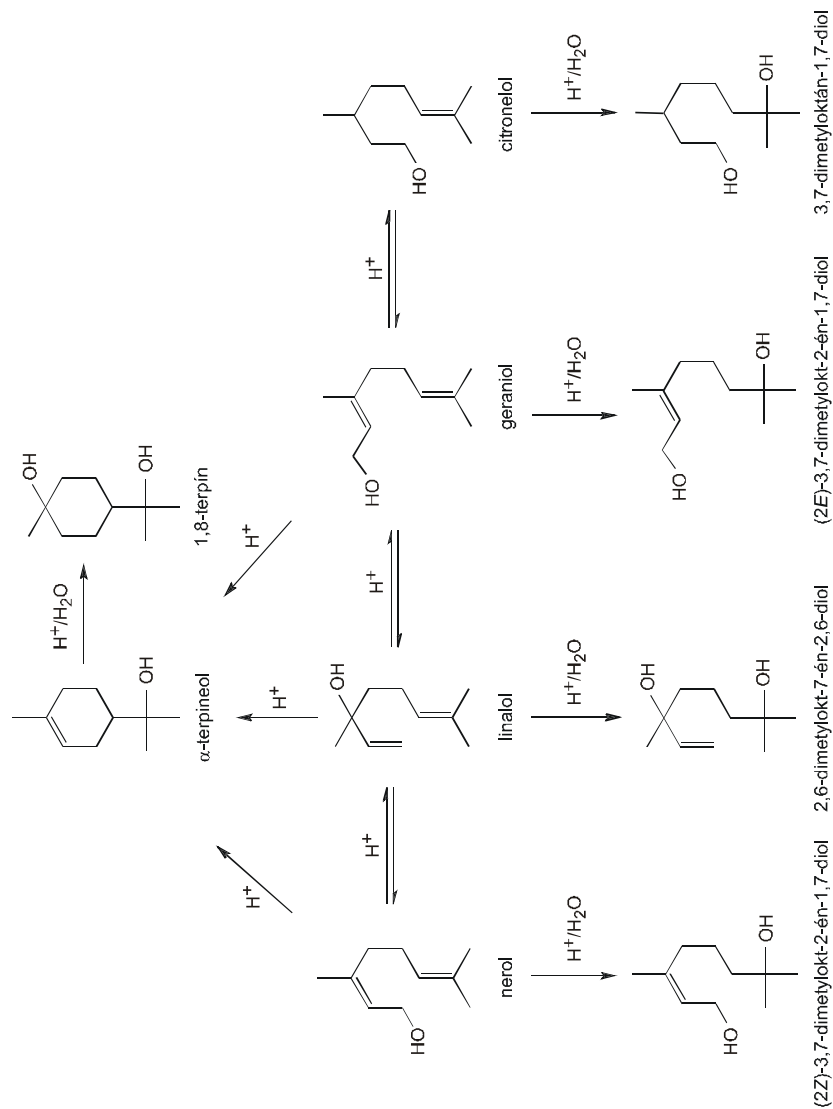
Skladba monoterpénických látok vo víne sa v priebehu zrenia výrazne mení, čo je zapríčinené reakciami prebiehajúcimi v kyslom prostredí. Molekulárnym zmenám podliehajú ako voľné, tak aj viazané monoterpény.

3.1.2.1. Hydrolýza glykozidov

Hydrolýza viazaných monoterpénolov v kyslom prostredí dokáže zvýšiť obsah ich voľných foriem vo víne [10]. V kinetike hydrolýzy glykozidov primárnych monoterpénolov (ako sú nerol alebo geraniol) a terciárnych monoterpénolov (linalol) bol pozorovaný rozdiel. Už po mesiaci zrenia ostávajú primárne terpény stabilné, ale cca 20 % z terciárnych terpénolov sa rozštiepi [11]. Táto reaktivita sa vysvetľuje pôsobením terciárneho alylického uhlíkového katiónu, ktorý je u glykozidicky viazaných foriem linalolu veľmi stabilný. Glykozidy α -terpineolu (terciárny alkohol) vykazujú podobnú aktivitu ako v prípade glykozidov primárnych alkoholov. Toto sa vysvetľuje tým, že α -terpineol nie je alkohol s alylovou skupinou, čo je nevyhnutným faktorom pre stabilizáciu zodpovedajúceho uhlíkového katiónu. V modelových pokusoch sa zistilo, že ozidická časť terpénolického glykozidu nevplyva na kinetiku hydrolýzy a aj to, že hydrolýza diglykozidov neprebíha štiepením interozidickej väzby [11]. Vo víne vidieť podobné tendencie. Po prvom roku zrenia suchých vín rozličných odrôd sa obsah terpénických glykozidov - najmä terciárnych - podstatne znížil. Napriek tomu u muškátových vín nie je hydrolýza kompletná (hydrolyzovaná je menej než polovica glykozidicky viazaných terpénolov) a prevažujú primárne alkoholy [12].

3.1.2.2. Transformácie monoterpénolov

V kyslom prostredí vína nastávajú modifikácie monoterpénolov následkom rozličných typov reakcií: izomerizácie, cyklizácie, hydratácie, dehydratácie, oxidácie (obr. 1). Pri pokusoch s modelovaním starnutia vína boli pozorované premeny linalolu, nerolu a geraniolu a ako produkty vznikali α -terpineol, 3,7-dimetyl-1-oktén-3,7-diol, 2,6,6-trimetyl-2-vinyltetrahydropyrán a limonén [13,14]. Pri drastickejších podmienkach už vznikali len cyklické, termodynamicky stabilnejšie zlúčeniny (1,4- a 1,8-cineol, *cis*- a *trans*-terpín, *p*-cymén, izoméry 2,2-dimetyl-5-(1-metyl-prop-1-enyl)tetrahydrofuranu [14]. Vo vínach sa pozorujú analogické transformácie terpénolov ako v modelových zmesiach. Víno sa počas zrenia obohacuje o cyklické terpény, ktoré pochádzajú z najčastejšie sa vyskytujúcich terpénolov (geraniol, nerol, linalol) [12,13,15-19]. Vplyv týchto látok na arómu vína nie je ešte celkom známy. Niektoré z cyklických terpénolov (α -terpineol, furán oxidy linalolu, nerol oxid) majú vyššiu koncentráciu v starších vínach [16,17,20], ich prahy vnemu sú však vyššie než u východiskových terpénolov [21]. Toto je dôvodom, prečo sa odrodová aróma muškátových vín časom vytráca. Reakcie sú podporované nízkym pH [22] a môžu byť spomalené skladovaním vína pri teplotách pod 10 °C [13,23].



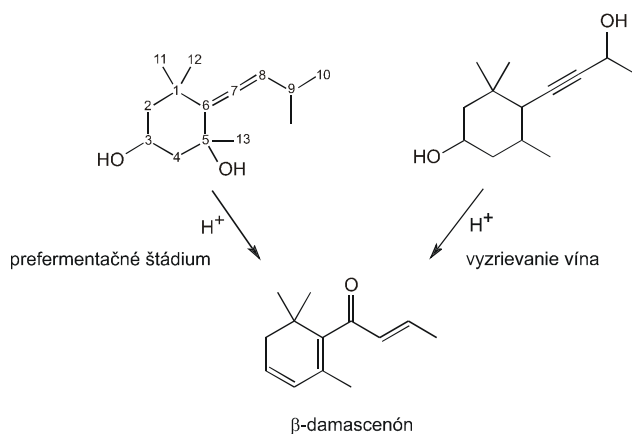
OBR. 1. Niektoré zmeny terpénolov v kyslom prostredí [6].

FIG. 1. Some terpenol modifications in an acidic milieu [6].

3.1.3. Norizoprenoidy

Norizoprenoidy sú produktami degradácie karotenoidov. Sú príbuzné s terpénolmi, podliehajú podobným reakciám. Počas zrenia vína sa niektoré norizoprenoidy objavujú prvýkrát, u iných koncentrácia stúpa. Medzi norizoprenoidy, ktoré môžu mať aj vplyv na arómu vína patria: vitispirán (eukalyptová vôňa, gáfor), α - a β -jonón (fialka), teaspirán (čaj), β -damascenón (varené jablko, sušená slivka), 1,1,6-trimetyl-1,2-dihydronaftalén (TDN; kerozínová vôňa) a tzv. rizling acetál (2,2,6,8-tetrametyl-7,11-dioxatricyklo-[6.2.1.0^{1,6}]undec-4-én, ovocná vôňa). Na základe modelových reakcií je známe, že každá z týchto zlúčenín môže vznikať vo víne z prekursorov norizoprenoidov pôsobením reakcií katalyzovaných v kyslom prostredí [24-26]. Počas zrenia stúpa obsah vitispiránu a TDN, naopak obsah β -damascenónu klesá [6,20].

Prekursori β -damascenónu sú megastigma-6,7-dién-3,5,9-triol a megastigma-5-én-7-ín-3,9-diol, ako aj ich glykozidické deriváty (obr. 2) [24,26,27]. V prostredí pH hroznového muštu je reaktívnejší východiskový triol ako diol. Tento je zdrojom β -damascenónu v období zrenia vína. Prekursorom vitispiránu je 3,6,9-trihydroxy-7,8-dihydro- β -jonol, pričom sú možné dva mechanizmy - v závislosti od toho, či je vitispirán glykozilovaný v polohe 3 alebo 6 [28]. TDN a rizling acetál majú spoločné prekursory: 3,6-dihydroxy-7,8-dihydro- α -jonón, 3,4-dihydroxy-7,8-dihydro- β -jonón a 3,9-dihydroxyteaspirán [25]. V hrozne sa tieto zlúčeniny nachádzajú skôr v glykozidickej forme.



OBR. 2. Norizoprenoidové prekursory β -damascenónu [38].

FIG. 2. Norisoprenoid precursors of β -damascenone [38].

Niektoré norizoprenoidy (vitispirán, β -damascenón, TDN) boli detegované vo víne, ktoré bolo podrobené zrýchlenému zreniu za zvýšenej teploty [16,29-32]. Zrýchlené zrenie spôsobí napríklad u odrôd Chardonnay, Sauvignon alebo Sémillon náhradu kvetinovej arómy za arómu vyzretú (čaj, med, drevo, dym) [32,33]. Napriek tomu, že mnohé norizoprenoidy svojou vôňou korešpondujú s vôňou vyzretých vín, ešte nie je možné definitívne potvrdiť zodpovednosť norizoprenoidov za ich charakter, nakoľko pre väčšinu týchto látok chýbajú údaje o ich organoleptických vlastnostiach a nemožno vylúčiť ani vplyv ostatných aglykónov (monoterpény, prchavé fenoly).

Kvantitatívny rozdiel v obsahu norizoprenoidov môže vplývať na odrodový charakter vín. Tak je napríklad TDN zodpovedný za typickú arómu starého rizlingu, keďže už jeho prekurzory sa v hrozne nachádzajú vo zvýšených množstvách [16,19,27]. TDN sa nachádza aj v iných odrodových vínach, no v množstvách, ktoré natoľko neovplyvnia arómu. Naopak, jeho príliš vysoký obsah môže byť vnímaný ako chyba vína. Víno pochádzajúce z teplejších oblastí obsahuje vyššie koncentrácie tejto látky než víno z oblastí s miernou klímou. Produkciu prekurzorov TDN zvyšuje stupeň dozretia hrozna [34,35].

To, že norizoprenoidy skutočne patria medzi významné látky vína, bolo dokázané aj v štúdiu zameranej na nemecké vína [36]: *cis*-rose oxid bol najvýznamnejšou látkou vo víne Gewürztraminer a β -damascenón patril medzi významné aromatické látky u odrodových vín Gewürztraminer a Scheurebe. Táto látka najviac prispieva k aróme slovenských odrodových vín Müller Thurgau a Veltlínske zelené [20], významná je aj pre francúzske vína Cabernet Sauvignon a Merlot [37].

3.1.4. Prchavé fenoly

Tieto zlúčeniny (najmä vinyl- a etylfenoly) môžu počas zrenia podliehať rozličným zmenám. V závislosti od priebehu fermentácie môže víno obsahovať rozličné množstvá vinylfenolov (4-vinylfenol a 4-vinylguajakol). Vo vyšších koncentráciách sa nachádzajú v bielych vínach, avšak počas zrenia ich obsah klesá, čo môže spôsobiť zjemnenie nepríjemnej, fenolickej arómy u určitých vín [12]. Táto chyba sa po desiatich rokoch úplne vytratí, čo korešponduje s progresívnym poklesom vinylfenolov v danom čase [38]. Pokles vinylfenolov je možné vysvetliť reaktivitou vinylovej väzby. Bolo dokázané, že 4-vinylfenol sa mení na 4-(1-etoxyetyl)-fenol a 4-vinylguajakol na 4-(1-etoxyetyl)-guajakol [39]. Spomedzi týchto etoxylovaných derivátov dominuje 4-(1-etoxyetyl)-fenol, keďže aj jeho prekurzor je vo víne dominantný. Etoxyetyl deriváty vinylfenolov pri svojej koncentrácii vo víne na arómu neovplyvňujú, pretože ich nárast dostatočne nekompenzuje stratu pôvodných vinylfenolov. Pri stanovovaní vo víne však môžu byť zastierané tým, že sa z nich pri vysokých teplotách (napríklad v injektore plynového

chromatografu) odštiepuje etanol a vznikajú pôvodné zlúčeniny [38]. V priebehu zrenia sa na vinylfenoly môžu naväzovať aj ďalšie nukleofilné zložky vína, čo môže spôsobiť tvorbu ďalších vinylických oligomérov.

Etylfenoly, ktoré sa v malej miere vytvárajú v procese jablčno-mliečneho kvasenia môžu počas zrenia zvýšiť svoju koncentráciu, čo môže vážne poškodiť kvalitu vína [40-42]. Ich tvorba je mierne výraznejšia u červených vín. V minulosti bol nárast koncentrácie etylfenolov pripisovaný bakteriálnej kontaminácii, v súčasnosti sa skôr vysvetľuje kontamináciou kvasiniek rodu *Brettanomyces/Dekkera* [42,43]. Kvasinky *Brettanomyces* a ich spórová forma *Dekkera* vytvárajú 4-etylfenol a 4-etylguajakol z hroznových kyselín *p*-kumárovej a ferulovej pôsobením cinamátdekarboxylázy, ktorá ich transformuje na vinylfenoly; a vinylfenolreduktázy, ktorá nakoniec redukuje vinylovú väzbu [42-44].

Kvasinky *Brettanomyces* produkujú zvýšené množstvá etylfenolov, a to viac v červených ako v bielych vínach. Je to zapríčinené tým, že červené vína obsahujú viac cinamických prekursorov a ďalej tým, že fenolické zlúčeniny neinhibujú aktivitu kvasinkovej cinamátdekarboxylázy [42,43]. Počas nakvávania v atmosfére CO₂ dochádza k lepšej extrakcii fenolických zlúčenín, čím je možné vysvetliť časté zvýšenie obsahu etylfenolov u takto vyrobených červených vín [41]. Najčastejším druhom z rodu *Brettanomyces*, ktorý možno zistiť vo víne je *Brettanomyces intermedius*. Vo víne kvasinky *Brettanomyces/Dekkera* nie sú želané, nakoľko ich metabolity môžu vážne zmeniť senzorický profil vína [44,45]. Ich premnoženie je možné obmedziť racionálnym použitím oxidu siričitého a skladovaním vína pri teplotách < 20 °C [46].

Etylfenoly môžu byť zodpovedné za chybný charakter arómy (maštal, koža) [42]. Sú to látky stabilné a s časom sa nemenia [47]. Počas zrenia sa tvoria aj nízke koncentrácie ďalších prchavých fenolov: vanilínu, zingerónu, eugenolu, prípadne guajacylových derivátov metanolu až butanolu [12]. Niektoré z týchto zlúčenín môžu pochádzať z kyslej hydrolýzy glykozidov hrozna [12,26], vo víne sa môžu prejaviť najmä vanilín a eugenol [48].

3.1.5. Sírne zlúčeniny

Sírna zlúčenina s najväčším obsahom vo vínach je zväčša metionol (charakter arómy varené zemiaky) [6]. Napriek tomu, že sírne zlúčeniny často dávajú aróme vína nepríjemný charakter, obsah dimetylsulfidu pozitívne koreluje s buketom bielych vín (Chenin, Colombard, Rizling) vyzrievaných vo fľaši [7,49,50] a s buketom vín neskorých zberov [51]. Počas zrenia často stúpa obsah dimetylsulfidu, tento jav je urýchľovaný zvýšením teploty [15,49,52,53]. Mechanizmus jeho tvorby počas zrenia nie je ešte objasnený, ale významnú úlohu hrá ročník [54,55]. Zo 77 vín, ktoré boli charakterizované sírnou chybou arómy malo 13 koncentráciu dimetylsulfidu prekračujúcu prah

vnímania [56]. Tejto zlúčenine sa pripisuje charakter arómy „špargľa, kapusta, melasa“ [57]. Ďalšia sírna zlúčenina, etántiol, je zodpovedná za arómu cibule, ktorá je niekedy prítomná u odležaných vín [58]. Z vyššie uvedenejších chybných vín malo 44 koncentráciu etántiolu prekračujúcu prah vnímania [56]. Etántiol, metántiol acetát a 2- a 3-metyltiofény boli identifikované aj vo vyzretých šampanských vínach [47]. Dimetylsulfid, dimetyldisulfid a sulfán, ktoré sú zodpovedné za „svetelnú“ chuť, sa v šampanskom víne vytvárajú degradačnou fotooxidáciou sírnych aminokyselín [59]. Aj bez fotoaktívácie sa však vína držané na kvasinkách môžu obohatiť o prchavé sírne látky a ich prekursor [60].

Sírne látky významne prispievajú k niektorým chybám vína, týmto látkam bude venovaná štvrtá časť tohto prehľadu.

3.1.6. *Látky vznikajúce degradáciou sacharidov*

V mladých vínach možno nájsť iba 2-furaldehyd a furán-2-karboxylovú kyselinu, ich obsah sa starnutím zvyšuje. Po viacerých rokoch skladovania možno vo vyzretých vínach nájsť aj 2-acetylfurán, 2-furylmetanol, 2-etoxy-metyl-5-furaldehyd, 2-hydroxymetyl-5-furaldehyd a etylester kyseliny levulínovej. Výskyt týchto látok vo víne sa pripisuje najmä degradácii uhľovodíkov v kyslom prostredí resp. reakciám redukovaných sacharidov s dusíkatými zlúčeninami (Maillardove reakcie) [6].

Počas uskladnenia vína rastie obsah 2-etoxy-5-furaldehydu, 2-etylfuroátu a 2-furaldehydu z dôvodu degradácie sacharidov [15,29]. 2-furaldehyd môže tiež pochádzať z oxidácie kyseliny askorbovej. Z dôvodu ich podprahovej koncentrácie by nemali vplyvať na arómu, ovplyvňovať ju môžu skôr vo vínach vyzrievaných v sudoch [61,62].

3.2. Vína vyzrievané za oxidatívnych podmienok

Často sa stáva, že vína, ktoré boli vyzrievané za oxidatívnych podmienok získajú požadovaný buket až po mnohých rokoch. Tieto vína je možné podľa spôsobu, akým dochádza k oxidácii zaradiť do dvoch typov:

1. oxidácia je spôsobená prienikom vzdušného kyslíka, čo je prípad portského vína, madeiry a niektorých prírodných sladkých vín (Banyuls, Rivesaltes),
2. vo vínach prebieha biologická oxidácia, ktorá je výsledkom rozvoja oxidatívnych kožkotvorných kvasiniek. Toto je napr. prípad vín typu sherry, žltých vín z francúzskej oblasti Jura, talianskeho vína Vernaccia di Oristano či tokajského aszú.

Pri produkcii určitých typov vín sherry sú zastúpené oba procesy.

Počas oxidatívneho spracovania dochádza k vzrastu obsahu aldehydov, čo je zapríčinené dvomi faktormi: z jednej časti spojitou oxidáciou alkoholov pomocou vzdušného kyslíka a pôsobením di-tri-hydroxyfenolov vína [63], z druhej ich biosyntézou oxidatívnymi kvasinkami. Proces vzniku aldehydov je považovaný za významný v procese madeirizácie. K charakteru „staré (uležané) víno“ prispievajú: izobutyraldehyd, izovaléraldehyd [64], 2-nonanón a 2-undekanón [65]. Obsah acetaldehydu, benzaldehydu a oktanalu je v dobrej korelácii s vekom portského vína, na ktorého buket by však mohli vplývať hlavne oktanal, 2-dekanón a 2-tridekanón. Vo vínach, ktoré boli vystavené oxidatívnemu zreniu je často acetaldehyd v koncentrácii prevyšujúcej prah vnemu. Podieľa sa na typickosti vín „fino sherries“ [66,67] a žltých vín z Jury [68].

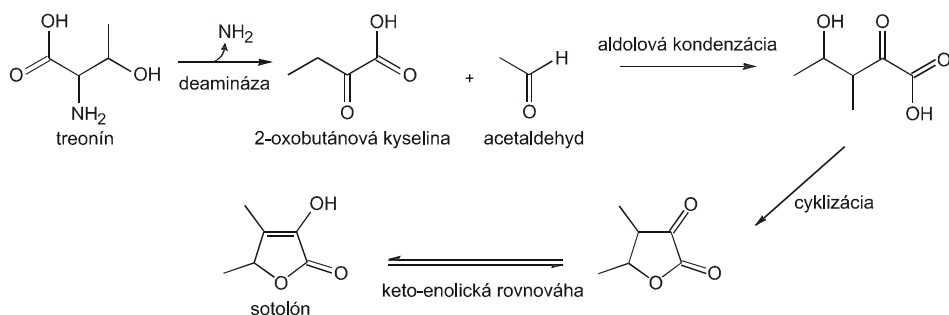
Vo vínach zrejúcich oxidatívnou cestou boli identifikované viaceré acetály v oveľa vyšších koncentráciách, než je tomu vo vínach produkovaných ne-oxidatívnou cestou. Hlavným acetálom je 1,1-dietoxyetán, pochádzajúci z reakcie medzi acetaldehydom a etanolom. Táto látka je významnou vo vínach sherry [69] a v žltých vínach z Jury [47], pričom v oboch prípadoch jej koncentrácia prekračuje prah vnímania, 1,1-dietoxyetán bol nájdený aj v tokajskom aszú [70]. 1,1-dietoxyetán s charakterom arómy „zelené ovocie“ je jediným acetálom, majúcim vplyv na arómu vína [71]. Ďalšie acetály - dioxolány a dioxány - boli tiež identifikované vo vínach sherry [69], žltých vínach z Jury [47] ale aj v portskom víne [72,73] a tokajskom aszú [70]. Vplyv týchto cyklických acetálov na arómu možno vylúčiť, nakoľko takmer nevoňajú [71]. S dobou uskladnenia sa koncentrácia acetálov u tokajského aszú podstatne zvýšila [70].

U portského vína bola pozorovaná dobrá korelácia (buď lineárna alebo logaritmická) väčšiny esterov s dobou zrenia tohto druhu vína [65]. Estery majú tendenciu zvyšovať svoju koncentráciu s časom aj vo vínach typu sherry [69]. Zvýšený obsah etanolu u fortifikovaných vín zvyšuje stupeň esterifikácie organických kyselín [8]. Aj keď ich výskyt vo vínach zrejúcich za oxidatívnych podmienok môže byť vysoký, ich príspevok k aróme však nie je významný z dôvodu ich vysokého prahu vnímania [71]. Vo vínach sherry sa s časom zrenia zvyšuje obsah hydroxyketónov a hydroxyesterov [69].

Z uvedeného vidieť, že vo vínach zrejúcich za oxidatívnych podmienok sa našli mnohé zlúčeniny vo zvýšených koncentráciách. Aj keď niektoré z nich môžu mať vplyv na arómu vyzretého vína, skutočné markery ešte väčšinou nie sú známe. Cestou na ich nájdenie môže byť metóda plynovej chromatografie, kombinovaná s olfaktometriou. Takto boli napríklad u prirodzene sladkých vín Grenache (fortifikované vína, vins doux naturelles)

ako markery identifikované: 5-etoxy-4-hydroxy-5-oxopentánová kyselina (čokoládový charakter), 4-karbetoxy- γ -butyrolaktón (kokos), etylpyroglutamát (med) a sotolón (4,5-dimetyl-3-hydroxy-2(5H)-furanón; oriešky, kari korenie) [38]. Sotolón je významnou zložkou aj vo vínach vyzrievaných na kvasinkách. Etylpyroglutamát bol zvýraznený aj v portskom víne [72] a víne sherry [69]. Arómu typickú pre víno sherry vyvolal 4-karbetoxy- γ -butyrolaktón. Obe posledne zmienené zlúčeniny spolu s etyl-2-hydroxyglutarátom pochádzajú zo spoločného prekursoru, ktorým je kyselina 2-aminopentándiová. Rovnaká metóda plynovej chromatografie kombinovaná s olfaktometriou umožnila identifikovať 19 čuchovo aktívnych látok vygenerovaných počas oxidácie viacerých bielych vín [74]. Ako najvýznamnejšie z týchto látok boli určené 2,4,5-trimetyldioxolán, metional, sotolón a eugenol.

Vo víne sherry boli identifikované viaceré laktóny [69]. Pochádzajú z metabolismu kvasiniek a na arómu majú z dôvodu vysokej prahovej koncentrácie len malý vplyv [71]. Za jeden z mála laktónov, ktorý môže mať vplyv na arómu je pokladaný sotolón (3-hydroxy-4,5-dimetyl-2(5H)-furanón). Má veľmi nízku prahovú koncentráciu ($10 \mu\text{g.l}^{-1}$), je typický pre vína vyzrievajúce na kvasinkách (sherry, tokajské aszú, žlté vína z Jury) [38], ale je významný aj pre portské vína [65]. Významná korelácia medzi jeho koncentráciou a typickosťou vína je najmä vo vínach z Jury [75], pričom s časom zrenia jeho koncentrácia rastie. Sotolón bol nájdený aj vo vínach vyrobených z hrozna napadnutého plesňou *Botrytis cinerea* [76,77] a vo víne vyrobenom z hrozna sušeného na slame (vin de paille) [75]. Sotolón vzniká aldolizáciou kyseliny 2-oxobutánovej a acetaldehydu (obr. 3) [75]. Na výskyt sotolónu vo víne má vplyv najmä kyselina 2-oxobutánová (produkt deaminácie treonínu), nakoľko acetaldehyd sa v priebehu oxidatívneho zrenia vína produkuje vo veľkých množstvách.



OBR. 3. Biosyntéza sotolónu [87].

FIG. 3. Biosynthesis of sotolon [87].

3.3. Zmeny vo vínach vyzrievaných v drevených sudoch

Zrenie vína v nových (najmä dubových) sudoch je považované za veľmi dôležité pre budúcu kvalitu najkvalitnejších červených, ale aj niektorých burundských bielych vín. Zrenie vína v nových sudoch počas 4 až 9 mesiacov môže vínu dodať drevitý, pražený, vanilkový, korenistý či dymový charakter. Po takomto zrení nadobúda aróma vína komplexnosť, farba vína sa stáva stabilnejšou a látky, ktoré prenikli do vína z dreva prispievajú k rozvoju arómy vína počas jeho zrenia [38].

Do vína sa počas zrenia v sudoch extrahujú prchavé látky dreva s rozličnou kinetikou. Botanický a geografický pôvod dreva, spôsob výroby (pílenie, sušenie, ohýbanie dreva) a využitie sudov môžu ovplyvniť profil extrahovaných aromatických látok [62,78-81]. Medzi extrahovanými látkami sa nachádzajú zlúčeniny s guajacylovou a syringylovou štruktúrou, substituované furány a pyrány, γ -laktóny, norizoprenoidy, pyrazíny a pyridíny [47,61,62, 82,83].

Do vína sa z dreva počas zrenia dostávajú viaceré prchavé fenoly: guajakol, 4-metylguajakol, 4-propylguajakol, 4-etyl-2,6-dimetoxyfenol, eugenol, fenylnketóny, butyrovanilín, ale aj aldehydy - hlavne vanilín a syringaldehyd [61,62,84]. Extrakcia týchto látok je už po 6 mesiacoch zrenia takmer skončená. Spomedzi vyššie spomenutých zlúčenín sú prvé štyri špecifické pre drevo a vo víne prirodzene nie sú prítomné, ostatné možno nájsť iba v stopových množstvách. Stykom vína s drevom však môže ich koncentrácia významne rásť. Spomedzi všetkých fenolov, vzhľadom na ich obsah vo vyzretom víne, prispieva k aróme iba vanilín [48].

Keď v nových sudoch vyzrievajú biele vína, tak sa drevitá aróma môže stať príliš výraznou a škodiacou kvalite. Naopak, zrenie bieleho vína v sudoch na usadenine z kvasiniek citelne zníži obsah prchavých látok a polyfenolov, ktoré sa vyextrahovali z dreva [85]. Toto sa vysvetľuje transformáciou určitých aromatických látok počas zrenia vína na kvasinkách, hlavne biochemickou redukciou vanilínu na vanilylalkohol, čo je málo aromatická zlúčenina. Za týchto podmienok podliehajú aj furánové aldehydy biochemickej redukcii, jej produkty však na arómu vplyv nemajú [85].

Niekedy dochádza u červených vín počas zrenia v sudoch k prílišnému zvýšeniu obsahu etylfenolov (4-etylphenol, 4-etylguajakol). Toto je dôsledkom kontaminácie kvasinkami *Brettanomyces*, pričom tieto premieňajú drevné kyseliny ferulovú a sinapovú na 4-etylguajakol a 4-etylsyngol [38].

Počas zrenia v sude sa víno obohacuje o β -metyl- γ -oktalaktóny [62] s vôňou kokosu (nazývané tiež whisky alebo dubové laktóny), ktoré patria medzi typické prchavé látky dubového dreva. Voňavejší je *cis*-izomér

a v dreve sa ho nachádza väčšie množstvo ako *trans*-izoméru. *Cis*-izomér môže niekedy presiahnuť prahovú koncentráciu vnemu. Tieto zlúčeniny prínášajú do vína drevité arómy, pri koncentrácii prevyšujúcej 235 µg.l⁻¹ však môžu víno znehodnotiť prerážajúcou kokosovou arómou [62]. Whisky laktóny sú považované za spoľahlivé indikátory doby uchovania vína v sude [48]. Opaľovanie dreva počas výroby suda podnecuje tvorbu významného množstva aldehydov (2-furaldehyd, 5-metyl-2-furaldehyd, 5-hydroxymetyl-2-furaldehyd), ktoré sa rýchlo extrahujú do vína počas jeho zrenia v nových sudoch [61,62]. Za týchto podmienok často presiahnu prahovú koncentráciu 2-furaldehyd, 5-etoxy-metyl-2-furaldehyd a sotolón [48].

Kontakt s drevom môže obohatiť víno aj o viaceré norizoprenoidy [83]. Tieto zlúčeniny sa nachádzajú v glykozidickej forme aj v hrozne a prienikom do vína zvyšujú jeho aromatický potenciál.

Izoméry dimetylpyrazínu (vôňa pralíniek, opražených mandlí) boli identifikované v extraktoch opražených hoblín. Nie je jasné, či sú zodpovedné za tieto nuansy arómy, ktoré sa vyskytujú v určitých vínach [47,84,86].

Zrenie vína v drevených sudoch môže vyvolať tiež vzrast koncentrácie kyseliny octovej, čo je vyvolané rozvojom octových baktérií a chemickou hydrolýzou acetylových skupín hemicelulózy nového dreva [46,78].

Literatúra

1. PEŤKA, J. - FARKAŠ, P.: Prchavé látky vo víne - zloženie a ich vplyv na arómu. I. Primárne aromatické látky. Bulletin potravinárskeho výskumu, 40, 2001, s. 91-100.
2. PEŤKA, J. - FARKAŠ, P.: Prchavé látky vo víne - zloženie a ich vplyv na arómu. II. Sekundárne aromatické látky. Bulletin potravinárskeho výskumu, 40, 2001, s. 173-189.
3. RIBÉREAU-GAYON, P. - PEYNAUD, E.: Estérification chimique et biologique des acides organiques du vin. Bulletin de la Société Chimique Française, 5, 1936, s. 2325-2330.
4. MARAIS, J.: The effect of pH on esters and quality of Colombar wine during maturation. Vitis, 17, 1978, s. 396-403.
5. RAMEY, D. D. - OUGH, C. S.: Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 28, 1980, s. 928-934.
6. RAPP, A.: Changes in aroma substances during the storage of white wines in bottles. In: CHARALAMBOUS, G.: The shelf life of foods and beverages. Proceedings of the 4th International Flavor Conference. Rhodes : Elsevier, 1986, s. 141-167.
7. MARAIS, J.: Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of South African *Vitis vinifera* L. cv. Colombar wines. In: CHARALAMBOUS, G.: The shelf life of foods and beverages. Proceedings of the 4th International Flavor Conference. Rhodes : Elsevier, 1986, s. 169-185.

8. SHINOHARA, T. - SHIMIZU, J. - SHIMAZU, Y.: Esterification rates of main organic acids in wines. *Agricultural and Biological Chemistry*, 43, 1979, s. 2351-2358.
9. EDWARDS, T. L. - SINGLETON, V. L. - BOULTON, R.: Formation of ethyl esters of tartaric acid during wine aging: chemical and sensory effects. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36, 1985, s. 118-124.
10. PARK, S. K. - NOBLE, A. C.: Monoterpenes and monoterpene glycosides in wine aromas. *ACS Symposium Series*, 536, 1974, s. 98-109.
11. Voirin, S.: Connaissance de l'arôme du raisin : analyses et synthèse de précurseurs hétérosidiques. [Dizertačná práca.] Montpellier : Biochimie, biologie cellulaire et moléculaire Université de Montpellier II, 1990. 184 s.
12. DUGELAY, I.: L'arôme du raisin: Etude des précurseurs hétérosidiques et des activités enzymatiques exogenes impliquées dans leur hydrolyse. Applications technologiques. [Dizertačná práca.] Montpellier : Sciences Agro-Alimentaires E. N. S. A., 1993. 174 s.
13. RAPP, A. - GÜNTERT, M. - ULLEMEYER, H.: Über Veränderungen der Aromastoffe während der Flaschenlagerung von Weissweinen der Rebsorte Riesling. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 180, 1985, s. 109-116.
14. WILLIAMS, P. J. - STRAUSS, C. R. - WILSON, B. - MASSY-WESTROPP, R. A.: Novel monoterpene disaccharide glycosides of *Vitis vinifera* grapes and wines. *Phytochemistry*, 21, 1982, s. 2013-2020.
15. SIMPSON, R. F.: Aroma composition of bottle aged white wine. *Vitis*, 18, 1979, s. 148-154.
16. SIMPSON, R. F. - MILLER, G. C.: Aroma composition of aged Riesling wine. *Vitis*, 22, 1983, s. 51-63.
17. GÜNATA, Y. Z. - BAYONOVE, C. L. - BAUMES, R. L. - CORDONNIER, R. E.: Stability of free and bound fractions of some aroma components of grapes cv. Muscat during the wine processing: preliminary results. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37, 1986, s. 112-114.
18. SEDLÁČKOVÁ, B. - DOBOŠ, A. - RYBÁRIK, L.: Zmeny prchavých látok vín pri skladovaní. In: PALO, V.: VIII. celoštátne sympóziu o aromatických látkach v potravinách. Banská Bystrica : Potravinárska sekcia Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke a potravinárske vedy pri SAV, 1987, s. 162-170.
19. MARAIS, J. - VAN WYK, C. J. - RAPP, A.: Effect of storage time, temperature and region on the levels of 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene and other volatiles on quality of Weisser riesling wines. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 13, 1992, s. 33-44.
20. Peťka, J.: Slovak white varietal wines: Classification and characterization by means of volatile compounds. [Dizertačná práca.] Bratislava : Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, 2001. 96 s.
21. RIBÉREAU-GAYON, P. - BOIDRON, J. N. - TERRIER, A.: Aroma of muscat grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 1975, s. 1042-1047.
22. DI STEFANO, R.: Evoluzione dei composti terpenici liberi e glucosidici durante la conservazione dei mosti e dei vini in funzione del pH. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*, 42, 1989, s. 11-23.
23. DI STEFANO, R. - CASTINO, M.: Evoluzione dei composti di natura terpenica durante la conservazione dell'Asti Spumante. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*, 36, 1983, s. 245-259.
24. SKOUROUMOUNIS, G. - MASSY-WESTROPP, A. - SEFTON, M. A. - WILLIAMS, P. J.: Precursors of damascenone in fruit juices. *Tetrahedron Letters*, 33, 1992, s. 3533-3536.
25. WINTERHALTER, P.: The generation of C13-norisoprenoid volatiles in Riesling wine. In:

- BAYONOVE, C. - CROUZET, J. - FLANZY, C. - MARTIN, J. C. - SAPI, J. C.: *Connaissance Aromatique des Cepages et Qualite des Vins*. Montpellier, France : Revue Francaise d'Oenologie, 1993, s. 65-73.
26. SEFTON, M. A. - FRANCIS, I. L. - WILLIAMS, P. J.: The volatile composition of Chardonnay juices: a study by flavor precursor analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44, 1993, s. 359-370.
27. WINTERHALTER, P. - SEFTON, M. A. - WILLIAMS, P. J.: Volatile C13-norisoprenoid compounds in Riesling wine are generated from multiple precursors. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41, 1990, s. 277-283.
28. WINTERHALTER, P.: Oxygenated C13 norisoprenoids. In: TERANISHI, R. - TAKEOKA, G. - GÜNTERT, M.: *Flavor precursors: thermal and enzymatic conversions*. Washington : American Chemical Society, 1992, s. 98-115.
29. SIMPSON, R. F.: Aroma and compositional changes in wine with oxidation, storage and ageing. *Vitis*, 17, 1978, s. 274-287.
30. SOMERS, T. C. - POCKOCK, K. F.: Evolution of red wines III. Promotion of the maturation phase. *Vitis*, 29, 1990, s. 109-121.
31. LEINO, M. - FRANCIS, I. L. - KALLIO, H. - WILLIAMS, P. J.: Gas chromatographic headspace analysis of Chardonnay and Semillon wines after thermal processing. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 197, 1993, s. 29-33.
32. FRANCIS, I. L. - SEFTON, M. A. - WILLIAMS, P. J.: The sensory effects of pre or postfermentation thermal processing on chardonnay and semillon wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 1994, s. 243-251.
33. WILLIAMS, P. J. - FRANCIS, I. L. - SEFTON, M. A.: Sensory and chemical analysis of hydrolysed flavour precursors from Sauvignon blanc grapes. In: SCHREIER, P. - WINTERHALTER, P.: *Progress in flavour precursor studies*. Carol Stream, Illinois : Allured Publishing Corporation, 1992, s. 235-242.
34. STRAUSS, C. R. - WILSON, B. - ANDERSON, R. - WILLIAMS, P. J.: Development of precursors of C13 nor-isoprenoid flavorants in Riesling grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38, 1987, s. 23-27.
35. MARAIS, J. - VAN WYK, C. J. - RAPP, A.: Effect of sunlight and shade on norisoprenoid levels in maturing weisser Riesling and Chenin blanc grapes and weisser Riesling wines. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 13, 1992, s. 23-32.
36. GUTH, H.: Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1997, s. 3027-3032.
37. KOTSERIDIS, Y. - BAUMES, R.: Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2000, s. 400-406.
38. BAYONOVE, C. - BAUMES, R. - CROUZET, J. - GÜNATA, Z.: Arômes. In: FLANZY, C.: *Oenologie: Fondements scientifiques et technologiques*. Paris : Lavoisier, 1998, s. 1287.
39. DUGELAY, I. - BAUMES, R. - GÜNATA, Z. - RAZUNGLES, A. - BAYONOVE, C.: Évolution de l'arôme au cours de la conservation du vin: formation de 4-(1-éthoxyéthyl)-phénol et 4-(1-éthoxyéthyl)-gadacol. *Sciences des Aliments*, 15, 1995, s. 423-433.
40. DI STEFANO, R.: Gli etil fenoli nei vini. *Vignevini*, 12, 1985, s. 35-38.
41. ETIÉVANT, P. X. - ISSANCHOU, S. N. - MARIE, S. - DUCRUET, V. - FLANZY, V.: Sensory impact of volatile phenols on red wine aroma: influence of carbonic maceration and time of storage. *Sciences des Aliments*, 9, 1989, s. 19-33.
42. CHATONNET, P. - DUBOURDIEU, D. - BOIDRON, J.: Le caractere phénolé des vins rouges: caractérisation, origine et moyens de lutte. *Revue Française d'Oenologie*, 138, 1992, s. 21-24.

43. CHATONNET, P. - DUBOURDIEU, D. - BOIDRON, J. N. - PONS, M.: The origin of ethylphenols in wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 60, 1992, s. 165-178.
44. HERESZTYN, T.: Metabolism of phenolic compounds from hydroxycinnamic acids by *Brettanomyces* yeasts. *Archives of Microbiology*, 146, 1986, s. 96-98.
45. HERESZTYN, T.: Formation of substituted tetrahydropyridines by species of *Brettanomyces* and *Lactobacillus* isolated from mousy-wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37, 1986, s. 127-132.
46. CHATONNET, P. - BOIDRON, J. N. - DUBOURDIEU, D. - PONS, M.: Influence des conditions d'élevage et de sulfitage des vins rouges en barriques sur leur teneur en acide acétique et en éthyl-phenols. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 27, 1993, s. 277-298.
47. DUBOIS, P.: Les arômes des vins et leurs défauts. *Revue Française d'Oenologie*, 145, 1994, s. 27-40.
48. CUTZACH, I. - CHATONNET, P. - DUBOURDIEU, D.: Influence of storage conditions on the formation of some volatile compounds in white fortified wines (Vins doux naturels) during the aging process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2000, s. 2340-2345.
49. MARAIS, J.: Effect of storage time and temperature on the formation of dimethyl sulphide and on white wine quality. *Vitis*, 18, 1979, s. 254-260.
50. SPEDDING, D. J. - RAUT, P.: The influence of dimethyl sulphide and carbon disulphide in the bouquet of wines. *Vitis*, 21, 1982, s. 240-246.
51. DU PLESSIS, C. S. - LOUBSER, G. J.: The bouquet of „late harvest“ wine. *Agrochemophysics*, 6, 1974, s. 49-52.
52. LOUBSER, G. J. - DUPLESSIS, C. S.: The quantitative determination and some values of dimethyl sulphide in white table wines. *Vitis*, 15, 1976, s. 248-252.
53. MARAIS, J. - POOL, H. J.: Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. *Vitis*, 19, 1980, s. 151-164.
54. SPEDDING, D. J. - ESCHENBRUCH, R. - PURDIE, A.: The distribution of dimethyl sulphide in some New Zealand wines. *Vitis*, 19, 1980, s. 241-245.
55. SPEDDING, D. J. - ESCHENBRUCH, R. - MCGREGOR, P. J.: Sulphur compounds in the headspace of some New Zealand commercial wines. *Food Technology in Australia*, 35, 1983, s. 22-23.
56. PARK, S. K. - BOULTON, R. B. - BARTRA, E. - NOBLE, A. C.: Incidence of volatile sulfur compounds in California wines. A preliminary survey. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 1994, s. 341-344.
57. GONIAK, O. J. - NOBLE, A. C.: Sensory study of selected volatile sulfur compounds in white wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38, 1987, s. 223-227.
58. RANKINE, B. C.: The importance of yeasts in determining the composition and quality of wines. *Vitis*, 7, 1968, s. 22-49.
59. MAUJEAN, A. - SEGUIN, N.: Contribution a l'étude des goûts de lumière dans les vins de Champagne. III. Les réactions photochimiques responsables de goûts de lumière dans le vin de Champagne. *Sciences des Aliments*, 3, 1983, s. 589-601.
60. LA FOLLETTE, G. - STAMBOR, J. - AIKEN, J.: Chemical and sensory considerations in sunlit production of Chardonnay wines. III. Occurrence of sunstruck flavor. *Wein Wissenschaft*, 48, 1993, s. 208-210.
61. BOIDRON, J. N. - CHATONNET, P. - PONS, M.: Influence du bois sur certaines substances odorantes des vins. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 22, 1988, s. 275-294.
62. CHATONNET, P. - BOIDRON, J. N. - PONS, M.: Élevage des vins rouges en fut de chêne: évolution

- lution de certains composés volatils et de leur impact aromatique. *Sciences des Aliments*, 10, 1990, s. 565-587.
63. WILDENRATH, H. L. - SINGLETON, V. L.: The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. *American Journal of Enology and Viticulture*, 25, 1974, s. 119-126.
64. CANTARELLI, C.: Étude de la madérisation et de sa prévention dans les vins blancs. *Fermentations et vinifications. 2e Symposium International d'Oenologie. Bordeaux-Cognac*, 1967, s. 391-407.
65. DA SILVA FERREIRA, A. C.: Caractérisation du vieillissement du vin de Porto. Approche chimique et statistique. Rôle aromatique du sotolon. [Dizertačná práca.] Bordeaux : Sciences Biologiques et Médicales option "Oenologie-Ampélogie Université Victor Segalen, 1998. 206 s.
66. BARO, A. L. J. - QUIROS CARRASCO, J. A.: Les conditions de formation des aldéhydes dans les vins. Relation et importance en rapport avec les phénomènes d'oxydation et les caractéristiques organoleptiques. *Bulletin de L'O.I.V.*, 50, 1977, s. 253-267.
67. OTSUKA, K. - IKI, I. - NOZU, S. - IMURA, Y. - TOTSUKA, A.: Relationship between type and composition of sherry. *Journal of Fermentation Technology*, 58, 1980, s. 353-361.
68. CHARPENTIER, B. - ETIÉVANT, P. - GUICHARD, E.: Vinification des vins de voile : vin jaune, Xeres... In: FLANZY, C.: *Oenologie*. Paris : Lavoisier - Technique & Documentation, 1998, s. 874-887.
69. BROCK, M. L. - KEPNER, R. E. - WEBB, A. D.: Comparison of volatiles in a Palomino wine and a submerged culture flor sherry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35, 1984, s. 151-155.
70. SCHREIER, P. - DRAWERT, F. - KERENYI, Z. - JUNKER, A.: Gaschromatographisch-massenspektrometrische Untersuchung flüchtiger Inhaltsstoffe des Weines. VI. Aromastoffe in Tokajer Trockenbeerenauslese (Aszu)-Weinen. a) Neutralstoffe. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 161, 1976, s. 249-258.
71. ETIEVANT, P. X.: Wine. In: MAARSE, H.: *Volatile compounds in foods and beverages*. New York : Marcel Dekker, 1991, s. 483-546.
72. WILLIAMS, A. A. - LEWIS, M. J. - MAY, H. V.: The volatile flavour components of commercial Port wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1983, s. 311-319.
73. DE REVEL, G. - MENDES MOREIRA, C. - HOGG, T. - BARROS, P.: Caractérisation de la fraction volatile lors du vieillissement du vin de Porto. In: LONVAUD-FUNEL, A.: *Oenologie 95. 5e symposium international d'oenologie*. Paris : Lavoisier - Technique & Documentation, 1996, s. 419-423.
74. ESCUDERO, A. - CACHO, J. - FERREIRA, V.: Isolation and identification of odorants generated in wine during its oxidation: a gas chromatography-olfactometric study. *European Food Research and Technology*, 211, 2000, s. 105-110.
75. GUICHARD, E. - PHAM, T. T. - CHARPENTIER, C.: Le sotolon, marqueur de la typicité de l'arôme des vins de Jura. *Revue des Oenologues*, 82, 1997, s. 32-34.
76. MASUDA, M. - OKAWA, E. - NISHIMURA, K. - YUNOME, H.: Identification of 4,5-dimethyl-3-hydroxy-2(5H)-furanone (sotolon) and ethyl 9-hydroxynonanoate in botrytised wine and evaluation of the roles of compounds characteristic of it. *Agricultural and Biological Chemistry*, 48, 1984, s. 2707-2710.
77. GUICHARD, E. - PHAM, T. T. - ETIÉVANT, P.: Quantitative determination of sotolon in wines by high performance liquid chromatography. *Chromatographia*, 37, 1993, s. 539-542.
78. AIKEN, J. W. - NOBLE, A. C.: Composition and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine aged in French versus American oak barrels. *Vitis*, 23, 1984, s. 27-36.
79. FRANCIS, I. L. - SEFTON, M. A. - WILLIAMS, P. J.: A study by sensory descriptive analysis

- of the effects of oak origin, seasoning, and heating on the aromas of oak model wine extracts. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43, 1992, s. 23-30.
80. STEVENSON, T.: Svetová encyklopédia vín. Bratislava : Gemini, 1993, 484 s.
81. MASSON, G. - PUECH, J. L. - MOUTOUNET, M.: The chemical composition of barrel oak wood. *Bulletin de L'O.I.V.*, 69, 1996, s. 634-657.
82. NISHIMURA, K. - OHNISHI, M. - MASUDA, M. - KOGA, K. - MATSUYAMA, R.: Reactions of wood components during maturation. In: PIGGOTT, J. R.: Flavour of distilled beverages. Origin and development. Chichester : Ellis Horwood, 1983, s. 241-255.
83. SEFTON, M. A. - FRANCIS, I. L. - WILLIAMS, P. J.: Volatile norisoprenoid compounds as constituents of oak woods used in wine and spirit maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 1990, s. 2045-2049.
84. DUBOIS, P.: Apports du fût de chêne neuf à l'arôme des vins. *Revue des Oenologues*, 120, 1989, s. 19-24.
85. CHATONNET, P. - DUBOURDIEU, D. - BOIDRON, J. N.: Incidence des conditions de fermentation et d'élevage des vins blancs secs en barriques sur leur composition en substances cédées par le bois de chêne. *Sciences des Aliments*, 12, 1992, s. 665-685.
86. DUBOIS, P.: Les arômes des vins et leurs défauts. *Revue Française d'Oenologie*, 145, 1994, s. 39-50.
87. PHAM, T. T. - GUICHARD, E. - SCHLICH, P. - CHARPENTIER, C.: Optimal conditions for the formation of sotolon from alpha-ketobutyric acid in the French 'Vin Jaune'. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1995, s. 2616-2619.

Do redakcie došlo 14.1.2002.

Volatile compounds in wine - composition and influence on aroma. III. Ageing of wine

PEŤKA, J. - FARKAŠ, P.: *Bull. potrav. Výsk.*, 41, 2002, p. 1-17.

SUMMARY. Changes taking place during ageing of wine are described in this part of the review on wine volatiles. The changes concerned are caused by various chemical and biochemical reactions and may take place under oxidative or non-oxidative conditions. During ageing of wine the fruity aroma of young wines gradually disappears and a more complex flavour develops. Some wines attain its typical flavour only after many years of ageing. Changes induced by a storage of wine in wooden barrels are also covered by this review.

KEYWORDS: wine; flavour; ageing