

BIOLOGICKÉ ÚČINKY MAGNETICKÉHO POĽA NA SENZORICKÝ PROFIL A OBSAHOVÉ LÁTKY VÍNA BIOLOGICAL EFFECTS OF MAGNETIC FIELDS ON THE SENSORY PROFILE OF THE SUBSTANCE AND CONTENT OF WINE

Štefan Ailer, Jaroslav Jedlička, Oleg Paulen

Abstract: Living systems are in the states very far from equilibrium. In these states the kinetic laws are not valid. There is creating more complicated structures in the consequence of energy and substance, which system obtain from surroundings. Among external abiotic factors, those are able to influence the living systems dynamics belongs also the magnetic field. In our study, we evaluated the ripening process of wine by the magnetic field of the different induction, during the exposition 20 min per day, with duration 30 days totally. For our experiment it was chosen young wine of Blaufränkisch variety. The result of the magnetic field influence was the acceleration of the ripening period and the changes of some physical – chemical as well as a sensorial wine characteristic. Important knowledge of the influence of the magnetic field examination on the sensorial wine profile evaluation is decrease of the aldehydes amount and increase of the esters content. Young wine treatment by the magnetic field in the period of its ripening, can be an appropriate additional technology for the superior quality wine, without complementary influences and without any others residues.

Keywords: magnetic field, wine ripening, sensorial wine characteristics

ÚVOD

Vplyv nízkofrekvenčného magnetického poľa (EMP) na biologický materiál je závislý na funkčnej úrovni a na fyzikálno-chemických vlastnostiach biologického materiálu, ale aj na rozmeroch, hmotnosti, charaktere povrchu (šupka), hrúbke vrstiev, obsahu vody a energie a okamžitom stave organizmu - zrelosti (**Toroptsev, Taranov, 1982**).

Magnetické pole má vplyv na priepustnosť membrán. Zvyšuje vnútornú energiu biologického materiálu a urýchľuje reakčné časy napríklad pri oxidačno – redukčných reakciách (**Bürgin, 2007**). Vplyv EMP na víno je v súčasnosti málo prebádaný. Víno je stále živý a postupne zrejúci roztok organických a anorganických látok, ktoré čiastočne reagujú navzájom, podliehajú katalyticky podmieneným reakciám, postupným oxidačným procesom, extrahujú a prijímajú látky z prostredia (napríklad z dreva sudov, z klimatického a mikrobiologického prostredia pivníc) a nakoniec dozrievajú v nádržoch, sudoch a vo fľašiach. Dosiahnutie kvality vína, nielen zo sensorického pohľadu, je zložitou záležitosťou, pretože je závislé nielen na terroir, na použitej technológii výroby, na školení a skladovaní, ale napríklad aj na pôsobení abiotických faktorov.

Výskumy potvrdzujú, že voľné aminokyseliny sú dôležitými funkčnými látkami, ovplyvňujúcimi chuť vína a hrajú dôležitú úlohu v procese zrenia, nakoľko obsahujú dusík, ktorý je využívaný v mnohých biochemických reakciách (**Hernández-Orte et al., 2006**). Je dôležité poznať, ktoré aminokyseliny a v akej fáze môžu pozitívne vplývať na kvalitu vína a ako ich vieme ovplyvniť účinkom EMP. Významnú úlohu v kvalite zohrávajú estery vína a aldehydy ktoré majú priamy vplyv na zrecí proces a sensorický profil vína.

Mnohí vedeckí pracovníci skúmali vplyv fyzikálnych metód na urýchlenie zrenia rôznych druhov alkoholických nápojov, ako sú napríklad ultrazvukové vlny (**Chang, 2005**), (**Chang a Chen, 2002**), (**Masuzawa et al., 2000**) a (**Matsuura et al., 1994**) a gama

žiarenie (Chang, 2003). Vo svojich štúdiách zaznamenali ich pozitívny účinok na priebeh zrenia vína a destilátov. Urýchlením procesu zrenia mladého vína prostredníctvom elektrických polí sa zaoberali autori Yang et al., (2003), Zeng et al., (2001) a Zeng et al., (2002). Shakun (2011) zistila, že nízkofrekvenčné elektromagnetické pole potláča rozvoj octových baktérií vo víne a pozitívne vplyva na samočistenie a spontánnu sedimentáciu kalov. EMP má významný vplyv na senzorické vlastnosti vína.

V našom výskume sme sa zamerali hlavne na sledovanie vplyvu EMP na obsah aldehydov, esterov a aminokyselín v mladom víne. Účinok EMP sme následne posúdili vyhodnotením senzorického profilu skúmaného vína.

MATERIÁL A METODIKA

V experimente sme skúmali vplyv magnetického poľa na zrenie a kvalitu vína odrody Cabernet Sauvignon, z ročníka 2011. Hrozno dosiahlo parametre pre kvalitatívnu kategóriu neskorý zber – 220 gramov cukru na hektolter. Pochádzalo z Malokarpatskej vinohradníckej oblasti, hlohoveckého vinohradníckeho rajóna, vinohradníckej obce Dvorníky.

Cabernet Sauvignon je tradičná ušľachtilá francúzska muštová odroda viniča (*Vitis vinifera*). Víno má pri použití správnej technológie sýtočervenú farbu, v mladom veku s fialovým odleskom. Zrením sa sýtosť farby stabilizuje. Vína sú extraktívne, s bohatou tanínovou štruktúrou, ktorá si žiada dlhšie zrenie, čím získa hebkosť a príjemne sa zaguľatí. Obsah alkoholu by sa mal pohybovať okolo 13 % objemu. Vôňa je typická po čiernych ríbezliach (*cassis*), chuť mohutná s dlhotrvajúcim dojmom, korenistá, v mladých vínach výrazne trieslovitá, vo vyzretých vínach harmonická a zamatová.

Použili sme víno úplne dokvasené, po jablčno – mliečnej fermentácii a po školení. Filtráciu testovaného vína sme nerobili. Víno sme po spontánnej sedimentácii číriacich látok a zvyškov kvasničného kalu stočili a ošetrili bežnou dávkou oxidu siričitého.

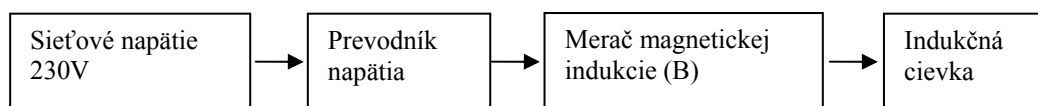
Experiment sme realizovali v laboratórnych podmienkach, kde sme 3 vzorky zrejúceho vína (a' 10 litrov) vystavili vplyvu EMP pri veľkosti indukcie 20 militesla (mT), 40 mT a 55 mT, a expozícii 20 minút, päť krát za týždeň, v celkovom trvaní 30 dní. V kontrolnom variante víno nebolo vystavené vplyvu EMP.

Elektromagnetickú indukčnú cievku použitú pri pokuse zostrojil spoluautor príspevku J. Jedlička. Indukčná cievka s vnútorným priemerom $2R = 55$ cm (obr. 1) vytvárala magnetické pole podľa Horáka a Krupku (1976) so vzťahom pre solenoid.

Popis elektromagnetického induktora

Elektromagnetický induktor (cievka), ktorý sme používali v našich pokusoch, je zložený z nasledovných častí:

- prívodného sieťového vodiča,
- prevodníka napätia,
- merača magnetickej indukcie,
- prívodných vodičov k indukčnej cievke,
- valcovej indukčnej cievky.



Obrázok 1 Bloková schéma zapojenia prístroja

$$B = \frac{\mu_0 \mu_r I z}{\sqrt{l^2 + (2R)^2}}$$

Potravinárstvo

kde:

μ_0 je permeabilita vákua $4\pi \cdot 10^{-7}$ [m . kg . s⁻² . A⁻²],

μ_r je relatívna permeabilita prostredia [-],

I je elektrický prúd [A],

z je počet závitov cievky [-],

l je dĺžka cievky [m],

R je polomer cievky [m].

Analýza obsahových látok

Kvantifikáciu obsahových látok sme robili podľa štandardných laboratórnych metód. Obsah etanolu sme stanovovali ebulioskopicky. Obsah redukujúcich cukrov sme zisťovali titračnou metódou podľa Rebeleina. Aldehydy a vyššie alkoholy sme stanovili spektrofotometricky. Obsahy aminokyselín a estery sme stanovili kvapalnou chromatografiou.

Senzorické hodnotenie

Senzorické hodnotenie vykonali kvalifikovaní a skúsení posudzovatelia vína podľa 100 bodového systému Medzinárodnej únie enológov (U.I.E.), v počte 5 osôb. Najvyššia a najnižšia hodnota sa pri každej hodnotenej vzorke eliminovala. Získané priemerné hodnoty od troch posudzovateľov sme zaokrúhlili na celé čísla.

Štatistická analýza

Získané údaje z experimentu sme vyhodnotili štatistickou metódou rozptylu ANOVA (Analysis Of Variance between groups).

VÝSLEDKY A ŠTATISTICKÉ VYHODNOTENIE

Tabuľka 1 Analýza obsahových látok

Obsahové látky	1. PV (20 mT)	2. PV (40 mT)	3. PV (55 mT)	KV (0 mT)
Etanol (% obj.)	12,92	12,87	12,80	12,96
Redukujúce cukry (g/l)	2,80	2,83	2,82	2,82
Voľné AMK (mg/l)	1288,1	1292,2	1232,3	1229,1
AMK cysteín (mg/l)	11,3 ***1.PV:KV	22,3 ***2.PV:KV	18,6 ***3.PV:KV	3,2 *** KV:1.PV; 2.PV; 3.PV
Vyššie alkoholy (mg/l)	202,3	167,3	207,6	217,3
Aldehydy (mg/l)	20,2	18,0 *2.PV:KV	20,4	20,5 *KV:2.PV
Etylsukcinát (mg/l)	136,5	144 *2.PV:KV	141,3	133,2 *KV:2.PV
Dietylsukcinát (mg/l)	8,1 *1.PV:2.PV	8,7 *2.PV:KV; 1.PV	8,3	8,1 *KV:2.PV
Etyllaktát (mg/l)	188,4	192,4 *2.PV:KV	190,2	186,9 *KV:2.PV

* (p<0,05); *** (p<0,001);

Legenda: PV – pokusný variant; KV – kontrolný variant

Potravinárstvo

Obsah etanolu v pokusných variantoch bolo oproti kontrolnému variantu nižší, nie však štatisticky preukazne. Najnižšie množstvo sme zaznamenali v 3. pokusnom variante (12,80 % obj.) pri najvyššej indukcii magnetického poľa (55 mT).

V obsahu redukujúcich cukrov sme nezaznamenali štatisticky významné zmeny.

Najvyšší obsah voľných aminokyselín bol v 2. pokusnom variante (1292,2 mg/l) a najnižšie množstvo v kontrolnom variante (1229,1 mg/l).

Výraznú zmenu obsahu cysteínu sme dosiahli 2. pokusnom variante, ktorý dosiahol hodnotu až 22,3 mg/l, pričom v kontrolnom variante iba 3,2 mg/l. Vo všetkých pokusných variantoch sme zaznamenali veľmi vysoké preukazné hodnoty cysteínu oproti kontrolnému variantu ($p < 0,001$).

Po analýze vyšších alkoholov sme v pokusných variantoch zaznamenali celkovo pokles ich množstva, oproti variantu kontrolnému. Najnižšiu úroveň vyšších alkoholov sme zaznamenali v 2. pokusnom variante (167,3 mg/l).

Obsah aldehydov bol v pokusných variantoch nižší (20,2; 18,0 a 24,0 mg/l), oproti kontrolnému variantu (20,5 mg/l), nie však štatisticky preukazne.

U esterov (etylsukcinát, dietylsukcinát a etyllaktát) sme v pokusných variantoch zaznamenali výraznejšie zvýšenie, hlavne v 2. pokusnom variante (144; 8,7; a 192,4 mg/l), oproti kontrolnému variantu (133,2; 8,1 a 186,9 mg/l) a v prípade dietylsukcinátu aj v 1. pokusnom variante v porovnaní s 2. pokusným variantom ($p < 0,05$)

Senzorické hodnotenie

Tabuľka 2 Senzorická analýza

PARAMETER	1. PV (20 mT)	2. PV (40 mT)	3. PV (55 mT)	KV
Čirosť	5	5	5	5
Farba	10	10	10	10
Aróma (súčet bodov za atribúty: intenzita, jemnosť a kvalita)	24	25	23	21
Chuť (súčet bodov za atribúty: intenzita, jemnosť, kvalita a perzistencia)	39	39	38	38
Celkový dojem	10	10	8	9
BODY SPOLU	88 *1.PV:KV	89 *2.PV:KV	84	83 * KV:1.PV; 2.PV;

* ($p < 0,05$); Legenda: PV - pokusný variant, KV - kontrolný variant

Najlepšie organoleptické vlastnosti malo víno z 2. pokusného variantu, ktoré dosiahlo v priemere 89 bodov. Najnižšie bolo ohodnotené víno v kontrolnom variante s priemernou hodnotou 83 bodov.

DISKUSIA

Etanol vzniká pri kvasení enzymatickým rozkladom sacharidov (glukózy). Ovplyvňuje množstvo produkovaných aromatických látok a hrá dôležitú rolu pri extrakcii farbív a trieslovín počas výroby červeného vína. Víno obsahuje 10 -13 obj. % alkoholu. Ak je obsah etanolu nižší, vína sú náchylné na choroby a chyby. Pomerne dráždivú príchuť vyššieho obsahu etanolu najčastejšie koriguje vyšší obsah zvyškového cukru (napr. pri vínach doliehaných a výberoch), tiež obsah extraktívnych látok, napr. pri vínach botrytických, alebo aj pri veľkej škále vín červených, a obsah glycerolu, ktorý je prirodzenou zložkou vína (Harmatha, 2009). V pokusných variantoch neklesol obsah etanolu pod hranicu 12 obj. %.

Bol však nepatrne nižší, ako v kontrolnom variante. Pripisujeme to jeho zabudovaniu do zložitejších zlúčenín a esterifikácii.

Obsah *redukujúcich cukrov* výrazne ovplyvňuje kvalitu a žiadanú šandardizáciu komerčných vín. V pokusných variantoch sme nezaznamenali významné zmeny v tomto ukazovateli, oproti kontrolnému variantu. Obsah cukru v pokusnom víne bol minimálny. Pri analýzach vín so zvyškovým cukrom by mohli byť výsledky jednotlivých variantov rozdielne. Naším prioritným zameraním však bolo skúmanie suchých vín.

Obsah *voľných aminokyselín* bol vyšší vo vínach vystavených EMP. Najväčšie zmeny sme zaznamenali u aminokyseliny (AMK) *cystein*, kde sme zaznamenali niekoľkonásobné zvýšenie oproti kontrolnému variantu. Predpokladáme, že u tejto AMK došlo k rozbitiu disulfidického S-S mostíku. Disulfidický mostík je kovalentná väzba medzi dvoma atómami síry (Chen, et al., 2004; Zeng, et al., 2008).

Obsah *vyšších alkoholov* pri väčšom zastúpení spôsobuje drsnú chuť. My sme zaznamenali pokles vyšších alkoholov v pokusných variantoch, čo sa pravdepodobne prejavilo na zjemnení chuti vína.

Hlavným zástupcom *aldehydov* vo vínach je *acetaldehyd*, ktorý predstavuje až 90 % z celkového množstva obsiahnutých aldehydov a je dôležitou zložkou pre stabilizáciu farby červených vín. Podieľa sa na štiplavej chuti, pri vyššom zastúpení spôsobuje oxidáciu. V jednom z pokusných variantov sme dosiahli preukazné zníženie hodnoty aldehydov (tabuľka 1.) oproti kontrolnému variantu. Je to veľmi pozitívny výsledok. Z pohľadu skúmanej problematiky mu prikladáme najväčší význam.

Charakteristické ovocné tóny do arómy vnášajú estery, ktoré vznikajú pri priamej enzýmovej esterifikačnej reakcii medzi alkoholmi a masnými kyselinami. K senzorycky významným patria etyl acetát, 3-methylbutyl acetát, 2-methylpropyl acetát, 2-fenylethyl acetát, a iné. Etylestery sú oproti alkoholom vo vínach obsiahnuté v nižších koncentráciách, ale aj napriek tomu môžu významne ovplyvniť celkové senzorycké vlastnosti vín. V našom experimente sme vyhodnocovali etyl sukcinát, dietyl sukcinát a etyl laktát. Ich hodnoty boli vo všetkých pokusných variantoch štatisticky preukazne vyššie, ako vo variante kontrolnom. Táto skutočnosť, rovnako ako pokles obsahu aldehydov, mohla mať najvýznamnejší vplyv na výsledky senzoryckého hodnotenia vína.

Senzorycká analýza

Charakteristická chuť vína je ovplyvňovaná množstvom zložiek a faktorov, medzi ktoré patrí odroda hrozna, spôsoby obrábania, zloženie pôdy a technologické postupy použité pri výrobe vína. Pri zrení dochádza k tvorbe esterov, ktoré udávajú charakteristickú ovocnú vôňu vína. Veľmi dôležitými zlúčeninami vo víne sú polyfenoly, ktoré zásadným spôsobom ovplyvňujú senzorycké vlastnosti vína. Atribúty vyplývajúce z chuťových vlastností jednotlivých obsahových látok nezávisia len na ich kvantitatívnom zastúpení, ale aj na vzájomnej kombinácii s atribútmi látok iných chuťových vlastností (Harmatha, 2009).

Zmeny obsahových látok v dvoch pokusných variantoch (1 a 2) ovplyvnili ich organoleptické vlastnosti. Boli hodnotené štatisticky významne vyššie ako v kontrolný variant (tabuľka 2). Čírosť vína bola rovnako bodovo hodnotená tak vo variantoch pokusných, ako aj v kontrolnom variante. Obdobne bola hodnotená *farba* vína, kde sme zaznamenali len nepatrne zmeny medzi pokusnými a kontrolným variantom.

Aróma vína je súbor látok prírodného pôvodu. V pokusných variantoch 1 a 2 bola aróma hodnotená štatisticky preukazne vyššie ako v kontrolnom variante. Predpokladáme, že magnetické pole spôsobilo vyššiu úroveň degradácie vysokomolekulových zlúčenín a teda aj vyššiu prchavosť týchto látok.

V atribúte *chut'* najmenej bodov dostalo víno v kontrolnom variante. Zistili sme vyššiu hladkosť dvoch pokusných vín (var. 1 a 2). Tieto boli senzoričky mohutnejšie, zrelšie a v už v tejto fáze a vhodné na finalizáciu.

Celkový dojem vína tvorí vzájomný pomer alkoholu, cukrov, kyselín, horčín a trpkých látok. Najvyššiu bodovú hodnotu v tomto ukazovateli dosiahlo víno v 2. pokusnom variante (89 bodov), najnižšiu v kontrolnom variante (83 bodov). Magnetické pole v dvoch v pokusných variantoch prispelo k vyššiemu stupňu harmónie. Zaujímavým je zistenie, že najvyššia dávka EMP (var. 3) sa už pozitívne neprejavila. Pri prípadnom komerčnom využití tejto metódy je preto potrebné dbať na správnu voľbu intenzity a trvania EMP.

ZÁVER

Nízkofrekvenčné elektromagnetické pole preukazne vplyva na rýchlosť biochemických oxidačno – redukčných reakcií v aplikovanom médiu. V našom výskume sa potvrdil jeho pozitívny vplyv na významné obsahové látky a aj na senzoričné vlastnosti vína.

Dosiahli sme zlepšenie senzoričných vlastností, to znamená vyššiu kvalitu vína. Najoptimálnejšie sa prejavila indukcia magnetického poľa 40 mT, a to vo všetkých skúmaných ukazovateľoch. Ošetrovanie mladého vína magnetickým poľom v čase jeho zrenia, môže byť vhodnou doplnujúcou technológiou pre výrobu špičkových vín, bez vedľajších účinkov a bez akýchkoľvek reziduí. V prípade komerčného využitia otázkou zostávajú ekonomické aspekty tejto technológie. Vieme však, že napríklad barikovanie je tiež mimoriadne ekonomicky náročnou technológiou a napriek tomu sa používa v širokom rozsahu. V ďalšom výskume bude potrebné sledovať stabilitu zmien, ktoré nastávajú pri použití EMP. Analýzy sledovaných obsahových látok sme robili bezprostredne po ukončení pokusov. Zmeny obsahových látok by nemali byť krátkodobé a reakcie by nemali byť vratné. Aplikácia EMP má význam iba v prípade dosiahnutia dlhodobého pozitívneho efektu – trvalého zlepšenia kvality vína. Na výskume bude potrebné pokračovať sledovaním parametrov vína po určitých časových odstupoch v rámci bežnej životnosti vína a na väčších množstvách vzoriek.

LITERATÚRA

- BÜRGIN, L. 2007. Der Urzeit-Code. Herbig (München 2007), 240 Seiten, ISBN 978-3776625349
- HARMATHA, J. 2009. Kvalita vína z pohľadu chemika a sommeliera. In *Sborník konference - Víno jako multikulturní fenomén*. Olomouc: Filozofická fakulta UP, 23.-24. 4. 2009.
- HERNÁNDEZ-ORTE, M. J. et al., 2006. Addition of amino acids to grape juice of the Merlot variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation. In *Food Chemistry*, 2006, No. 98, pp. 300 – 310.
- HORÁK, Z., KRUPKA, F. 1976. *Fyzika*. Příručka pro vysoké školy technického směru. 2. vydání. Praha: SNTL/ALFA, 1976. ISBN 04-011-76.
- CHANG, A. C. 2005. Study of ultrasonic wave treatments for accelerating the aging process in a rice alcoholic beverage. In *Food Chemistry*, vol. 92, 2005, pp. 337–342.
- CHANG, A. C. 2003. The effects of gamma irradiation on rice wine maturation. In *Food Chemistry*, volume 83, 2003, pp. 323 – 327.
- CHANG, A. C., CHEN, F. C. 2002. The application of 20 kHz ultrasonic waves to accelerate the aging of different wines. In *Food Chemistry*, vol. 79, 2002, pp. 501–506.
- CHEN, Y. et al., 2004. Effects of aging-acceleration by electric field on free amino acid of claret Liquor-Making. In *Science & Technology*, 2004, No. 4, pp. 80–81.
- MASUZAWA, N., OHDAIRA, E., IDE, M. 2000. Effects of ultrasonic irradiation on phenolic compounds in wine. In *Japan Journal of Applied Physics*, no. 39, 2000, pp. 2978–2979.
- MATSUURA, K., HIROTSUNE, M., NUNOKAWA, Y. et al. 1994. Acceleration of cell growth and ester formation by ultrasonic wave irradiation. In *Journal of Fermentation and Bioengineering*, vol. 77, 1994, no. 1, pp. 36–40.
- SHAKUN, M. M., 2011. Разработка способов регулирования микробиологических и биохимических процессов в виноделии на основе электромагнитного воздействия. Doktorandská dizertačná práca. Krasnodar, 2011. 157 s.

- TOROPTSEV, I., TARANOV, S. 1982. Morphological characteristics and various theories on the mechanism of biological effect of magnetic fields. In *Arch Patol.* No. 12, 1982, pp 3 – 11.
- YANG, H. F., ZENG, X. A., CHEN, Y., L. M. XIAO, L. M. 2003. Study on the accelerating fresh wine aging by high intensity electromagnetic field. In *Liquor Making*, no. 30, 2003, pp. 40–42.
- ZENG, X. A. et al., 2002. FTIR analysis of the alcohol solution treated by high voltage electric field. In *Spectroscopy and Spectral Analysis*, Vol. 22, 2002, No. 1, pp. 29 – 32.
- ZENG, X. A., GAO, D. W., ZHANG, B. S. 2001. Study on aging rice wine with high voltage electric field. In *Food and Fermentation Industries*, vol. 27, 2001, no. 6, pp. 50–53.

Kontakná adresa: Ing. Štefan Ailer, PhD., KOVV FZKI SPU, A. Hlinku č. 2 94976, Nitra
Tel.: 037/064 4713, e-mail: stefan.ailer@uniag.sk