

Egyes kéntartalmú aromaanyagok és a bakszagprobléma a borászatban

Kovács Tamás

1. Bevezetés

A német borászati kutatóintézetek az utóbbi évtizedben igen intenzíven vizsgálták a bakszag (a németben Böckser) problémakörét, mivel ez a „sokarcú” probléma nagy bormennyiségeknél jelentkezett (például Würtenbergben bizonyos évjáratokban a borok 50 %-át is érintette). Sok esetben a már lepalackozott, legrosszabb esetben a már kereskedelmi forgalomban lévő tételeknél mutatkoztak problémák.

A kéntartalmú vegyületek által okozott borhibák nálunk is gyakran előfordulnak a gyakorlatban. A bakszag megjelenése az esetek többségében megmagyarázhatatlannak tűnik. Ez a problémakör összetettségéből fakad. Sokféle „Böckser” létezik, és a bakszagot különböző okok válthatják ki. A kéntartalmú boraromaanyagok analitikája pedig speciális felkészültséget, különleges felszereltséget és mintaelőkészítési módszereket igényel (Rauhut, D. 1996), ezért a világon csak kevesen foglalkoznak a probléma „lélektanával”. Tudomásom szerint Magyarországon nincs is ilyen irányú kutatómunka, és ezért a külföldi kutatási eredmények hazánkban nem közismertek. A „Böckser” problémakör egy nagy sokismeretlenes egyenlet, amelynek egyes összetevői egyébként még ma sem teljesen tisztázottak.

1997 nyarán német állami ösztöndíjjal 3 hónapot töltöttem a Geisenheim-i Kutatóintézetben, ahol a kéntartalmú aromaanalitika témakörében komoly eredmények születtek az utóbbi években. Ezek az eredmények a gyakorlati szakemberek számára is igen hasznosak, hiszen az esetek többségében a bakszag megelőzésére adnak lehetőséget. Ezért tartottam szükségesnek a problémakör, elsősorban német kutatási eredményeken alapuló, részletesebb összegzését.

A következőkben röviden összefoglalom a „Böckser” ma ismert okait, a leggyakoribb problémát okozó bakszagtípusokat, a lehetőségeket a probléma megelőzésére és a borhiba kezelésére.

2. A kéntartalmú aromaanyagok és a „Böckser”

Sok élelmiszer jellegzetes szagát részben vagy egészében kéntartalmú aromaanyagok adják (hagyma, fokhagyma, káposzta, spárga, főtt és sült hús, hal, sajt, fekete ribizli). Egyes szőlőfajták borának fajtajelleg-kialakításában is fontos szerepe van ezeknek az aromaanyagoknak (pl. Sauvignon blanc). A metionol [3-(metiltio)-1-propanol] a borok fő aromakomponense (Rauhut et al. 1995). Baumes et al. (1986) vizsgálatai szerint fehérborok 507-998 µg/l, vörösborok 1363-2314 µg/l koncentrációban tartalmaznak metionolt. A dimetil-szulfidnak szerepe van a palackbuké kialakításában, és részt vesz a késői szüretelésű borok aromájának kialakításában is (Du Plessis&Loubser, 1974; Simpson, 1979; Goto&Takamuro, 1987).

Egyes kéntartalmú aromaanyagok a koncentráció függvényében eltérő illat vagy szagkaraktert okoznak. A metionol aromája például a koncentráció függvényében főtt krumplira (Baumes et al. 1986), édes levesre vagy húsrá (Williams, 1982) emlékeztet. A kéntartalmú vegyületek többsége azonban a borban az érzékszervi küszöbérték felett borhibát, hibás illat- és íz karaktert okoz. Ezt a borászatban általános megjelöléssel bakszagnak (a németben Böckser) nevezik. A különböző vegyületek eltérő jellegű bakszagot okoznak.

A kéntartalmú aromaanyagok által okozott borhibáknál, a bor szagkarakterében legtöbbször a fentemlített élelmiszerekre emlékeztet. Az erősen bakszagú bor szaga sajthoz, égett gumihoz hasonlít. Legrosszabb esetben fekáliaszag is előfordulhat (Rauhut et al. 1995).

Az 1. Táblázatban néhány kéntartalmú anyag érzékszervi küszöbértékét és érzékszervi megítélését tüntettem fel (Rauhut et al. 1995).

1. Táblázat: Kéntartalmú aromaanyagok érzékszervi küszöbértékei, érzékszervi megítélésük

Kéntartalmú aromaanyagok:	Érzékszervi küszöbérték (µg/l):	Érzékszervi benyomás:
kén-hidrogén (H ₂ S)	10-80	romlott tojás
dimetil-szulfid (DMS)	25-60	spárga, gabona, melasz
metil-merkaptán (MeSH)	2-10	romlott tojás vagy káposzta
etil-merkaptán (EtSH)	1,1	gumi, hagyma
dimetil-diszulfid (DMDS)	29	főtt káposzta, hagymaszerű
dietil-diszulfid (DEDS)	4,3	égett gumi, fokhagyma
tioecetsav-S-metilészter (MeSAc)	300 (sör) 10-40	sajtszerű
tioecetsav-S-etilészter (EtSAc)	40 (sör) 10-30	kénes, égett
3-(metiltio)-1-propanol (metionol)	2000 (sör)	főtt krumpli

A 2. táblázat néhány kéntartalmú anyag borban mért koncentrációját tartalmazza (Rauhut et al. 1995).

2. Táblázat: Kéntartalmú aromaanyagok borban mért koncentrációi

Kéntartalmú aromaanyagok:	Koncentráció (µg/l):	Bortípus:
<i>Kénhidrogén (H₂S)</i>	<1,5 20-30	<i>normál bor</i> <i>újbor</i>
<i>Metil-merkaptán (MeSH)</i>	0-8	<i>fehérbor</i>
<i>Etil-merkaptán (EtSH)</i>	0-30	<i>vörösbor</i>
<i>Dimetil-szulfid (DMS)</i>	5-44 <910	<i>fehérbor</i> <i>ausztrál vörösbor</i>
<i>Tioecetsav-S-metilészter (MeSAc)</i>	2-16	<i>fehér és vörösbor</i>
<i>Tioecetsav-S-etilészter (EtSAc)</i>	0-4	<i>fehér és vörösbor</i>
<i>3-metiltio-1-propanol (metionol)</i>	145-520 500-6300	<i>fehér és vörösbor</i> <i>fehér és vörösbor</i>
<i>2-metiltetrahidro-tiofén-3-on</i>	92-167 60-1040	<i>vörösbor</i> <i>fehér és vörösbor</i>

3. A bakszag kialakulásának okai

Permetezőszer-maradványok (elemi kén, egyes szerves kéntartalmú peszticidek) származékai és bomlástermékei okozhatnak bakszagot (Rauhut et al. 1986, Rauhut et al. 1995). Egyes szerek miatt ki is vontak a forgalomból (pl. Orthen). Sok bakszagú bornál nem kezelték a szőlőt elemi ként tartalmazó szerekkel, mégis megjelent a „Böckser“. Ennek többnyire a must élesztő számára asszimilálható nitrogénben való szegénysége volt az oka. Rauhut és munkatársai (1995) egyértelmű összefüggést mutattak ki az asszimilálható nitrogén koncentrációja és a keletkező kéntartalmú anyagok mennyisége között.

A kén-hidrogén és kén-hidrogén származékok képződését a szermaradványokon kívül erősen befolyásolja az alkalmazott fajlesztő (a jó fajlesztő kéntartalmú aromaanyagtermelésre való hajlama csekély), vagy a spontán flórából uralomra jutó élesztő (nagy az esély a defektes erjedésre, főleg tápanyaghiányos mustok esetén), a must asszimilálható nitrogéntartalma, és a rendelkezésre álló metabolizálható nitrogén összetétele.

A kéntartalmú vegyületek képződésére legnagyobb hatással az élesztő anyagcseréje van, az erjedés során és az erjedést követően. Az erjedés alatti kén-hidrogén képződést az élesztők genetikai adottsága alapvetően befolyásolja (Romano&Suzzi, 1992). Többéves németországi kísérletsorozat igazolta (Rauhut et al. 1995), hogy még a kereskedelembe kapható fajlesztők is különböző hajlammal termelnek H₂S-t és más „Böckser“-t okozó komponenseket.

A minőségi fajlesztőstartereket előállító cégek élesztő-szelekcióinál egyébként a kén-hidrogén-termelés, és tápanyaghiányos környezetben az élesztő kén-hidrogén-termelésre való hajlama alapvető szelekciós kritérium. Ezért a jó fajlesztő alkalmazása a „Böckser“ megelőzése szempontjából is igen jelentős tényező.

Nagyobb mértékű H₂S képződést okoz, ha a mustban nincs elég asszimilálható nitrogén. Az asszimilálható nitrogén abszolút mennyiségén túl a nitrogéntartalmú tápanyagok összetétele is igen fontos tényező. Ezért fordulhat elő az az eset, amikor a látszólag megfelelő nitrogénellátottság mellett is fellép a „Böckser“, illetve egyéb erjedési vagy illatkarakter-problémák jelentkeznek.

A mustok gyenge nitrogénellátottságának problémája világszerte gondot okoz. A probléma volumenére vonatkozóan Gianni Trioli (1996) megdöbbentő adatokat közölt. 1992 és 1994 között különböző olasz borvidékek különböző fehérszőlőfajtáiból készült mustjaiban (172 minta) mérték az erjedés előtt rendelkezésre álló asszimilálható nitrogén mennyiségét. Megállapították, hogy a mustok 56 %-ában az asszimilálható nitrogén szintje nem érte el a minimálisan javasolt 150 mg/l szintet (a „Böckseres“, 2-amino-acetofenonos borhibák kialakulásának nagy az esélye, vontatott erjedésre vagy az erjedés megakadására lehet számítani), a mustok 30 %-ában pedig 150-250 mg/l között volt az asszimilálható nitrogén mennyisége (még ebben a koncentrációtartományban is fennáll a bakszag kialakulásának és a 2-aminoacetofenon képződésének lehetősége). A szőlőleveleknek csak 14 %-ában volt megfelelő a tápanyagellátottság.

A tápanyaghiányból adódó „Böckser“ az esetek többségében (ha a szőlészek nem követték el a növény nitrogénellátásával kapcsolatban túl nagy baklövést, ami drasztikus nitrogénhiányt okoz a mustban) megelőzhető nitrogéntartalmú tápsók vagy összetett élesztőtápanyagok (pl. Uvavital) adagolásával. Az aminosavakat és peptideket is tartalmazó komplex élesztőtápanyagokkal jóval eredményesebben léphetünk fel a bakszag kialakulását megelőzendő, mint az egyszerű tápsó-vitamin komplexekkel, mert az élesztő nemcsak ionos formában igényli a nitrogént. Egyes tápanyagkomplexeknek egyébként a bor minőségét javító egyéb „mellékhatásai“ is vannak. Ennek ismeretében a szakemberek könnyebben rászánhatják magukat a preventív jellegű technológiai megoldás költségeinek beütemezésére. Az élesztőtápanyagok

musthoz adagolásával, megfelelő fajlesztők alkalmazásával a tápanyaghiányból adódó bakszagprobléma lehetőségét a minimumra csökkenthetjük.

A must aminosav és más nitrogéntartalmú vegyületeinek mennyiségét és összetételét egyébként sok-sok tényező befolyásolja. Ilyenek például a klimatikus feltételek, a termőhely, a nitrogénes műtrágyázás, a talaj nitrogénfelszabadító-képessége, a növény vízellátása, a szőlőfajta, a szőlő érettségi foka, az alany, a szüretidőpont, a szőlő botritiszes fertőzöttsége stb. (Bisson, 1991; Mengel, 1991; Müller, 1995; Sponholz, 1991). A must nitrogénellátottsága tehát egy sokösszetevős problémakör, és ezért sokszor nem tudhatjuk előre, hogy megfelelő tápanyagellátottságú-e az erjeszteni kívánt alapanyag.

Tapasztalati úton azonban kiszűrhető, hogy bizonyos termőhelyeken egyes fajták, meghatározott időjárási feltételek esetén hajlamosak a kénhidrogénesedésre. Abban az esetben pedig, ha a szőlő már régen kapott N-tartalmú műtrágyát, a sorokat füvesítve művelik, száraz volt a nyár, túl nagy a termés, vagy a botritiszes rothadás miatt erőteljesen kell tisztítani a mustokat, esetleg az előzőekben említett a mustot nitrogénben szegényítő tényezők közül többel is számolnunk kell, a „Böckser“-problémára előre számítani lehet.

Rauhut&Kürbel (1994) kénessavval, elemi kénnel, réz-szulfáttal és ezek kombinációjával kezelt mustokat erjesztettek, majd analizáltak. Eredményeik szerint még a 300 mg/l kénessavval kezelt minta sem mutatott számottevő eltérést a kontrollhoz képest, tehát a kénessav a borászatban használatos koncentrációtartományban nem indukálja a bakszagképződést. Az 5 mg/l elemi kénnel kezelt mintában viszont minden kéntartalmú komponens mennyisége jelentősen megnőtt. Ebben a mintában volt a legerősebb a „Böckser“. Az elemi kén és a kénessav mellett az ugyancsak mustállapotban adagolt réz-szulfát (10 mg/l) jelentős csökkenést okozott egyes kéntartalmú vegyületek koncentrációjában. A kísérletbe az asszimilálható nitrogén hatásának vizsgálatára beállítottak egy 5 mg/l elemi kénnel és 300 mg/l diammónium-foszfáttal kezelt mintát is. Ebben a tételben réz-szulfátos kezeléshez hasonlóan sok kéntartalmú vegyület mennyisége jelentősen csökkent az elemi kénnel kezelt mintához képest. A kén hatásának köszönhetően azonban mind a réz-szulfátos, mind a diammónium-foszfátos minta egyértelműen bakszagú volt!

Más párhuzamos kezeléstől függetlenül az elemi kénnel kezelt mintákban igen nagy mennyiségben képződött metionol, metil- és etil-S-acetát. Az elemi kén jelenléte tehát potenciális okozója lehet, az alábbiakban említett, későn fellépő bakszagnak is. Erre a problémára a vegyszeres növényvédelemnél nagyon oda kell figyelni!

A *Rauhut-ék (1995)* által 1989 és 1994 között vizsgált „Böckser“-es német bormintákban a legtöbb kéntartalmú aromaanyag koncentrációja meghaladta a normális értéket. A bakszagú borokban nagyobb mennyiségű metil- és etil-merkaptánt mutattak ki, és ezen anyagok oxidációs termékei is nagyobb mennyiségben voltak megtalálhatók (DMDS, MeSSEt és DEDS). Ezekben a mintákban feltűnően magas volt a tioecetsavészterek (MeSAC, EtSAC) koncentrációja. A bakszag ezen borok többségében csak 6-12 hónappal az erjedés után jelentkezett. A „Böckser“ eltüntetéséhez általában elég volt egy gyorsan elvégzett réz-szulfátos kezelés. A nagyobb gondot a már kereskedelmi forgalomban lévő tételek jelentették.

Rauhut et al. (1995) vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a nagyobb mértékű EtS-Acetát képződés is az élesztő erősebb erjedés végi H₂S képzésére vezethető vissza. Az erjedés végén erőteljesebben jelentkező kén-hidrogén képződés pedig az erjedés közben elfogyó asszimilálható nitrogén hiányából fakad. Erre a problémára túlérlett szőlők esetén még jobban figyelniük kell, mert a nagyobb cukorkoncentráció kiejesztése több tápanyagot igényel.

4. Hogyan tüntethető el a bakszag?

A legjobb védekezés a megelőzés. Ha viszont a kialakult borhibával kell megküzdenünk, az alábbiakban leírt lehetőségeink vannak.

A „veszélytelen“, nem túl intenzív merkaptános vagy kén-hidrogénes „Böckser“-t egyszerű levegőztetéssel is el lehet tüntetni. Ennek az a magyarázata, hogy a kén-hidrogénből és a merkaptánokból képződő dimetil-szulfidok érzékszervi küszöbe többszöröse (lásd 1. táblázat) a kiindulási anyagoknak, és az oxidációval keletkező reakciótermékek koncentrációja nem éri el az érzékszervi küszöböt.

Az erősebb merkaptános, H₂S-es bakszag az előzőekben említettek miatt már nem tüntethető el levegőztetéssel, mert az oxidációval képződő reakciótermékek is az érzékszervi küszöbértéküknél nagyobb koncentrációban lesznek jelen a borban (*Rauhut et al. 1995*). Ha merkaptános bort levegőztetünk, és a levegőztetés hatására nem tűnik el a bakszag, a „Böckser“ jellege egy kissé átalakul, mivel a merkaptánoknak és a diszulfidoknak más az érzékszervi hatása.

A merkaptánok levegőztetes nélkül is könnyen oxidálódnak diszulfidokká. Ezek kémiai szerkezetükből adódóan már nem lépnek reakcióba a réz-szulfáttal. Ez az oka annak, hogy a megjelenő merkaptános kén-hidrogénes bakszagot minél előbb kezelni kell! Ha lehetőségünk van rá a kén-hidrogénes merkaptános „Böckser“-t mindig réz-szulfáttal kezeljük, ne pedig levegőztetéssel, mert nem tudhatjuk előre, hogy a levegőztetéssel képződő diszulfidok koncentrációja az érzékszervi küszöbük alatt marad-e vagy sem! Ha a borhibát a borban jelenlévő H₂S, vagy merkaptánok okozzák, egy max. 10 mg/l-es réz-szulfátos kezelés eltünteti a borból a bakszagot.

A későn fellépő „Böckser“-t különösen nehéz kezelni. Általában 3-6 hónappal az erjedés után lép fel. Előfordul az is, hogy a későn megjelenő bakszag réz-szulfátos kezeléssel eltűnik a borból, majd idővel újra

megjelenik. A „Böckser“ késői jelentkezésének, és a réz-szulfátos kezelés utáni ismételt megjelenésének az a magyarázata, hogy a tioecetsav-S-metilészter és tioecetsav-S-etilészter a borban lassan hidrolizál, és a kezelés után ismét keletkezik metil- vagy etil-merkaptán (*Rauhut & Kürbel, 1994*), amit csak ismételt réz-szulfátos kezeléssel lehet lekötöni.

Ha a réz-szulfátos beavatkozással nem sikerül eltüntetni a kénes füledtséget még egy durva lehetőség marad a bor kezelésére az aktívszenes derítés.

5. Összefoglalás

A bakszag megjelenésének fő okai lehetnek egyes kéntartalmú fungicid-szermaradványok a mustban (a legnagyobb gondot az elemi kén jelenti), különböző a szőlőt ért stresszhatások következtében kialakuló tápanyaghiány. A tápanyaghiány lehet mennyiségi és minőségi probléma is. Egyes felszaporodó vadélesztők, és a spontán flóra bizonyos borélesztői kifejezett hajlamot mutatnak a bakszag létrehozására. Sok esetben még tápanyagban jól ellátott mustokkal is „csodákat művelnek“. Ha viszont a must erősen tápanyaghiányos még a legjobb fajélesztő is bakszagt produkál.

A „Böckser“ lehetőségét a megfelelően irányított agrotechnikával és növényvédelemmel, összetett élesztőtápanyagok (tápsók, vitaminok, mikroelemek, élesztőautolizátum, sejtfalkomponensek stb. keveréke - pl. Uvavital) és jóminőségű fajélesztők alkalmazásával minimálni lehet.

Irodalom

- BISSON, L. F. (1991): Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes - Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine. Seattle, Washington, USA. 18-19 Juni., 78-79. p.
- DU PLESSIS, C. S., LOUBSER, G. J. (1974): The bouquet of „late harvest“ wine - *Agrochemophysica*, (6.) 49-52. p.
- GOTO, S., TAKAMURO, R. (1987): Concentration of dimethyl sulphide in wine after different storage times - *Hakkokogaku*, (65.) 53-57. p.
- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze 7. Überarbeitete Auflage. - Gustav Fischer Verlag Jena. 295-317. p.
- MÜLLER, E. (1995): Die richtige N-Düngung - Können oder Glück? - *Die Winzerzeitschrift*, (Juni) 28-32. p.
- RAUHUT, D. (1993): Yeasts-production of sulfur compounds. - In: *Wine microbiology and biotechnology*. G. H. Fleet (Hrsg.), Gordon and Breach Science Publishers, 183-223. p.
- RAUHUT, D. (1996): Qualitätsmindernde schwefelhaltige Stoffe im Wein - Vorkommen, Bildung, Beseitigung - *Veröffentlichungen der Forschungsanstalt Geisenheim*, Band 24.
- RAUHUT, D., KÜRBEL, H. (1994): Die Entstehung von H₂S aus Netzschwefel-Rückständen während der Gärung und dessen Einfluß auf die Bildung von böckserverursachenden schwefelhaltigen Metaboliten in Wein - *Vitic. Enol. Sci.*, (49.) 27-36. p.
- RAUHUT, D., KÜRBEL, H., DITTRICH, H. H., PRIOR, B., GROßMANN, M. (1995): Einfluss von Hefestämmen und deren Ernährung auf die Böckserbildung - In: *100 Jahre Hefereinzucht in Geisenheim*. Druckerei Nagel Geisenheim, 38-55. p.
- RAUHUT, D., SPONHOLZ, W. R., DITTRICH, H. H. (1986): Beeinflussen Pflanzenschutzmittel die Weinqualität? - *Der Deutsche Weinbau*, (16.) 872-874. p.
- ROMANO, P., SUZZI, G. (1992): Production of H₂S by different yeast strains during fermentation - *Proc. Conv. Inst. Brew.*, Aust. N. Z. Sect., Melbourne., (22.) 96-98. p.
- SIMPSON, R. F. (1979): Aroma composition of bottle aged white wine - *Vitis*, (18.) 148-154. p.
- SPONHOLZ, W. R. (1991): Nitrogen compounds in grapes, must and wine - Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine. Seattle, Washington, USA. 18-19 June 1991. Rantz, J. M. (Hrsg.) The American Society for Enology and Viticulture, 67-77. p.
- TRIOLI, G. (1996): Effect of Fermaid Addition to White Grape Juice on the Behavior of Several Commercial Yeast Strains - *Die Weinwissenschaft*, (51.) 204-209. p.
- WILLIAMS, A. A. (1982): Recent developments in the field of wine flavour research - *J. Inst. Brew.*, (88.) 43-53. p.

Szerző

KOVÁCS Tamás élelmiszeripari mérnök, Ph. D. hallgató, KÉE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék 1118 Budapest, Somlói út 14-16.

The sulfur-off-odor problem in the enology

Summary: We know about the sulfur-off-odor problem little in Hungary, because off there is not sulfuraromaanalytik in the Hungarian enologyresearch. In the article it has been summarised shortly with help of results of international researches the today-known causes of sulfur-off-odor, the most common type of sulfur-off-odor, the possibilities to avoid the problem and handle the winefailure.

Gyöngyössolymos, 1997. 08. 26.

Kovács Tamás

Munkahely: KÉE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék 1118

Budapest, Somlói út 14-16.

Lakcím: 3231 Gyöngyössolymos, Csákkői ú. 8.
Tel: 37/370-072