

Súdnolekárska alkoholológia – recenzie publikácie

Tatiersky J.

Katedra anorganickej chémie, PriF UK, Bratislava

S veľkým záujmom som vzal do rúk publikáciu autorov Ľ. Straku, F. Novomeského, J. Krajčoviča a F. Štullera s názvom *Súdnolekárska alkoholológia* (1. vyd. Martin: Osveta, 2011. 160 s. ISBN 978-80-806-3363-9). Názov publikácie ma totiž upútal z odborného hľadiska, predovšetkým chemického. Po prezretí publikácie však napriek jej nesporným pozitívam nemôžem nezaujať kritické stanovisko k niektorým tvrdeniam autorov. Svoje pripomienky som rozdelil na tri časti: 1. fyzikálne a chemické vlastnosti etanolu, 2. vyjadrovanie obsahu etanolu, 3. ostatné pripomienky.

FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ VLASTNOSTI ETANOLU

Autori na s. 30 tvrdia, že „alkoholy sú z chemického hľadiska organické zlúčeniny, v ktorých je vodíkový atóm nahradený hydroxylovou skupinou (OH)“. Táto definícia je nevhodne zvolená, keďže medzi alkoholy by sme museli zaradiť aj aminokyseliny serín a treonín, vitamíny B6, C, testosterón a ďalšie látky. Podobne treba zdôrazniť, že etán sa s vodíkom nezlučuje (s. 30) a keby aj, určite nevznikne etanol – škoda, že sa pri opise etanolu autori nespôľahli na naše stredoškolské učebnice chémie a citujú zahraničnú literatúru (č. 137).

Na s. 30 si môžeme prečítať, že „Hmotnosť 1 ml etanolu pri teplote 20,0 °C je 0,78928 gramov, hustota (špecifická hmotnosť) etanolu je teda 0,78928 g/cm³, čiže približne 0,8 hmotnostného percenta, takže je ľahší ako voda“. Autori teda považujú hustotu chemicky čistej látky za veličinu, ktorá má vzťah k „hmotnostnému percentu“, čo je zjavný nezmysel. Informácie: „molekulárna hmotnosť etanolu je 46,07 g/mol“ (s. 30) a „molekulová hmotnosť (7, 46)“ (s. 44) sú nesprávne: jednak pre použitú fyzikálnu jednotku „g/mol“ namiesto správnej jednotky g/mol, ďalej pre nezmyselnú číselnú hodnotu („7, 46“) a napokon pre názvy „molekulárna hmotnosť“, či „molekulová hmotnosť“ namiesto správneho názvu „molárna hmotnosť“ (v jednotkách g/mol) alebo „relatívna molekulová hmotnosť“ (bez jednotiek).

Na s. 30 ďalej čítame, že „Etanol disponuje energetickou hodnotou 29,4 kJ/g (7 kcal/g)“. O stranu ďalej autori uvádzajú, že sa pri horení etanolu „uvolňuje 29,56 MJ/kg tepelnej energie“. Nielen chemikovi z textu nie je jasné, čo majú autori na mysli pod pojmom „energetická hodnota“. Tabuľkový údaj špecifickej spaľovacej entalpie kvapalného etanolu je totiž $-29,69 \text{ kJ/g} = -29,69 \text{ MJ/kg}$. (1) Autori teda pravdepodobne uvádzajú na s. 30 a 31 duplicitne ten istý údaj, ktorý však prevzali z rozličných zdrojov, čo je príčinou malého rozdielu medzi hodnotami.

Na s. 31 sa dočítame, že v tekutom (správnejšie kvapalnom) vzduchu sa etanol „mení na sklovitú hmotu, ktorá pri $-135,0 \text{ °C}$ prechádza do kryštalickej formy topiacej sa pri $-117,3 \text{ °C}$ “. To však nie je v súlade s údajom na predchádzajúcej strane, kde sa čitateľ dozvie, že bod (správnejšie teplota) tuhnutia etanolu je „ $-130,0 \text{ °C}$ “. Tabuľková hodnota teploty topenia etanolu je však $-117,3 \text{ °C}$. (1) Keďže pri chemicky čistých látkach je teplota tuhnutia a topenia tá istá teplota, uvedený rozdiel si zaslúži buď komentár, opravu, alebo informácie tohto typu treba vynechať, čím by sa kvalita publikácie určite neznižila.

Autori na s. 44 píšú, že „etanol je veľmi malá a jednoduchá polárna molekula, ktorá sa dobre rozpúšťa vo vode“. Rozpúšťanie je však makroskopický proces, ktorý nemá zmysel vzťahovať na

jednu molekulu (podobne nemôžeme tvrdiť, že molekula má nejakú teplotu topenia, hustotu a pod.). Tvrdenie, že etanol má „slabý náboj“, ktorý mu umožňuje rýchly prestup cez biologické membrány je nezmyselné. Molekula etanolu je totiž elektricky neutrálna, hoci vzhľadom na prítomnosť polárnych väzieb a typ symetrie patrí medzi polárne molekuly.

Absolútny alkohol sa nedá získať destiláciou (zo zmesi s vodou), ako tvrdia autori (s. 32). Údaje o zložení produktu destilácie („95,57 % etanolu a 4,43 % vody“) sa týkajú azeotropickej zmesi etanolu a vody, nie absolútneho alkoholu. Na denaturáciu etanolu (s. 33) sa benzén ani pyridín na Slovensku nepoužíva (vyhláška č. 202/2004 Z. z.).

VYJADROVANIE OBSAHU ETANOLU

Promile

Je podivuhodné, že azda ani jeden laboratórny parameter pri analýze biologických vzoriek nie je taký rozporuplný, ako obsah etanolu. Je to možno dôsledok terminologického chaosu v právnych predpisoch súvisiacich s liehom. (2) Autori v recenzovanej publikácii používajú niekoľko jednotiek na vyjadrovanie obsahu etanolu: „g/kg“, „g/100 ml“ pre krv aj vydychovaný vzduch (s. 100), „g/l“, „% v/v“ (tab. 5, s. 128) a „mg/l“ pre vydychovaný vzduch. Pri vysvetľovaní zastarávajúcej jednotky promile sa obmedzili len na vysvetlenie v zátvorke: „1 g/kg (promile)“ (s. 60). Nikde však nevysvetľujú veličinu, ku ktorej sa táto jednotka viaže. Anketa medzi ľuďmi na ulici by iste ukázala, že promile vzťahujú k obsahu etanolu v krvi vodiča, daktori by azda vedeli aj to, že ide o tisícinu, no málokto by vedel, čo v skutočnosti hodnota vyjadrená v promile znamená. Podľa môjho názoru to netuší ani pomerne veľká časť policajtov, právnikov, ba ani lekárov. Z textu publikácie môžeme len dedukovať, že promile sa používa ako jednotka hmotnostného zlomku etanolu v krvi človeka.

Mimochodom, hmotnostný zlomok (značka w) je veličina zavedená už niekoľko desaťročí nielen v medzinárodných a slovenských technických normách, ale aj v odporúčaniach IUPAC (3) a v slovenskej (chemickej) učebnicovej literatúre. Navyše, znalosť pojmu hmotnostný zlomok je nevyhnutnou požiadavkou pri prijímacích skúškach na lekárske fakulty. Ako je všeobecne známe, hmotnostný zlomok je definovaný ako podiel hmotnosti rozpustenej látky a hmotnosti roztoku. Hoci je to bezrozmerná veličina, vyjadruje sa najčastejšie v percentách ($1 \% = 0,01$) alebo so zachovanými jednotkami hmotnosti (g/g, mg/g, g/kg a i.), (4) i v minulosti najmä v promile. Pri vyjadrovaní obsahu etanolu v krvi hodnota 1 ‰ znamená, že v 1000 g krvi (roztok) sa nachádza 1 g etanolu (rozpustená látka). Matematicky platí: $w = 1 \% = 0,001 = 1 \text{ g}/(1000 \text{ g}) = 1 \text{ g/kg} = 0,1 \%$.

Myslím, že čitateľ recenzovanej publikácie oprávnene očakáva kompetentné stanovisko autorov k používaným jednotkám – napr. vo forme podkapitoly venovanej tejto téme.

Vzťah medzi obsahom etanolu v krvi a koncentráciou etanolu vo vydychovanom vzduchu

Text publikácie týkajúci sa vzťahu medzi obsahom etanolu v krvi a koncentráciou etanolu vo vydychovanom vzduchu možno považovať prinajlepšom za veľmi problematický. Autori uvádzajú:

- a) „Pomer medzi koncentráciou etanolu vo vydychovanom vzduchu a koncentráciou etanolu v krvi je 2000 : 1 (resp. 2100 : 1) pri teplotnej teplote 37 °C“ (s. 61).
- b) „Pri teplote 37 °C je medzi koncentráciou etanolu v kapilárnej krvi a v alveolárnom vzduchu pomer 1780 : 1“ (s. 99).
- c) „...pomer medzi koncentráciou etanolu vo venóznej krvi a vo vydychovanom vzduchu. USA tak majú právne zakotvený tento pomer vo výške 2100 : 1 a Veľká Británia vo výške 2300 : 1“ (s. 101).

Rozličné (hoci veľmi blízke) hodnoty uvedeného pomeru sú dôsledkom použitia rozličných literárnych údajov a nie je potrebné o nich diskutovať, keďže, ako sami autori tvrdia, v tomto smere sústavne prebieha výskum (s. 99). Za veľmi dôležité však pokladám dve veci:

1. Chyba v slovoslede citovaných tvrdení autorov spôsobuje zbytočný zmatok. Na s. 61 ide o pomer vo vzduchu a krvi, na s. 99 a 101 ide o pomer v krvi a vzduchu. Vďaka orientačnému prepočtu, ktorý autori uviedli na s. 100 možno povedať, že chybný slovosled je na s. 61. Totiž ak hodnota 2,1 g/kg pre krv zodpovedá hodnote 1 mg/l pre vydychovaný vzduch, potom platí že 2100 mg/kg zodpovedá 1 mg/l.

2. Pomer sa zvyčajne týka dvoch veličín rovnakého druhu vyjadrenými pomocou rovnakej fyzikálnej jednotky – v tomto prípade je pomer bezrozmerným číslom. Ak však ide o pomer dvoch veličín rôzneho druhu (a to je prípad recenzovaného textu), potom je nevyhnutné uviesť jednotky oboch veličín, inak číselnej hodnote pomeru chýba vedecký význam. Autori totiž síce používajú pojem „koncentrácia“, no v odlišnom význame pre krv a pre vydychovaný vzduch. Zodpovednosť za túto nepresnosť však nemožno pripisovať len autorom publikácie, pretože uvádzanie týchto pomerov je v literatúre, žiaľ, bežné. Čitatelia iste oprávnené očakávali, že autori túto nepresnosť literárnych údajov napravia slovne alebo matematicky. Napríklad: ak hmotnostný zlomok etanolu v krvi označíme w a hmotnostnú koncentráciu etanolu vo vydychovanom vzduchu označíme γ , potom platí:

$$\{w\}_{\text{mg/kg}} : \{\gamma\}_{\text{mg/l}} \approx 2000 : 1$$

Zložené zátvorky s príslušnými dolnými indexmi znamenajú, v akých jednotkách sú veličiny vyjadrené. Druhá možnosť:

$$w : \gamma \approx (2000 \text{ mg/kg}) : (1 \text{ mg/l})$$

Alkoholometrické krivky

So vzťahom medzi obsahom etanolu v krvi a koncentráciou etanolu vo vydychovanom vzduchu súvisí ďalšia problematika veci, a to alkoholometrické krivky, teda grafické znázornenia závislosti

obsahu etanolu v krvi alebo v dychu od času. Konkrétne ide o znázornenia na s. 62 (obr. 4) a na s. 100 (bez čísla obrázku). Autori síce tvrdia, že pomer obsahu etanolu v krvi a vo vydychovanom vzduchu je asi 2000 : 1, no krivky na uvedených obrázkoch hovoria čosi iné – krivky pre „krv“ a „dych“ sa takmer prekrývajú, takže čitateľ márne hľadá pomer 2000 : 1. Autori totiž pre obsah etanolu v krvi a vo vydychovanom vzduchu použili tú istú y -ovú os, ktorú na s. 62 nazvali „Koncentrácia alkoholu (100 x g/kg)“. Ak táto os platí aj pre obsah etanolu vo vydychovanom vzduchu, potom je na mieste otázka, či majú skutočne na mysli obsah etanolu v kilograme (!) vydychovaného vzduchu (len pre zaujímavosť: jeden kilogram vzduchu má pri teplote 37 °C a štandardnom tlaku objem asi 870 litrov!). Na obrázku na s. 100 zasa uvádzajú pri jednej krivke „Alkohol v krvi (g/100 ml)“, pri druhej krivke „Alkohol v dychu (g/100 ml)“.

OSTATNÉ PRIPOMIENKY

Autori konštatujú, že obsah pojmu „alkohol“ v jazyku laikov a chemikov nie je totožný (s. 30). Od publikácie tohto typu možno preto očakávať, že sa trochu popasuje s pojmami alkohol, lieh, liehovina, etanol, etylalkohol, vyjasní ich vzťahy v laickom, právnom i odbornom jazykovom prejave a navyše, že celý text bude z hľadiska používania tohto kľúčového pojmu jednotný.

V recenzovanej publikácii sa môžeme stretnúť s viacerými chemickými archaizmami, ako aj s nesprávnymi definíciami. Patrí sem napr. „objemové percento“, „hmotnostné percento“, neadekvátne používanie pojmu „koncentrácia“, či nesprávne vyjadrovanie hodnôt objemovej koncentrácie v percentách. (5)

Z lekárskeho hľadiska mi v podkapitole 3.4 chýba využitie etanolu na chemické neurolyzy (napr. celiakálna blokáda pri nádoroch v epigastriu), perkutánna alkoholová injekčná terapia (napr. pri nádoroch pečene), či alkoholová septálna ablácia (pri liečbe hypertrofickej obštrukčnej kardiomyopatie).

ZÁVER

Napriek uvedeným pripomienkam som presvedčený, že recenzovaná publikácia je významným vydavateľským počínom z hľadiska aktuálnosti problematiky, jej rozsahu i hĺbky spracovania. Ak však bude vydavateľstvo, či autori uvažovať o druhom vydaní, rozhodne sa prihovám za druhé opravené, doplnené a redakčne lepšie spracované vydanie.

LITERATURA

1. **Daučík K. a i.** Chemické laboratórne tabuľky (1. vyd.). Alfa: Bratislava; 1984.
2. Týka sa to nielen slovenských (zákon č. 219/1996 Z. z., vyhláška č. 210/2000 Z. z., zákon č. 467/2002 Z. z., vyhláška č. 226/2004 Z. z., výnos MP a MZ SR č. 1010/2004-100 z 15. marca 2004), ale

- aj európskych právnych predpisov (smernica Komisie č. 87/250/EHS, nariadenie Rady č. 1576/89, nariadenie Komisie č. 2870/2000 v znení nariadenia 2091/2002, nariadenie Komisie č. 625/2003).
3. International Union of Pure and Applied

- Chemistry (Medzinárodná únia pre čistú a aplikovanú chémiu), www.iupac.com.
4. STN ISO 80000-1: 2011 (Veličiny a jednotky, časť 1).
5. **Tatiersky J.** Niekoľko diskusných pripomienok. *Chem. Listy* 2007; 101(10): 821–823.