

## O JALOVČINKÁCH A JALOVCOVÉ

MICHAL JURÁŠEK<sup>a</sup>, LUBOMÍR OPLETAL<sup>b</sup>  
a PAVEL DRAŠAR<sup>a</sup>

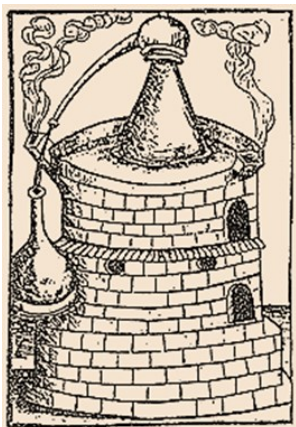
<sup>a</sup> Ústav chemie přírodních látek, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6, <sup>b</sup> Katedra farmaceutické botaniky, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova, Heyrovského 1203, 500 05 Hradec Králové  
drasarp@vscht.cz

Došlo 16.4.21, přijato 3.5.21.

Klíčová slova: jalovec obecný, jalovčinky, gin, borovička, historie, biologická účinnost,  $\alpha$ -pinen



I když byl proces destilace známý řeckým alchymistům v Alexandrii a zařízení k provádění tohoto procesu je popsáno v prastarých chemických pojednáních, jako jsou rukopisy Zosima z Panopolisu v Horním Egyptě z přelomu 3. a 4. století<sup>1</sup>, byl *spiritus vini* objeven až později. Klíčem k objevu alkoholu, známého jako *aqua vitae* nebo *aqua ardens*, byly



přístroje umožňující chlazení kondenzátu, které se datují přibližně do 12. století n.l. (cit.<sup>2,3</sup>). Alkoholové destilace jsou popsány ve dvoudílné monografii od Hieronyma Brunschwiga ze Strassburgu<sup>4,5</sup> najmě pro přípravu léčebných nápojů, ke kterým patřil historicky i jalovcový destilát dnes zvaný ponejvíce gin. Je to aromatizovaný destilovaný nápoj v současnosti vyráběný z lihu obvykle získávaného ze zkvašené obilné zápary s jalovcovými bobulemi<sup>6</sup> (což je nepravý plod samičí šišťice, *galbulus*) jalovce obecného *Juniperus communis* L., tzv. *Juniperi pseudo-fructus*, *Juniperus optimus qualis bacas*, *Juniperi baccaea*, *Juniperi fructus*, jako hlavní aromatickou přísadou. Za původ-

ce ginu je často mylně označován profesor medicíny na univerzitě v Leidenu dr. Franciscus Dele Boë, známý jako dr. Sylvius<sup>7</sup>, který destiloval jalovcové bobule s lihovinami v polovině 17. století, aby připravil levné diuretikum a smíchal tedy dvě močopudné suroviny – jalovcovou silici<sup>8</sup> a obilný destilát. Sylviovo prvenství může být zpochybněno faktem, že takový nápoj je popsán ve hře Philipa Massingera *The Duke of Milan* z roku 1623. Počátky jalovcového destilátu lze vysledovat též u benediktinských mnichů z 11. století v Salernu v jižní Itálii, v klášteře obklopeném zvlněnými kopci a jalovci. Tito mniši používali alchymický alembík, který užíval i otec arabské alchymie Abu Musa Jabir ibn Hayyan zvaný Geber v Bagdádu na dvoře chalífa Hárúna al-Rašída na konci 700. let n.l. k přípravě léků, z nichž jeden byl destilován z vína smíšeného s bobulemi jalovce. Jalovec byl jako léčivá bylina znám po staletí. Římané pálili větve jalovce kvůli očištění a středověcí moroví lékaři naplnili zobáky svých strašidelných masek jalovcem, aby je ochránili před černou smrtí. V celé Evropě podávali lékárníci jalovcová vína proti kašli, nachlazení, bolestem a křečím, zřejmě podle učení řeckého lékaře Pedania Dioscoridea ze sedmdesátých let Léta Páně<sup>9</sup>. Nejstarší holandský recept na gin (*Aqua Juniperi*, genererbessenwater) se nachází v knize z roku 1551 od Adama Lonicera<sup>10</sup>. V německých zemích se vyráběl podobně Steinhäger či Wacholderbranntwein<sup>11</sup>; vyhláškou z roku 1688 udělil „velký kurfiřt“ Frederick William z Braniborska jako hrabě z Ravensbergu obyvatelům Steinhagenu výhradní výsadu destilovat tento alkohol s příchutí jalovčinek<sup>12</sup>. Na Slovensku je takový nápoj, byť mnohem silnější chuti, znám jako borovička již od 16. století, kdy takovou pálenku jezuité po příchodu na Turiec vyráběli jako lék<sup>13,14</sup>. Nemá to nic společného s borovicí (*Pinus*), ale se slovenským názvem pro jalovčinky – borievky. Ve Slovinsku je to pak brinjevec a berryshka, v Srbsku klekovača, kleka a podobně.

Borovičku lze vyrábět přímo i ze zkvašené zápary z rozcrcených bobulí jalovce, protože pokud dobře vyzrají, obsahují až 30 % cukrů, najmě glukosy a fruktosy. Klasický postup citovaný Codexem Agrol<sup>15</sup> (proti původnímu receptu jsme některé názvy „zmodernizovali“) bere 100 kg drcených jalovčinek, 300 l vody a nechává kvasit při 32 °C. Ke směsi se přidává tzv. rozkvas z lihovarského droždí, síranu amonného a superfosfátu. Zkvašená zápara se destiluje a z destilátu se sbírá silice (*Oleum Juniperi bacca-rum*). Výpalky se smísí s bramborovým lihem a směs se opět destiluje. Oba destiláty se smísí. Tak ze 100 kg jalovčinek získáme 12 l borovičky. Na rozdíl od borovičky Šteffl<sup>16</sup> ve svém klasickém receptáři bere na „holandský genévre“ 1,8 kg čerstvých jalovčinek, 15 l vody a 10 l 96% lihu, což destiluje na 60 % (10 l). Tento destilát smíchá s 18,5 l 96% lihu, sirupem z 1,6 kg cukru, 800 ml vody a 13 g kyseliny citronové, 4 g anýzové silice (*Etheroleum*

*Anisi vulgaris*), 1 g silice z hořkých pomerančů (*Oleum Aurantii pericarpium*) 8 g celerové silice (*Apii aetheroleum e fructibus*) a přidá se 21 l destilované vody. V jiném receptu pak přidává mimo jalovcové silice i samotnou borovičku, brandy, skořicovou silici (*Oleum Cinnamomi*), pomerančovou silici (*Oleum Aurantii pericarpium*), angelikovou silici (*Oleum Angelicae*), puškvorcovou silici (*Calami aethereum*).

V archivech se dochoval recept na slavný laboratorní Juniperás<sup>17</sup>, na který bereme 400 g rozmačkaných jalovčinek a 600 ml 70% lihu a macerujeme je 8 dní, tekutinu slijeme a opakujeme maceraci ještě jednou. Jalovčinky vylišujeme a extrakty spojíme na esenci. Ke 2 l 50% lihu přidáme 7 ml esence, 5 kapek citronové silice (*Oleum Citri*). Směs destilujeme přes Vigreuxův deflegmátor nejméně 10 cm dlouhý a bereme destilát až do t.v. 90 °C. Destilát zředíme destilovanou vodou na 50 %, přidáme 0,25 g vanilkového cukru, 0,5 ml glycerinu a 1 kapku kyseliny sírové p.a. V některých postupech je přidáván před destilací i extrakt z jehličí kleče (*Pinus mugo*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.).

Název gin pochází z francouzského názvu pro jalovcové bobule (genièvre), který Holanďané pozměnili na genever (jenever) a poté zkrátili na gin. Nápoj byl přenesen do Anglie vojáky vracejícími se z Nizozemska jako „holandská kuráž“ a byl nesmírně populární, najmě za vlády britského krále Williama III. V 18. století vytvořila nadměrná konzumace nižšími vrstvami sociální problém, zvaný<sup>18</sup> m.j. „ginová epidemie“, přestože byl zpočátku prodáván v lékárnách jako lék na onemocnění ledvin, žaludku, lumbago (ústřel), žlučové kameny a dnu. Počínaje rokem 1736 přišel první zákon z tzv. Gin Acts, jejichž cílem bylo vybalancovat poměr cena/daň za nápoj určený pro většinu populace a současně zvýšit příjmy vlády. Ani zákony konzumaci neomezily, během 19. století však problém intoxikace mezi proletáři οί πολλοί přetrvával a Charles Dickens ve svých románech popisuje hospody známé jako „ginové paláce“, v té době bylo jen v Londýně téměř 10 tisíc obchodů s kořalkami. Podáván byl v síle až 50 % (cit.<sup>19</sup>) a někdy, ke vši hrůze, jako terpentýnem ochucený obilný destilát<sup>20</sup>, což, ve vši úctě, není tak úplně od věci, protože přes 50 % destilovatelné silice z jalovčinek představuje  $\alpha$ -pinen<sup>21</sup>, jedna z hlavních složek terpentýnu.

Suché anglické nebo americké giny mají více přídavných dochucoadel než nizozemské giny, které se také nazývají Holland gins, Geneva, Genever nebo Schiedam (destilační centrum poblíž Rotterdamu), a každá palírna používá svůj recept, který kromě bobulí jalovce používá také byliny, jako jsou kořeny angeliky, kosatce a lékořice, kůry citronu a pomeranče, skořicová kůra, anýz, kmín, kardamom, koriandr a fenykl. Holandské giny nemají příliš výraznou chuť, než aby se dobře kombinovaly s jinými nápoji, a obvykle se podávají samotné nebo s vodou. Ke konci 19. století začali přední londýnští lihovarníci vyrábět nový neslazený gin s přídomkem „suchý“ (t.j. neslazený, dry), a ještě později „suchý Londýnský“ (London dry), na rozdíl od „Plymouth gin“, který je slazený. Obsahem cukru mezi londýnským suchým a plymouthským je „Old Tom gin“.

Gin se pil na lodích královského námořnictva (až s 57 % alkoholu „Navy Strength“) ochucen trochou léčivých hořčin *Angostura* („růžový gin“) údajně proti mořské nemoci<sup>22</sup>. Gin po smíchání s chininovou vodou sloužil jako specifický prostředek proti malárii v mnoha částech odlehleho britského impéria a dnes přežívá jako „gin-tonik“, a to dokonce v celém vesmíru (jynnan tonnyx, gee-N'N-T'N-ix)<sup>23</sup>.

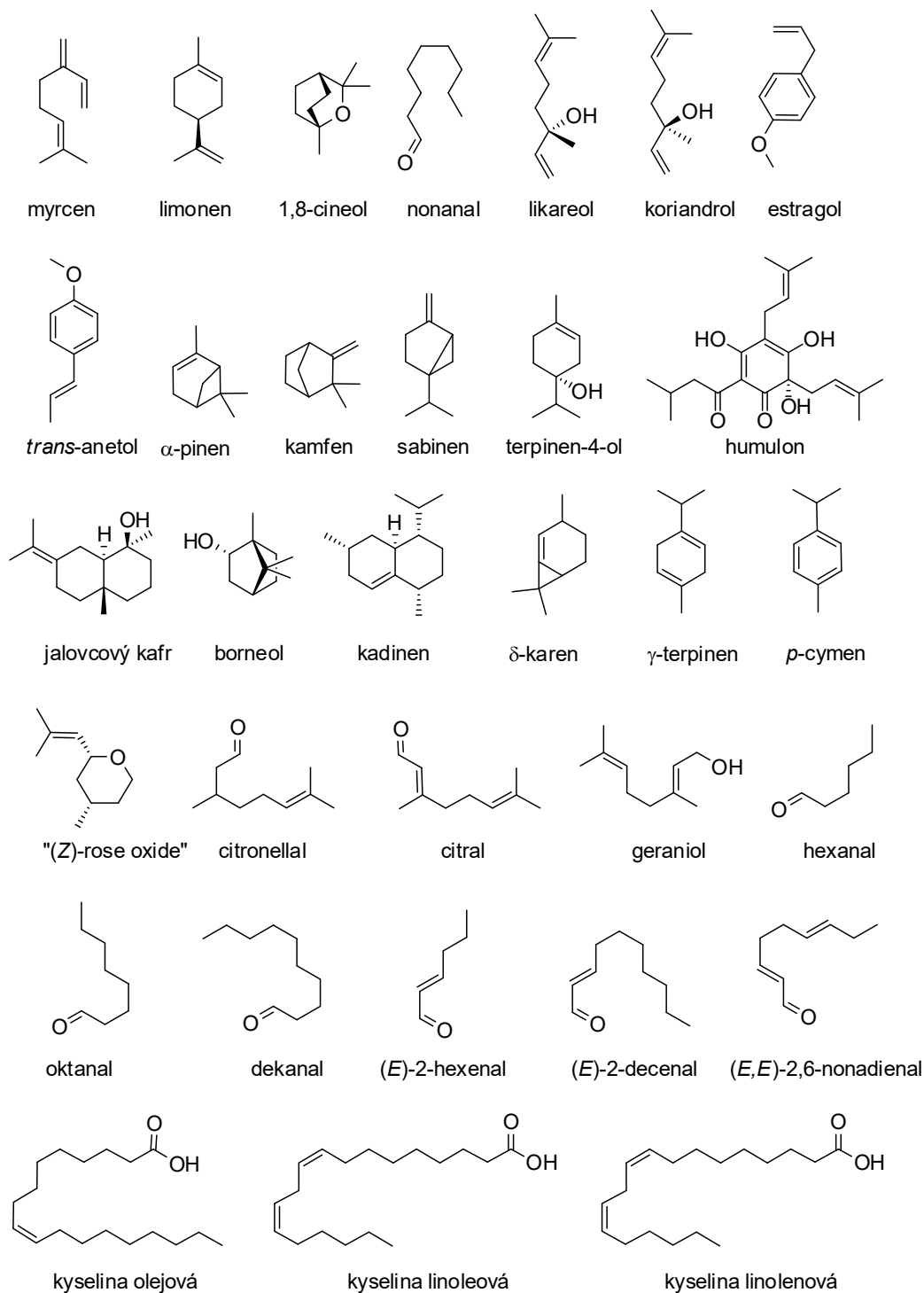
V dnešní době, kdy se na světě vyrobí téměř miliarda litrů ginu ročně (za více než 15 miliard dolarů); s očekávaným ročním přírůstkem 6,7 % je gin velmi dobrou komoditou<sup>24</sup>. V současnosti jsou hlavními komponentami na výrobu ginu, typu London dry, kromě minimálně 37,5% alkoholu a samičích šištic jalovce obecného (*Juniperus communis* L.), nažky koriandru setého (*Coriander sativum* L.), citronová (*Citrus limon* L.) a pomerančová kůra (*Citrus sinensis*), kůra kassie obecné (*Cassia fistula*), kořen kosatce (*Iris florentina* L.), semena kardamomu (*Elettaria cardamomum* L.), kořen anděliky lékařské (*Angelica archangelica* L.), skořicová kůra (*Cinnamomum zeylandicum*), kořen puškvorce (*Acorus calamus* L.), nažky fenyklu (*Foeniculum vulgare*) a anýzu (*Pimpinella anisum*), nažky šabreje kmínovitého (římský kmín, *Cuminum cyminum* L.), jádra plodů mandloně obecné (*Prunus amygdalus* L.) a kořen lékořice (*Glycyrrhiza glabra*), maximálně 0,1 g l<sup>-1</sup> cukru a extrémně nízký podíl methanolu<sup>25</sup>. Bylo identifikováno přes 70 těkavých složek odpovědných za chuť a vůni londýnského suchého ginu, zejména pocházejících z jalovce a koriandru, monoterpenů, seskviterpenů a jejich oxidovaných derivátů<sup>26</sup>. Sám jalovec obsahuje až přes 3 % silice. Složení těkavých frakcí z jalovce se značně liší, sestává se hlavně z monoterpenů (58–85 %) s  $\alpha$ -pinenem jako hlavní složkou (10–76 %) a z řady dalších monoterpenů, zejména jsou zastoupeny sabinen (1–28 %),  $\beta$ -pinen,  $\beta$ -myrcen, limonen a terpinen-4-ol; malé množství seskviterpenů (2–10 %); aldehydy; alkoholy; a další oxosloučeniny<sup>27</sup>.

Mezi „aromatické komponenty“ patří zejména myrcen, limonen, 1,8-cineol, nonanal, linalool (směs likareolu a koriandrolu), estragol (1-allyl-4-methoxybenzen), *trans*-anetol, ve značně kolísajících koncentracích podle výrobce a značky od 0,6 do 28 mg l<sup>-1</sup>, dále  $\alpha$ -pinen, kamfen, terpinen-4-ol, limonen, humulon, jalovcový kafr, borneol, kadinen,  $\delta$ -karen,  $\gamma$ -terpinen, *p*-cymen, *rel*-(2*R*,4*S*)-tetrahydro-4-methyl-2-(2-methyl-1-propenyl)-2*H*-pyran ((*Z*)-rose oxide), citronellal, citral, geraniol, hexanal, oktanal, dekanal, (*E*)-2-hexenal, (*E*)-2-decenal, (*E,E*)-2,6-nonadienal, kyseliny olejová, linolová a linolenová<sup>25</sup>. Obsaženy jsou i flavonoidy a řada bicyklických diterpenů (obr. 1).

Co se týče účinků ginu a jeho složek na lidské zdraví, pokud odhlédneme od samotného alkoholu, podívejme se např. na  $\alpha$ -pinen (2,6,6-trimethyl-bicyklo[3.1.1]hept-2-en, 2-pinen, ( $\pm$ )- $\alpha$ -pinen, Acinten A, Leavo 95, NSC 7727, PC 500, Sylvapin A), jehož je v destilovatelné jalovcové silici i přes 50 % (cit.<sup>21</sup>). Byla popsána široká škála jeho farmakologických aktivit, včetně modulace rezistence na antibiotika, účinek antikoagulační, antimikrobiální, antimykotický, antimalarický, antileishmanický (ničivka), protizánětlivý

vý, analgetický, anxiolytický, dále gastroprotektivní, cytoprotektivní, antikonvulzivní a neuroprotektivní, jakož i jejich účinek proti oxidačnímu stresu, pankreatitidě, stresem stimulované hypertermii a pulpální bolesti<sup>28</sup>. Zjištěna byla i inhibiční aktivita na prsní rakovinu a leukemii<sup>29</sup>, ba

i na další nádory<sup>30</sup>. Bylo patentováno, že  $\alpha$ -pinen může obnovit dopaminový systém poškozený metamfetaminem<sup>31</sup>. Kromě jiného je  $\alpha$ -pinen feromonovým atraktantem pro značný počet druhů hmyzu<sup>32</sup>.



Obr. 1. Hlavní složky odpovědné za chuť a vůni londýnského suchého ginu

(1R,5R)-(+)- $\alpha$ -pinen(1S,5S)-(-)- $\alpha$ -pinen(1R,5R)-(+)- $\beta$ -pinen(1S,5S)-(-)- $\beta$ -pinen

Pro pořádek, pineny jsou 4 stereoisomery, (+)- $\alpha$ , (-)- $\alpha$ , (+)- $\beta$ , (-)- $\beta$ , které mají velmi nízkou toxicitu<sup>33</sup> a které jsou dokonce značeny pro potravinářství jako GRAS<sup>28</sup>. Pokud mluvíme o  $\alpha$ -pinenu, mluvíme o směsi (+)- $\alpha$ , (-)- $\alpha$  isomerů.

Jalovčinky jsou považovány za diuretikum a močové antiseptikum, antidiabetikum a antihyperlipidemikum, prostředek protizánětlivý, proti nadýmání a vodnatelnosti, stimulují průtok krve v pánevní oblasti a děloze, usnadňují menstruaci, proti migréně, proti revmatickým a bolestivým otokům, stimulují pocení, digestivum a proti mnohým dalším problémům<sup>21,34,35</sup>. Jalovec byl v Indii zkoumán i jako bylinné orální kontraceptivum<sup>36</sup>. Silice z jalovčinek byla použita též jako „zdravější“ alternativa k dusitanu sodnému při výrobě za sucha fermentovaných uzenin<sup>37</sup>, ne nadarmo velí správná „lidová“ udící praxe (pokud neudíme přímo na kouři z jalovcového dřeva) dát do ohně na konec uzení alespoň jalovcovou větev (v ČR je jalovec bohužel chráněný).

Abychom uvedli informace i z druhé strany, němečtí farmaceuti uvádí, že při dlouhodobém užívání nebo při předávkování plody jalovce může dojít k poškození ledvin, albuminurii a hematurii, negativní účinky jsou připisovány vysokému obsahu monoterpenů, jako jsou pineny, a nízkému obsahu terpinen-4-olu<sup>38</sup>. Je popsána i otrava jalovcovým dehtem (*Pix juniperi*, obvykle z *Juniperus oxycedrus* používaným kdysi jako dermatologikum), která způsobila horečku, silnou hypotenzi, selhání ledvin, jaterní obtíže a kožní problémy<sup>39</sup>. (Předávkovat se však lze i sacharosou, je uváděna LD<sub>50</sub> = přes 29 g kg<sup>-1</sup>, cit.<sup>40</sup>.) Pokud by šlo již i o gin a podobné nápoje, je jistě nabíledni i poškození jater a další zdravotní rizika.

Aby někdy nedošlo k překladu typu večerní petrklíčový olej (evening primrose oil) či guinejské prasátko (guinea pig), musíme upozornit na fakt, že „cotton gin“ je přístroj na vyzrňování bavlny, a nikoli gin vyrobený z plodů této rostliny.

Prinášíme tento příspěvek jako učební text popisující různé zajímavé aspekty chemie přírodních látek<sup>41,42</sup>, i proto, že chceme takto reagovat na množství smyšlenek, polopravd a nesmyslů, které jsou kolem přírodních sloučenin dnes šířeny. Je nabíledni, že zkoumání přírodních látek jakožto látek z obnovitelných zdrojů je jednou z cest, jak laciným a efektivním způsobem přispět ku všeobecnému prospěchu<sup>43,44</sup>. Pokud se tak činí s přírodní látkou, která má navíc zanedbatelnou toxicitu, téměř nulové kontraindikace a která je lidstvem používána po tisíce let, je jen dobře.

## LITERATURA

- Zosimos z Panopolisu: *The Book of Pictures „Mushaf as-suwar“*, viz Berthelot M.: *Collection des anciens alchimistes grecs*, sv. 3, str. 161. Paris, 1887–1888. <https://archive.org/details/collectiondesanc01bert/page/n75/mode/2up>, staženo 15. 3. 2021.
- Doxat J.: *Stirred-Not Shaken: The Dry Martini*, Hutchinson, London 1976.
- Multhaus R. P.: *The Origins of Chemistry*, Oldbourne, London 1966.
- Brunschwig H.: *Liber de arte destillandi de Simplicibus*, J. Grueninger, Strassburg 1500; *Liber de arte distillandi de compositis*. J. Grueninger, Strassburg 1507.
- Partington J. R.: *A History of Chemistry*, Macmillan, London 1961.
- Český lékopis, [http://www.lekopis.cz/Kap\\_6\\_1\\_Juniperifruktus.htm](http://www.lekopis.cz/Kap_6_1_Juniperifruktus.htm), staženo 13. 3. 2021.
- Koehler U., Koehler N., Weissflog A.: *Dtsch. Med. Wochensh.* 145, 1828 (2020).
- Nunneley F. B.: *Med. Chir. Trans.* 53, 31 (1870).
- Dioscorides P.: *De materia medica* (Διοσκοουρίδης Π.: *Περὶ ὕλης ἰατρικῆς*), Kilikie mezi roky 50 až 75 n.l.
- Lonicer A.: *Naturalis Historiae Opus Novum: ...*, Chr. Egenolphum, Frankfurt 1551. Nové vydání True World Books, Delhi 2017.
- Wöger K.: *Dtsch. Destillateur-Ztg.* 59, 457 (1938).
- Halley N.: *The Wordsworth Dictionary of Drink: An A–Z of Alcoholic Beverages*, str. 627. Wordsworth Editions Ware, 2005.
- Salamon I., Petruska P.: *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 51, S479 (2017).
- Salamon I.: <https://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1000657/1743271/Oblubeny-ihlicnan-nezavana-len-alkoholom-Kvapocky-oleja-z-borievok-bolizaludocnym-vseliekom>, staženo 13. 3. 2021.
- Vydržel A.: *Codex Agrol, Codex-Agrol-Vydržel*, Olomouc 1935.
- Štaffl F.: *Likérnický receptář*, Štaffl, Praha 1940.
- Kolektiv: *Chronica Saccharica Acta*, díl 2, str. 201. Levog Albertov, 1973–1978.
- Warner J., Her M., Gmel G., Rehm J.: *Am. J. Public Health* 91, 375 (2001).
- Bonn A.: *Ann. des Falsifications* 2, 505 (1909).
- [https://everything2.com/index.pl?node\\_id=246150](https://everything2.com/index.pl?node_id=246150), staženo 13. 3. 2021.
- Bais S., Gill N., Rana N., Shandil S.: *Int. Scholarly Res. Not.* 2014, 634723.

22. <http://www.angosturabitters.com/history.htm>, staženo 13. 3. 2021.
23. Adams D.: *Restaurant na konci vesmíru*, Argo, Praha 2002.
24. <https://www.statista.com/outlook/cmo/alcoholic-drinks/spirits/gin/worldwide>, staženo 13. 3. 2021.
25. Buck N., Goblirsch T., Beauchamp J., Ortner E.: *Appl. Sci.* 10, 7269 (2020).
26. Vichi S., Riu-Aumatell M., Mora-Pons M., Buxaderas S., López-Tamames E.: *J. Agric. Food Chem.* 53, 10154 (2005).
27. Barjaktarović B., Sovilj M., Knez Ž.: *J. Agric. Food Chem.* 53, 2630 (2005).
28. Salehi B. a 11 spoluautorů: *Biomolecules* 9, 738 (2019).
29. Zhou J. Y., Tang F. D., Mao G. G., Bian R. L.: *Acta Pharmacol. Sin.* 25, 480 (2004).
30. Machado T. Q., Felisberto J. R. S., Guimarães E. F., de Queiroz G. A., da Fonseca A. C. C., Ramos Y. J., Marques A. M., de Lima Moreira D., Robbs B. K. (2021), doi: 10.1080/14786419.2021.1895148.
31. Jang J. H., Lee C.: *Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo* (2020), KR 2020050436 A 20200511.
32. El-Sayed A. M.: *The Pherobase, Database of Pheromones and Semiochemicals*, Hort Research Lincoln, 2021. <https://www.pherobase.com>, staženo 14. 3. 2021.
33. Özbek H., Yilmaz B.: *Acta Pharm. Sci.* 55, 7 (2017).
34. Banerjee S., Singh H., Chatterjee T. K.: *Int. J. Pharm. Bio Sci.* 4, P10 (2013).
35. Pepeljnjak S., Kosalec I., Kalodera Z., Blazević N.: *Acta Pharm.* 55, 417 (2005).
36. Chaudhury R. R.: *Nat. Med. J. India* 6, 199 (1993).
37. Tomovic V. a 10 spoluautorů: *Foods* 9, 1066 (2020).
38. Schilcher H., Emmrich D., Koehler C.: *PZ Wiss.* 6, 85 (1993).
39. Koruk S. T., Ozyilkcan E., Kaya P., Colak D., Donderici O., Cesaretli Y.: *Clin. Toxicol.* 43, 47 (2005).
40. European Commission, DG Environment: Appendix 2 Review of Annex IV of the Regulation No. 1907/2006 (REACH), Evaluation of existing entries (2008).
41. Bejček J., Spiwok W., Kmoníčková E., Ruml T., Rimpelová S.: *Chem. Listy* 115, 4 (2021).
42. Jurášek M., Opletal L., Kmoníčková E., Drašar P.: *Chem. Listy* 115, 363 (2021).
43. Kaczorová D., Berés T., Zeljković S. Č., Bjelková M., Kuchař M., Tarkowski A. P.: *Chem. Listy* 114, 277 (2020).
44. Rádl S.: *Chem. Listy* 115, 246 (2021).

**M. Jurášek<sup>a</sup>, L. Opletal<sup>b</sup>, and P. Drašar<sup>a</sup>** (<sup>a</sup> *Department of Chemistry of Natural Compounds, University of Chemistry and Technology, Prague*, <sup>b</sup> *Department of Pharmaceutical Botany and Ecology, Faculty of Pharmacy in Hradec Králové, Charles University in Prague, Hradec Králové*): **On Juniper Berries and Juniper Brandy**

Distilled drinks with juniper have been known for centuries for their medicinal capacity as well as for their taste, flavor and popularity. A brief history of such beverages is described and a list of chemical compounds responsible for their taste and aroma is given. The biological properties of the basic taste and aroma components are also presented.

Full text English translation is available in the on-line version.

Keywords: juniper, juniper berries, gin, borovička, history, biological activity,  $\alpha$ -pinene

## ON JUNIPER BERRIES AND JUNIPER BRANDY

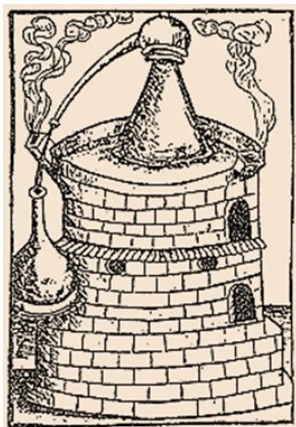
MICHAL JURÁŠEK<sup>a</sup>, LUBOMÍR OPLETAL<sup>b</sup>,  
and PAVEL DRAŠAR<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemistry of Natural Substances, University of Chemistry and Technology, Technická 5, 166 28 Prague 6, <sup>b</sup> Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, in Hradec Králové, Charles University, Heyrovského 1203, 500 05 Hradec Králové  
drasarp@vscht.cz

Keywords: juniper, juniper berries, gin, borovička, history, biological activity,  $\alpha$ -pinene



Although the distillation process was known to Greek alchemists in Alexandria, the equipment for carrying out this process is described in ancient chemical treatises, such as the manuscripts of Zosim of Panopolis in Upper Egypt from the turn of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> centuries<sup>1</sup>, *spiritus vini* was discovered only later. The key to the discovery of alcohol, known as *aqua vitae* or *aqua ardens*, were condensate coolers dating back to the 12<sup>th</sup> century A.D.<sup>2,3</sup>. Alcohol distillations are described in a two-part monograph by Hieronymus Brunschwig of Strasbourg<sup>4,5</sup> especially for the preparation of medicinal drinks, which historically included juniper distillates, now called gin. It is a flavoured distilled beverage currently made from alcohol, usually obtained from a



fermented cereal mash with juniper berries<sup>6</sup> (which is the false fruit of the female cone, *galbulus*) of *Juniperus communis* L., also known as *Juniperi pseudo-fructus*, *Juniperus optimus qualis bacca*, *Juniperi Baccaea*, *Juniperi Fructus*) as the main aromatic ingredient. Professor of medicine at the University of Leiden, Dr. Franciscus Dele Boë, known as doctor Sylvius<sup>7</sup>, who distilled juniper berries with spirits in the mid-

dle of the 17<sup>th</sup> century to prepare a cheap diuretic and thus mixed two diuretic raw materials – juniper essential oil<sup>8</sup> and grain distillate. Sylvius' primacy can be called into question by the fact that such a drink is described in Philip Massinger's play, *The Duke of Milan* from 1623. The beginnings of juniper distillate can also be traced to 11<sup>th</sup> century Benedictine monks in Salerno, southern Italy, in a convent surrounded by rolling hills and junipers. These monks used an alchemical alembic, which was also used by the father of Arabic alchemy Abu Musa Jabir ibn Hayyan called Geber in Baghdad at the court of Caliph, Harun al-Rashid, in the late 700s A.D. to prepare medicines, one of which was distilled from wine mixed with juniper berries. Juniper has been known as a medicinal herb for centuries. The Romans burned juniper branches for cleansing, and medieval plague doctors filled the beaks of their haunting masks with juniper to protect them from the Black death. Across Europe, pharmacists served juniper wines against cough, colds, pains, and cramps, apparently according to the teachings of the Greek physician Pedanius Dioscorides from the 70s A.D.<sup>9</sup>. The oldest Dutch recipe for gin (*Aqua Juniperi*, *genererbessenwater*) can be found in a book from 1551 by Adam Lonicer<sup>10</sup>. Steinhäger and Wacholderbranntwein were similarly produced in the German lands<sup>11</sup>; by the decree of 1688, the "Grand Elector" Frederick William of Brandenburg, as Earl of Ravensberg, granted the people of Steinhagen the exclusive privilege of distilling this alcohol with the flavour of juniper<sup>12</sup>. In Slovakia, such a drink, although much stronger in taste, has been known as borovička since the 16<sup>th</sup> century, when the Jesuits produced such brandy as a medicine after arriving in Turiec<sup>13,14</sup>. It has nothing to do with pine (in Czech "borovice" *Pinus*) but with the Slovak name for juniper berries – borievky. In Slovenia, it is brinjevec, berryshka, in Serbia, klekovača, kleka, and the like.

Borovička (juniper brandy) can also be made directly from fermented mash from crushed juniper berries, because if they ripen well, they contain up to 30% sugars, especially glucose and fructose. The classical procedure cited by Codex Agrol<sup>15</sup> (against the original recipe, we "modernized" some names) takes 100 kg of crushed juniper berries, 300 L of water and lets it ferment at 32 °C. The so-called "fermentation starter" from brewery yeast ammonium sulphate and superphosphate was added to the mixture. The fermented mash is distilled and the essential oil (*Oleum Juniperi baccarum*) is collected from the distillate. The "dry" residues are mixed with potato alcohol and the mixture is distilled again. The two distillates are mixed. Therefore, from 100 kg of juniper berries we get 12 L of borovička. Unlike the borovička Šteffl<sup>16</sup> in his classic recipe for "Dutch genèvre" takes 1.8 kg of fresh juniper berries, 15 L of water, and 10 L of 96% alcohol, which distils to 60% (10 L). This distillate is mixed with

18.5 L of 96% alcohol, 1.6 kg of sugar syrup from 800 mL of water, and 13 g of citric acid, 4 g of anise essential oil (*Etheroleum Anisi vulgaris*), 1 g of bitter orange essential oil (*Oleum Aurantii pericarpium*), 8 g of celery oil (*Apii aetheroleum e fructibus*) and finally 21 L of distilled water added. In another recipe, in addition to juniper essential oil, it also adds borovička itself, brandy, cinnamon essential oil (*Oleum Cinnamomi*), orange essential oil (*Oleum Aurantii pericarpium*), angelica essential oil (*Oleum Angelicae*), and calamus oil (*Calami aethereum*).

A recipe for a famous laboratory Juniperáš has been preserved in the archives<sup>17</sup>, on which we take 400 g of crushed juniper berries and 600 mL of 70% alcohol and macerate them for 8 days, drain the liquid and repeat the maceration once more. We press the junipers and combine the extracts to get the essence. To 2 L of 50% alcohol, add 7 mL of essence, 5 drops of lemon essential oil (*Oleum Citri*). Distil the mixture via the Vigreux dephlegmator at least 10 cm long and take the distillate until b.p. 90 °C. Dilute the distillate to 50% with distilled water, add 0.25 g of vanilla sugar, 0.5 mL of glycerine, and 1 drop of sulfuric acid p.a. In some processes, an extract of needles of dwarf mountain pine (*Pinus mugo*) and needles of European red pine (*Pinus sylvestris* L.) is added before distillation.

The name gin comes from the French name for juniper berries (genièvre), which the Dutch changed to genever (jenever) and then shortened to gin. The drink was transferred to England by soldiers returning from the Netherlands as "Dutch courage" and was extremely popular, especially during the reign of British King William III. In the 18<sup>th</sup> century, excessive consumption by the lower classes created a social problem, called<sup>18</sup> i.a. a "gin epidemic", although it was initially sold in pharmacies as a cure for kidney, stomach, lumbago, gallstones, and gout. Beginning in 1736, the first law came from the so-called Gin Acts, the aim of which was to balance the price / tax ratio for a drink intended for the majority of the population and at the same time increase government revenues. Even the laws did not restrict consumption, but during the 19<sup>th</sup> century the problem of intoxication among proletarians of πολλοί prolonged and Charles Dickens in his novels described pubs known as "gin palaces", at which time there were almost 10,000 liquor stores in London alone. It was administered in a strength of up to 50% (ref.<sup>19</sup>) and sometimes, to the horror, a turpentine-flavoured grain distillate<sup>20</sup>, which, in all respect, is not entirely out of question, because over 50% of distillable juniper berries essential oil is  $\alpha$ -pinene<sup>21</sup>, one of main components of turpentine.

Dry English or American gins have more flavourings added than Dutch gins, also called Holland gins, Geneva, Genever, or Schiedam (a distillation centre near Rotterdam), and each distillery uses its own recipe, which uses herbs such as angelica roots in addition to juniper berries, irises and liquorice, lemon and orange peel, cinnamon peel, anise, cumin, cardamom, coriander and fennel. Dutch gins do not taste very good to combine well with other drinks and are usually served alone or with water. Towards the end of the 19<sup>th</sup> century, leading London distilleries

began producing new unsweetened gin with the nickname "dry", and even later "dry London", in contrast to "Plymouth gin", which is sweetened. In the sugar content between London's dry and Plymouth's is "Old Tom gin".

Gin was drunk on Royal Navy ships (with up to 57% "Navy Strength" alcohol) flavoured with a bit of the medicinal bitters *Angostura* ("pink gin") allegedly against seasickness<sup>22</sup>. Gin, when mixed with quinine water (tonic water), was served as a specific antimalarial agent in many parts of the remote British Empire and today survives as a "gin-tonic" even throughout the universe (jynnan tonnyx, gee-N'N-T'N-ix)<sup>23</sup>.

Today, the world produces nearly a billion litres of gin a year (for more than \$ 15 billion); with an expected annual increase of 6.7%, gin is a very good commodity<sup>24</sup>. At present, the main components for the production of gin, London dry type, in addition to at least 37.5% alcohol and female "cones" of juniper (*Juniperus communis* L.), coriander achenes (*Coriander sativum* L.), lemon (*Citrus limon* L.) and orange peel (*Citrus sinensis*), cassia bark (*Cassia fistula*), iris root (*Iris florentina* L.), cardamom seeds (*Elettaria cardamomum* L.), angelica root (*Angelica archangelica* L.), cinnamon bark (*Cinnamomum zeylandicum*), calamus root (*Acorus calamus* L.), achenes of fennel (*Foeniculum vulgare*), anise (*Pimpinella anisum*), ans of cumin (*Cuminum cynimum* L.), bitter almonds (*Prunus amygdalus* L.) and liquorice root (*Glycyrrhiza glabra*), a maximum of 0.1 g L<sup>-1</sup> sugar and an extremely low methanol content<sup>25</sup>. Over 70 volatile constituents have been identified, responsible for the taste and smell of London dry gin, mainly derived from juniper and coriander, monoterpenes, sesquiterpenes and their oxidised derivatives<sup>26</sup>. Juniper itself contains up to over 3% essential oil. The composition of volatile fractions from juniper varies considerably, consisting mainly of monoterpenes (58–85%) with  $\alpha$ -pinene as the main component (10–76%), and a number of other monoterpenes, mainly sabinene (1–28%),  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene, limonene and terpinen-4-ol; small amount of sesquiterpenes (2–10%); aldehydes; alcohols; and other oxo compounds<sup>27</sup>.

The "aromatic components" include in particular myrcene, limonene, 1,8-cineole, nonanal, linalool (mixture of licareol and coriandrol), estragole (1-allyl-4-methoxybenzene), *trans*-anethole, in significantly varying concentrations according to manufacturer and brand from 0.6 to 28 mg L<sup>-1</sup>, further  $\alpha$ -pinene, camphene, terpinen-4-ol, limonene, humulone, juniper camphor, borneol, cadinene,  $\delta$ -carene,  $\gamma$ -terpinene, *p*-cymene, *rel*-(2*R*,4*S*)-tetrahydro-4-methyl-2-(2-methyl-1-propenyl)-2*H*-pyrane ((*Z*)-rose oxide), citronellal, citral, geraniol, hexanal, octanal, decanal, (*E*)-2-hexenal, (*E*)-2-decenal, (*E,E*)-2,6-nonadienal, oleic, linoleic and linolenic acids<sup>25</sup>. Flavonoids and a number of bicyclic diterpenes are also present.

Regarding the effects of gin and its components on human health, apart from the alcohol itself, let us look at, for example,  $\alpha$ -pinene (2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2-pinene, ( $\pm$ )- $\alpha$ -pinene, Acinten A, Leavo 95, NSC 7727, PC 500, Sylvapin A) of which more than 50% is in distillable juniper essential oil<sup>21</sup>. A wide range of its phar-

macological activities have been described, including modulation of antibiotic resistance, anticoagulant, antimicrobial, antifungal, antimalarial, antileishmanic, anti-inflammatory, analgesic, anxiolytic, gastroprotective, cytoprotective, anticonvulsant, anti-convulsant and neuropro-

tective effects, against pancreatitis, stress-stimulated hyperthermia and pulpal pain<sup>28</sup>. Inhibitory activity against breast cancer and leukaemia was also found<sup>29</sup>, and on more tumours<sup>30</sup>. It has been patented that  $\alpha$ -pinene can restore the methamphetamine-damaged dopamine sys-

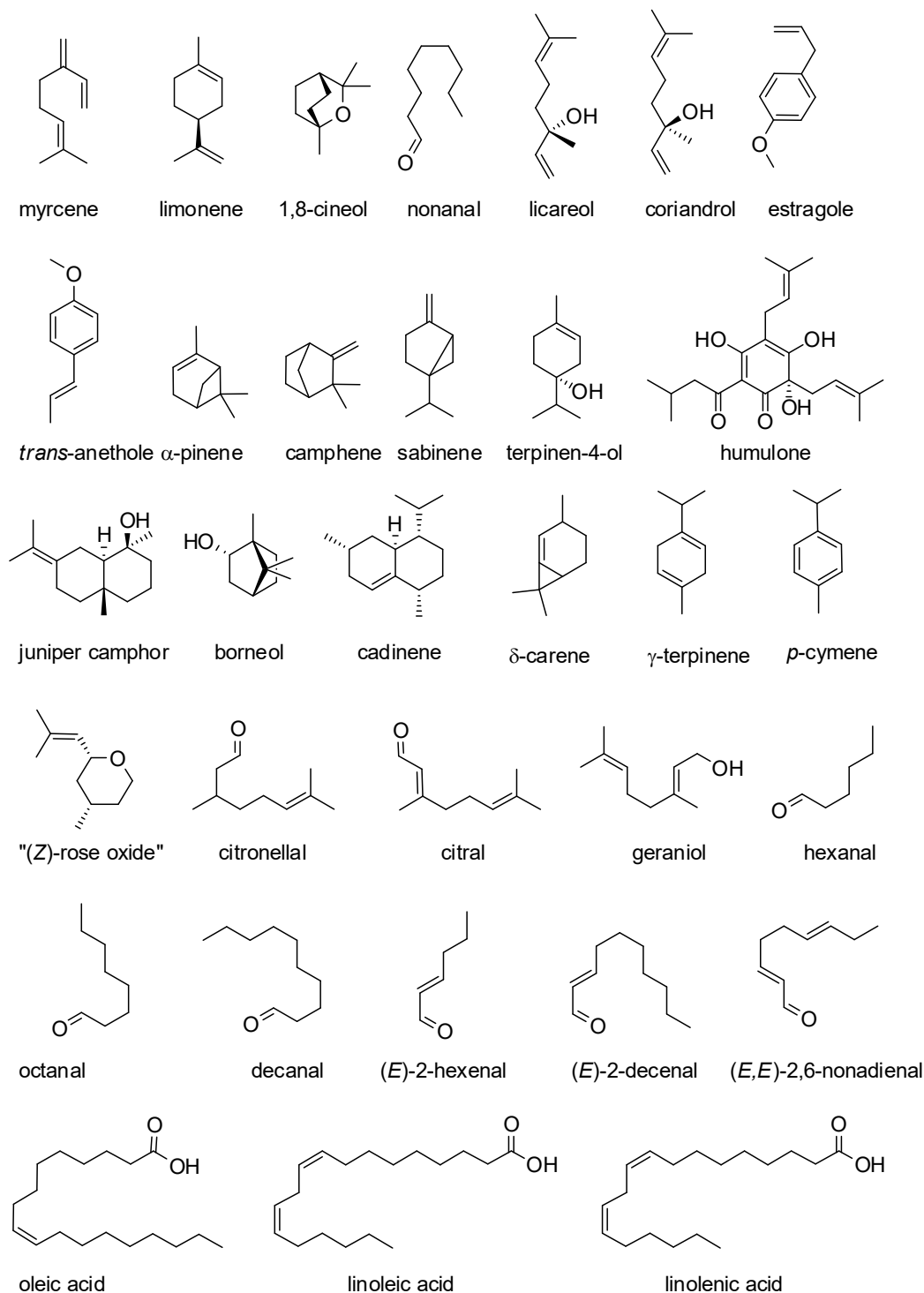


Fig. 1. The main ingredients responsible for the taste and smell of London dry gin



(1R,5R)-(+)- $\alpha$ -pinene(1S,5S)-(-)- $\alpha$ -pinene(1R,5R)-(+)- $\beta$ -pinene(1S,5S)-(-)- $\beta$ -pinene

tem<sup>31</sup>. Among other things,  $\alpha$ -pinene is a pheromone attractant for a large number of insect species<sup>32</sup>.

For exactness, pinenes are 4 stereoisomers, (+)- $\alpha$ , (-)- $\alpha$ , (+)- $\beta$ , and (-)- $\beta$ , which have very low toxicity<sup>33</sup> and which are even labelled for the food industry as GRAS<sup>28</sup>. If we talk about  $\alpha$ -pinene, we are talking about a mixture of (+)- $\alpha$ , (-)- $\alpha$  isomers.

Juniper berries are considered a diuretic and urinary antiseptic, antidiabetic and antihyperlipidemic, anti-inflammatory, anti-flatulence, and watery, stimulant of blood flow in the pelvic area and uterus, to facilitate menstruation, migraine, rheumatic and painful swelling, stimulate further sweating and digestion and many other problems<sup>21,34,35</sup>. Juniper has also been studied in India as an herbal oral contraceptive<sup>36</sup>. Juniper oil has also been used as a "healthier" alternative to sodium nitrite in the production of dry fermented smoked meat products<sup>37</sup>, it is not for nothing that the good "folk" smoking practice (if we do not smoke directly on juniper wood smoke) dictates at least a juniper branch in the fire at the end of smoking (unfortunately in the Czech Republic, juniper is protected by law).

To provide information on the other hand, German pharmacists report that long-term use or overdose of juniper berries can lead to kidney damage, albuminuria, and haematuria; negative effects are attributed to the high content of monoterpenes, such as pinenes, and the low content of terpinen-4-ol<sup>38</sup>. Juniper tar (*Pix juniperi*, usually from *Juniperus oxycedrus*, once used as a dermatological agent) poisoning has also been described, which has caused fever, severe hypotension, kidney failure, liver problems and skin problems<sup>39</sup>. (However, sucrose can also be overdosed, LD50 = over 29 g kg<sup>-1</sup>, ref.<sup>40</sup>.) If it is already gin and similar drinks, liver damage and other health risks are certainly obvious.

In order not to translate the terms as evening primrose oil (which is sometimes translated to Czech as the oil of "evening"primroses (večerní petrklíčový olej) or guinea pig as "Guinea piglet" (guinejské prasátko), we must point out the fact that "cotton gin" is a device for ginning cotton and not gin made from the fruits of this plant.

We present this paper as a textbook describing various interesting aspects of the chemistry of natural substances<sup>41,42</sup> also because we want to react in this way to the number of ideas, half-truths, and nonsenses that are spread around natural compounds today. It is clear that the study of natural substances, such as substances from renewable sources, is one of the ways to contribute cheaply and effectively to the general good<sup>43,44</sup>. If this is done with a natural substance which, moreover, has negligible toxicity, almost zero contraindications, and which has been used by mankind for thousands of years, it is only beneficial.

## REFERENCES

- Zosimos of Panopolis: *The Book of Pictures „Mushaf as-suwar“*, viz Berthelot M.: *Collection des anciens alchimistes grecs*, vol. 3, p. 161. Paris, 1887–1888. <https://archive.org/details/collectiondesanc01bert/page/n75/mode/2up>, downloaded 15. 3. 2021.
- Doxat J.: *Stirred-Not Shaken: The Dry Martini*, Hutchinson, London 1976.
- Multhaupt R. P.: *The Origins of Chemistry*, Oldbourne, London 1966.
- Brunschwig H.: *Liber de arte destillandi de Simplicibus*, J. Grueninger, Strassburg 1500; *Liber de arte destillandi de compositis*. J. Grueninger, Strassburg 1507.
- Partington J. R.: *A History of Chemistry*, Macmillan, London 1961.
- ČS lékopis, [http://www.lekopis.cz/Kap\\_6\\_1\\_Juniperifruktus.htm](http://www.lekopis.cz/Kap_6_1_Juniperifruktus.htm), staženo 13. 3. 2021.
- Koehler U., Koehler N., Weissflog A.: *Dtsch. Med. Wochensch.* 145, 1828 (2020).
- Nunneley F. B.: *Med. Chir. Trans.* 53, 31 (1870).
- Dioscorides P.: *De materia medica* (Διοσκοουρίδης Π.: *Περὶ ὄλης ἰατρικῆς*), Kilikie mezi roky 50 až 75 n.l.
- Lonicer A.: *Naturalis Historiae Opus Novum: ...*, Chr. Egenolphum, Frankfurt 1551. Nové vydání True World Books, Delhi 2017.
- Wöger K.: *Dtsch. Destillateur-Ztg.* 59, 457 (1938).
- Halley N.: *The Wordsworth Dictionary of Drink: An A-Z of Alcoholic Beverages*, str. 627. Wordsworth Editions Ware, 2005.
- Salamon I., Petruska P.: *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 51, S479 (2017).
- Salamon I.: <https://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1000657/1743271/Oblubeny-ihlicnan-nezavana-len-alkoholom--Kvapocky-oleja-z-borievok-boli-zaludocnym-vseliekom>, staženo 13. 3. 2021.
- Vydržel A.: *Codex Agrol, Codex-Agrol-Vydržel*, Olomouc 1935.
- Štafl F.: *Likérnický receptář*, Štafl, Praha 1940.
- Kolektiv: *Chronica Saccharica Acta*, díl 2, str. 201. Levog Albertov, 1973–1978.
- Warner J., Her M., Gmel G., Rehm J.: *Am. J. Public Health* 91, 375 (2001).
- Bonn A.: *Ann. des Falsifications* 2, 505 (1909).
- [https://everything2.com/index.pl?node\\_id=246150](https://everything2.com/index.pl?node_id=246150), staženo 13. 3. 2021.
- Bais S., Gill N., Rana N., Shandil S.: *Int. Scholarly Res. Not.* 2014, 634723.

22. <http://www.angosturabitters.com/history.htm>, staženo 13. 3. 2021.
23. Adams D.: *Restaurant na konci vesmíru*, Argo, Praha 2002.
24. <https://www.statista.com/outlook/cmo/alcoholic-drinks/spirits/gin/worldwide>, staženo 13. 3. 2021.
25. Buck N., Goblirsch T., Beauchamp J., Ortner E.: *Appl. Sci.* 10, 7269 (2020).
26. Vichi S., Riu-Aumatell M., Mora-Pons M., Buxaderas S., López-Tamames E.: *J. Agric. Food Chem.* 53, 10154 (2005).
27. Barjaktarović B., Sovilj M., Knez Ž.: *J. Agric. Food Chem.* 53, 2630 (2005).
28. Salehi B. and 11 co-authors: *Biomolecules* 9, 738 (2019).
29. Zhou J. Y., Tang F. D., Mao G. G., Bian R. L.: *Acta Pharmacol. Sin.* 25, 480 (2004).
30. Machado T. Q., Felisberto J. R. S., Guimarães E. F., de Queiroz G. A., da Fonseca A. C. C., Ramos Y. J., Marques A. M., de Lima Moreira D., Robbs B. K. (2021), doi: 10.1080/14786419.2021.1895148.
31. Jang J. H., Lee C.: *Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo* (2020), KR 2020050436 A 20200511.
32. El-Sayed A. M.: *The Pherobase, Database of Pheromones and Semiochemicals*, Hort Research Lincoln, 2021. <https://www.pherobase.com>, staženo 14. 3. 2021.
33. Özbek H., Yilmaz B.: *Acta Pharm. Sci.* 55, 7 (2017).
34. Banerjee S., Singh H., Chatterjee T. K.: *Int. J. Pharm. Bio Sci.* 4, P10 (2013).
35. Pepeljnjak S., Kosalec I., Kalodera Z., Blazević N.: *Acta Pharm.* 55, 417 (2005).
36. Chaudhury R. R.: *Nat. Med. J. India* 6, 199 (1993).
37. Tomovic V. and 10 co-authors: *Foods* 9, 1066 (2020).
38. Schilcher H., Emmrich D., Koehler C.: *PZ Wiss.* 6, 85 (1993).
39. Koruk S. T., Ozyilkan E., Kaya P., Colak D., Donderici O., Cesaretli Y.: *Clin. Toxicol.* 43, 47 (2005).
40. European Commission, DG Environment: Appendix 2 Review of Annex IV of the Regulation No. 1907/2006 (REACH), Evaluation of existing entries (2008).
41. Bejček J., Spiwok W., Kmoníčková E., Ruml T., Rimpelová S.: *Chem. Listy* 115, 4 (2021).
42. Jurášek M., Opletal L., Kmoníčková E., Drašar P.: *Chem. Listy* 115, 363 (2021).
43. Kaczorová D., Béres T., Zeljković S. Č., Bjelková M., Kuchař M., Tarkowski A. P.: *Chem. Listy* 114, 277 (2020).
44. Rádl S.: *Chem. Listy* 115, 246 (2021).

### Abstract

Distilled drinks with juniper have been known for centuries for their medicinal capacity as well as for their taste, flavor and popularity. A brief history of such beverages is described and a list of chemical compounds responsible for their taste and aroma is given. The biological properties of the basic taste and aroma components are also presented.