

## A nem csak keserű komló...

CSULAK Gergely<sup>1</sup>

DOI: [10.29180/978-615-6342-76-8\\_9](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-76-8_9)

### Absztrakt

A sör ízprofiljának kialakításán túlmenően, a komló szerepet játszik az ital mikrobiológiai stabilitásában, amelyre eltérő hatást gyakorolnak a különböző nemeskomló fajták. Az élelmiszertudományi kutatások természetükből adódóan az alapanyagokkal, az alkalmazott technológiával és a különböző készülségi állapotban lévő termék, többek között kémiai, mikrobiológiai, érzékszervi tulajdonságaival foglalkoznak, a történeti előzményekkel és a sör evolúciójával kevéssé vagy egyáltalán nem.

A komló, mint a sörkészítés egyik alapanyaga széleskörben ismert, azonban ez nem volt mindig így, hiszen az ital nagyjából 8000 éves történetének csupán az utolsó 12-13 évszázadában vált szinte kihagyhatatlanná. Kezdetben a vadon termő tobozok begyűjtésével igyekeztek a sörfőzdék igényeit kielégíteni, azonban a 9. századra ez már nem volt elegendő és elkezdődött a komlótermesztés, majd komlónemesítés kialakulása.

Számos jelentősebb esemény során jutott el oda a söripar, hogy ma már sztenderd eljárásnak számítson az aroma-, az örvénykadas- vagy éppen a hidegkomlózás. Ezen összefoglaló cikkben kívánom bemutatni a komló és a sörfőzés történetét, illetve az alkalmazott komlózási technológia változását, fejlődését.

**Kulcsszavak:** komló (*humulus lupulus*), komlótermesztés, komlózás, sörtechnológia, sörtörténet

### Bevezetés

A tanulmány a komló történetének fontosabb mozzanatait és komplex szerepét kívánja bemutatni a sörfőzésben, azonban a terjedelmi korlátok miatt nem tűzte ki célul a részletekbe menő információk átadását, hanem inkább szélesebb rálátás kialakítására törekedett.

IV. Vilmos bajor herceg 1516-ban kiadott rendeletében, a Reinheitsgebot-ban olvasható, hogy a sör csak árpa (maláta), komló és víz felhasználásával készülhet. Természetesen az élesztőről nem feledkeztek meg, hanem annak létezéséről még nem volt tudomásuk. Erre egészen Louis Pasteur a mai mikrobiológiát megalapozó munkásságáig kellett várni a XVIII-XIX. század fordulójáig (Hanel et al., 2016). A fentebb említett 4 alapanyag együtt állása a sör teljes történetére visszatekintve nem volt ennyire egyértelmű, mint napjainkban. A sör hozzávetőlegesen 8-9000 éves idővonalának csupán az utolsó negyedében beszélhetünk a komló tudatos, ilyen irányú felhasználásáról és ezen belül is csupán az utolsó évezredben vált szinte kihagyhatatlanná.

Számos, napjainkra újra felfedezett sör típus még a komló általános alapanyaggá válása előtt született meg és tartotta meg eredeti karakterét, igaz, jelentőségük inkább csak lokális maradt. A főáramhoz tartozó kraft sörfőzdék portfóliójában például biztosan található gose, amely egy sós-savanyú sör típus és így rendkívül jól ízesíthető további anyagokkal, például

---

<sup>1</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Vendéglátás Tanszék. Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, e-mail: [csulak.gergely@uni-bge.hu](mailto:csulak.gergely@uni-bge.hu)

gyümölcsökkel, fűszerekkel. A sör típus története egészen a középkorig nyúlik vissza, bizonyosan mondható, hogy több, mint 1000 évvel ezelőtt már főzték Goslar városában. Valódi különlegessége a sörfőző vízből adódik, amely természetes módon nagyobb mennyiségben tartalmazott sót, mint más sörfőző vizek, hiszen a környék sóbányászata is jelentős volt (Allen, 2018).

A kisüzemi sörforradalom egy az 1970-es években indult és napjainkban is zajló folyamat, amelynek valamennyi irányvonalát vizsgálva látható, hogy az egyik kulcselem, az évszázados alapanyag, a komló, túlmutatva a tradicionális szerepén. A komlóközpontú sörfajták alapjául minden esetben a tradicionális brit sör típus az India Pale Ale (IPA) szolgált, hiszen az első American Pale Ale sör a san francisco-i Anchor sörfőzde Liberty Ale-je volt, amely egy amerikai nemesítésű komlókkal készített, újra gondolt IPA volt (Vetek, 2015). Az IPA sör típus gyökerei egészen az 1500-as évekig nyúlnak vissza és igazán tetten érhető rajta a globalizáció előszele. Anglia éléskamrájában a flamand betelepülés hatására kezdődött meg a komlótermesztés, amely lehetővé tette ezen fajta létrejöttét (Haugland, 2014). Bellamy 2012-ben publikálta, hogy a világos felsőerjesztésű brit söröktől több szempontból is különbözik az India típus, hiszen nagyobb mennyiséget használtak mind a malátából, mind a komlóból. Ennek eredményeként a sör típus keserű ízvilágú, magasabb alkoholtartalmú, könnyedebb és világosabb lett, mint az akkoriban domináns sötétebb barna ale-ek, porterek vagy stout-ok.

### **Komló-történeti szemelvények**

A komló (*Humulus lupulus* L. (Cannabaceae)) a kenderfélék családjába tartozó, kétlaki, kúszó növény, virágzata toboz alakú, amely változatos formát ölt a fajtáknak megfelelően. Természetes élőhelye mocsaras, lápos területek és nedves éger-tölgyes erdők. A talajvízelvezetés és erőirtások következtében a komló ma vadon sövényekben és bozótokban nő (Tutin et al., 1964).

A komló sörben való felhasználásának legkorábbi bizonyítéka lehet egy a babiloni fogság idejéből származó rabbinikus feljegyzés, amely szerint a zsidók időszámításunk előtt 597-ben, azért menekültek meg a leprától, mert komlóból készült sört ittak. Meg kell jegyezni, hogy ebben az időben ugyanazon elnevezéssel illeték a komlóval rokon számos gyógynövényt is, így gyűjtőfogalomként jelenthette valóban a komlót is (Wilson, 1975). Egyes népek eposzai szólnak a komlós sörről már a Krisztus utáni időszak egészen korai szakaszában is (például a finn eredetmítoszban, a Kalevalában olvasható, hogy a Kaukázusban már készítettek ezen időszakban ilyen sört), azonban ezt nem sikerült alátámasztani. Éppen ellenkezőleg, amennyiben a kaukázusi komlózott sör létezett volna, akkor az a keresztény Európa területén (Róma, Baltikum, Dánia, Cseh és Magyar Királyság) a kereskedelmi kapcsolatok miatt biztosan elterjedt volna és így rendelkezésre állnának erről feljegyzések (Case, 1959).

A komló virágzatait kezdetben a vadon termő növényekről gyűjtögették. A komlótermesztés a mai Németország területén kezdődött el a 9. század közepén (859 és 875 között) (Fragó et al., 2009). Az alkalmazkodóképes vadon élő komlók klónozásával kezdődött minden, ami olyan tájfajták nemesítéséhez és termesztéséhez vezetett, mint a Fuggle és Goldings Angliában, a Tettmanger és Hallertauer Mittelfrüh Németországban, valamint a Žatec Csehországban. Ezen fajták és leszármazottiak ma is bázisát jelentik a komlótermesztésnek, ezek a tipikus európai aromakomlók alacsony gyantatartalommal bírnak, így alfasav tartalmuk 5-8%-körül mozog (Stajner et al., 2008). Az újonnan nemesített komlófajták száma erőteljesen bővült a 19. század folyamán (Fragó et al., 2009).

Corbie Adalhard apát 822-ben a *Consuetudines Corbeienses* című művében rendelte el, hogy a kaput felügyelő szerzetes a tizedként kapott komlót kapja meg és főzzön belőle sört (Wilson,

1975). A nyugati monostorok (Fontanelle és St. Denis) hasonló feljegyzései is a 8-9. század fordulójára tehetőek, St. Germain-ben is tizedként hivatkoznak a komlóra (Nelson, 2005). A sörfőzöt, mint szakmát Angliában 1086-ban már említik brassatores néven, illetve a 11-12. században Aachen, Bamberg és Huy főispánjának szolgálatában is álltak, ilyen szakemberek, amely hatással volt a professzionális sörkészítés kialakulására (Meussdoerffer, 2009).

1970. szeptemberében a Graveney-csatorna építési munkálatai közben fedezték fel egy az időszámításunk szerinti 9. századból származó klinker technikával épített hajó maradványait (Evans, 1971). Ezen építési technika jellemző volt a korszak szállító, kereskedő hajóira, amely leginkább a viking tapasztalatokon alapult és a palánkozási technológiájában tért el a délebbre alkalmazott carvel metódus eszközeitől (Crumlin-Pedersen, 2009). Wilson 1975-ben publikált kutatásából kiderült, hogy a fentebb említett hajó roncsai között számos növény maradványait lelték fel, amelyek között volt komló (*Humulus lupulus* L) is. A kutatás során fény derült arra is, hogy ezen hajó részt vehetett a csatornán áthaladó kereskedelemben, ugyanis francia és belga gyártású kerámiatöredékeket is tudtak azonosítani. A komló szempontjából ezen tény igen fontos lehet, hiszen így meg van az esélye annak, hogy külföldről érkezett, de ezen felvetést eddig még nem sikerült maradéktalanul igazolni. Azonban azt sikerült kimutatniuk, hogy ezen hajó komlórakományát valószínűleg sörfőzésre szánták, amely konkrét bizonyíték arra, hogy mind a brit szigeteken, mind a kontinentális Európában is ismerték a komlós sört a X. században.

A Balti-tenger partján élő vendek bizonyosan ismerték és használták a komlót. Ezt támasztja alá azon 1220-körüli vámrendelet is, amely szerint a vendek vámmentesen vihetik Lübeck városába a komlót (Meussdoerffer, 2009).

A Hansa Szövetség tengeri vállalkozásainak előfeltétele volt a sör, amely kereskedelmi áruként nagyban hozzájárult a tagok gazdagodásához. A hajóutak utak elvárásainak testes és komlózott sörök feleltek meg (Meussdoerffer, 2009), hasonlóan a brit IPA-hoz. Kezdetben a brémai sört emlegették Európában, majd Hamburg túlszárnyalta vetélytársát és az 1300-as évekre a Hansa Szövetség sörfőzdéjévé, legnagyobb sörkereskedőjévé vált (von Blanckenburg, 2001). A 13. századra már nem volt jellemző a vadontermő komló gyűjtögetése, helyette a városok komlókertjei látták el alapanyagga a sörfőzőket. Hamburg a sörfőzésben betöltött szerepe okán a komlótermesztésben és kereskedelemben is központtá fejlődött (Meussdoerffer, 2009).

A brit komlótermesztés Kenthez kötődik, a parlament 1554-ben engedélyezte ezen ágazat működését, azonban ebben az évszázadban még igen ingadozó volt anyagilag ez a tevékenység és ehhez hasonló bizonytalan állapot volt látható az Egyesült Államokban is. 1800-óta mondható jelentősnek ez a mezőgazdasági ágazat, a meghatározó termőterületek a Csendes-óceáni partvidéken jöttek létre (Myrick, 1899), amelyek egészen napjainkig megtartották vezető szerepüket, de már nem csak országos, hanem nemzetközi értelemben is.

Az India Pale Ale kialakulását legendák övezik, egyesek konkrét személyeket is megneveznek, mint alkotókat, ezzel szemben mások cáfolják ezeket. Annyi bizonyos, hogy a Kelet-Indiai Társaság kereskedői felfigyeltek rá, hogy a hosszú, Angliából Indiába tartó, Afrikát megkerülő hajóúton bizonyos sörök minősége romlott, illetve fogyaszthatatlanná vált, míg más hordók tartalmának még jót is tett a rendelkezésre álló érlelési idő. Azon tételek vészelték át a hosszú hajóutat jelentősebb romlás nélkül, amelyek alkoholtartalma magasabb volt, illetve erőteljesebben voltak komlózva, mint egy szokványos pale ale (angol világos sör). A későbbiekben a kereskedők, ilyen tulajdonságokkal bíró sört rendeltek és szállítottak Indiába, amelyet a már említett módon, India Pale Ale-nek neveztek el (Steele, 2013).

A 15. századtól a holland sörgyártás és kereskedelem jelentősége folyamatosan nőtt és fokozatosan szorította ki komlós söreivel a Hansa városok kereskedőit a skandináv és az észak-francia piacokról. A gazdasági megerősödés egyik folyományaként a hollandok Amerikában –

Új-Hollandiában és Virginiában – már az 1600-as évek elején képesek voltak lefektetni a komlótermesztés alapjait (Myrick, 1899).

A komló szempontjából igen lényeges sörítípus született meg 1842-ben Plzen-ben. Josef Groll nevéhez fűződik a mai kor talán legkedveltebb itala, a lágy vízből, dekokciós cefrézési eljárással készülő, alsóerjesztésű, világos, tükrösen tiszta, erősen komlózott sör, a pilseni. A cseh területeken a Saazer, a németeken pedig a Hallertauer fajták lettek ezen sörfajta aromakomlói (Meussdoerffer, 2009).

A bevezetőben már említett sörforradalom feltétele volt az újabb, érdekesebb komlófajták nemesítése, ennek jelentős területe az USA nyugati partvidéke volt. Ezen időszakban a növénynemesítés már tudományos alapokkal bírt, de még így is elsősorban a gazdálkodók és nemesítők generációinak felhalmozott tapasztalatára, vagyis a rokon növényfajok közötti gének átadására támaszkodott. Napjainkra ezen terület a tudomány és a matematika számos ágából származó ismereteket is magában foglal (Pauls, 1995). Az *Agrobacterium tumefaciens* talajlakó baktérium természetes gazdaszervezete komló, így a növény genetikai transzformációjához ezen mikroba tekinthető a legígéretesebb stratégiának. Horlemann és társai közölték először eredményeket a Tettnanger fajta szövetének hatékony transzformációjáról ezen baktérium segítségével (Horlemann et al., 2003).

A komló széleskörben ismert volt hagyományos gyógynövényként, mérsékelt nyugtató hatása miatt, elsősorban alvászavarok kezelésére, illetve a gyomorműködés javítására is használták és a sörfőzésben csak később vált szinte kihagyhatatlan alapanyaggá (Zanoli és Zavatti 2008). Számos kutatás zajlik az orvostudomány területén, amely a komló különböző tulajdonságait vizsgálja például a rákos megbetegedések kezelésére, illetve felhasználhatóságát gyógyhatású készítményekben és gyógyszerekben. A Committee on Herbal Medicinal Products (Növényi Gyógyszerek Bizottsága) az aprítással vagy a virágok szárításával-porításával vagy száraz, illetve folyékony kivonatként előállított termékek kapcsán, azon következtetésre jutott, hogy a komló strobil (a növény virágzatának általános elnevezése) tartalmú gyógyszerek a mentális stressz enyhébb tüneteinek kezelésére és az alvás elősegítésére sikeresen alkalmazhatók (HMPC, 2016).

### **A komlónövény szerepe a sörfőzésben**

A sörfőzésben a komló nőivarú egyedeit hasznosítják, a hím ivarú növényeket az ültetvények környékén folyamatosan gyérik, ezzel is elkerülve az esetleges beporzást, hiszen ez az ital szempontjából hasznos anyagok degradációját okozhatná.

A betakarítás előtti állapotában egyes fajtáknál barnás elszíneződés látható a tobozokon, míg másoknál a virágzat pedig egyöntetű zöld vagy zöldessárga színű. Valamennyi típusra igaz, hogy finoman összenyomva rugalmas, papírra és száraz falevélre emlékeztető hangot hallat, valamint a levélgyököknél aranyárga színű por látható, ez a lupulin. A komló virágzatát vizsgálva – a teljesség igénye nélkül – a legfontosabb összetevők, a gyanta és az olaj (Okada et al., 2014). A gyantában az alfasav felelős a keserűségért, amelyben cohumolone túlzottan magas részaránya eredményezheti az úgynevezett tapadós keserűséget, amennyiben nem ennek megfelelő módon történik a komlózás (a forralást követő periódusban, az örvénykádás szűrés közben vagy hidegkomlózáskor).

A komló mélyebb, később tudományos megismerésében több jelentős mérföldkövet is érdemes megemlíteni. 1769-ben James Baverstock hidrométert használt a komlókivonat mérésére, azonban ezen eszközök még megbízhatatlannak minősültek. A prágai Carl Josef Napoleon Balling volt, aki megalapította a fajsűrűség mérés módszerét a sörlé és cefre esetében, amelyet

napjainkig használnak a sörgyártásban. Később, 1819-ben komlóolajfrakciókat állítottak elő vízgőz segítségével, azonban az első hat komlóaroma vegyület azonosítására egészen a század végéig várni kellett. Ekkor Chapman írta le a komló jellegzetes illatáért felelős vegyületeket, a linalool-t és mircént. 1966-ban Buttery és Ling körülbelül 100 komlóolaj komponenst mutattak ki, majd Tressel és munkatársai a sör aroma-összetevőinek vizsgálata közben 47 komlóeredetűt azonosítottak a 110 komponensen belül (Schönberger, 2011).

A kész sör mikrobiológiai szempontból stabil közegnek mondható, amelyben az egyik komponens, a komló izomerizált keserűsavaival komoly szerepet játszanak, mégis néhány mikroorganizmus képes benne szaporodni (Vaughan et al., 2005). Egyes sörromlást okozó tejsavbaktériumok képesek szaporodni a sörben, hiszen igen ellenállóak a komló hatásaival szemben, a *Lactobacillus brevis* esetén komlórezisztens gént azonosítottak (Suzuki et al., 2006).

A komlót a sörfőzésben betöltött tulajdonságai, valamint alfa-sav tartalmuk alapján keserű, aroma, illetve duál típusba szokták sorolni. Almaguer és munkatársai 2011-ben azt publikálták, hogy az antibakteriális hatás terén eltérő értéket mutatott a vizsgált Hallertauer Perle „aroma” és Hallertauer Taurus „keserű” komló. Amíg az előbbi esetében a kivont keménygyanta aktivitását nem lehetett kimutatni, addig az utóbbi fajtánál látható volt a gátlóhatás. Azon következtetésre jutottak, hogy a mikrobiológiai stabilitáshoz a keménygyanta keserű anyagai járulnak hozzá.

A komlóvegyületek igen eltérő hatással vannak a sörromlást okozó baktériumokra, így abban az esetben, ha ezek közül egy-egy felhasználásával kívánják egy sörfőzdében a romlást meggátolni, úgy szükségszerű pontosan ismerni a károsítót, mivel a komló érzékenységek nagyon eltérő. A forralás utáni, további komló adagolása, mind az örvénykádás forró seprő elválasztás, mind a hidegkomlózás esetén növelheti a sör  $\alpha$ -sav tartalmát, így a sör mikrobiológiai stabilitását is. Ebből következően, mikrobiológiai szempontból kívánatos lehet ezen érték növelése, azonban az érzékszervi tulajdonságok terén a keserűérték már negatív szintre emelkedne, ezért ezen módszer nem követendő (Michel et al., 2020). A tejsavbaktériumok mellett a sör romlását más mikrobák is okozhatják, mint például néhány Gram-negatív baktérium, amelyek a gombákhoz hasonlóan, zavarosságot, kellemetlen szagot eredményeznek, és ez diacetil és hidrogén-szulfid jelenlétére utal. A komló által kifejett antibakteriális hatás a Gram-pozitív baktériumokkal szemben figyelhető meg. A tradicionálisan, illetve a nagy tömegek által kedvelt alacsony alkoholtartalommal bíró és enyhén komlózott sörök esetén fennáll a veszélye újabb, eddig még ilyen téren nem azonosított baktériumok megjelenésének (Sakamoto et al., 2003).

A cefrézés után, a komló hozzáadásával a forraláskor az antioxidáns aktivitás emelkedik, míg a cefreszűrés, a fermentáció és szűrés után csökkenés tapasztalható. A humulon, azaz alfa-sav kiváló antioxidáns összevetve más komló polifenolokkal, tehát a keserűsavak jelentősen hozzájárulnak ezen aktivitáshoz (Gorjanović et al., 2013). A komló növénynek nem csupán a tobozvirágzatai, hanem a friss hajtásai is jelentős antioxidáns aktivitást mutatnak, a flavonoidok ezen forrása jelentős lehet az étrendbe történő beépítéssel (Maietti et al., 2017). A komlócentrikus sörök, például IPA-k esetén a komló aromakomponensei, amelyek jellemzően az olajban találhatóak, sokkal fontosabbak, mint a keserűanyagok. A sörfőzés hidegoldali komlózási eljárásainak köszönhetően a sör a felhasznált komlófajtájától függően igen érdekes, fűszeres, citrusos, fenyőgyantás, trópusi gyümölcsös aromákkal gazdagítható (Nesvadba et al., 2013).

## Komlózási technológiák változása

Annak ellenére, hogy a sörfőzés technológiai lépései jelentős mértékben nem változtak az évszázadok alatt, a komló használatában mégis azonosítható egyfajta szemléletváltás. Tradicionálisan a sörfőzés meleg oldalán, a forralásban használják a komlót, hiszen így tudnak oldódni a komlógyantából a keserűsavak, amellyel a ma megszokott sörök jellegzetes keserű utóízét érik el, illetve megtörténik a sterilizáció is. A keserű komlózásnak is nevezett lépésben magasabb alfasavtartalmú fajtákat használnak olyan közeget hozva létre, amely a sörélesztő számára megfelelő, így biztosítva a nemkívánatos mikrobák kiszorítását a cefréből (Hudson, 1966). Azon söröknél, ahol több komlóaromát szeretnének átadni a sörnek, a forralás végén maximum 5-10 percig úgynevezett aroma komlózást hajtanak végre alacsony alfasavtartalmú aroma komlókkal, amelyek már kevésbé emelik a keserűértéket, azonban a sör ízét és illatát összetettebbé teszik. Ezen eljárás még mindig a megszokott komlózási technológiák közé sorolható.

A kraft sörforradalom hatására a komló jelentékenyebb mennyiségét az IPA különböző változatainál a forralás után adagolják. A sörfőzés technológiai lépésit nézve a forralás után az örvénykádás forróseprő elválasztás, illetve a sörlé gyors lehűtése következik. Az örvénykádban a hűtési folyamat közben egyre alacsonyabb hőmérsékleti értékeken adagolnak további komlót a sörléhez. Jellemzően 70°C környékén kerül bele az első adag komló (Sharp, 2018), majd akár további 5 lépcsőben növelik a komló mennyiségét. Ezen eljárás hatására olyan különböző aromák emelhetők ki a komlóból a sörben, amelyek másként nem érvényesülnének vagy dominánsabb illatok-ízek elfednék azokat.

A technológiai sorban tovább haladva a brit sörkultúrában tradicionálisan a pub-ok kocsmárosainak, pincemestereinek feladatkörébe tartozó hidegkomlózás következik. Az erjedőben lévő sörléhez adják a receptúrában meghatározott mennyiségű komlót, hogy az a citrusos, fenyőgyantás, trópusi gyümölcsös aromáit átadva tegye komplexebbé a végterméket (Oladokun, 2017). A hideg-komlózó berendezés széleskörben elterjedt a sörfőzdék körében, amely nagyban megkönnyíti, illetve sokkal ellenőrizhetőbbé teszi a folyamatot. A komló nem a tartályba kerül, hanem azon kívül egy szűrőberendezésbe, amelyen keresztül a megfelelő ideig áramoltatják a tartályban lévő sörlevet. A New England IPA sör típus többek között ezen eljáráson alapul, így alakítva egy rendkívül magas komlótartalmú sört, amely ennek ellenére nem túlzottan keserű, hiszen a hidegkomlózással nem emelkedik számottevően a keserűérték. Teljesen standardnak mondható a Double vagy Triple Dry Hopped jelölés a komlóközpontú sörökön, ebben az esetben nem egyszer, hanem kétször vagy három alkalommal folytatják a fentebb bemutatott mozzanatot. Az előzőekben tárgyalt komlózási eljárások mellett érdemes említést tenni néhány még nem elterjedt típusról is, úgymint komlózás a cefrőzés közben, a cefre felforrása előtt, a komló főzetével, forralás nélküli sörfőzés közben.

## Összefoglalás

A komló jelentősége a sörkészítésben egyértelmű, de fontos, hogy tekintsünk rá a virágzatán alapuló gyógynövényként is, hiszen ezen tulajdonságai már jóval a sörfőzés gyakorlatába való beépülése előtt ismertek voltak. A sör mikrobiológiai stabilitására gyakorolt pozitív hatása, illetve magának a növénynek az életfolyamatai (például a gyors növekedés és a kiemelkedő regenerálódó képesség) is kutatásra érdemesek a medicina területén, amelyeket érdemes lehet figyelemmel kísérni az elkövetkező években.

Az előzőekben felvázolt 12-13 évszázad alatt sem veszített jelentőségéből a söriparban, hiszen ugyanolyan fontos alapanyaga a főáramú nagyüzemi sörgyárak termékeinek, mint a kraft sörfőzdéknek. Ez utóbbiaknál megállapítható, hogy az ilyen termékeket fogyasztó közönség

folyamatosan igényt tart újabb és újabb ízekre, amelyet nem feltétlenül lehetséges kiszolgálni csupán a komlófajták változtatásával. Az utóbbi években megtorpant a komlóközpontú sörök kedveltségének növekedési üteme, hiszen a sós-savanyú, gyümölcsös, illetve hordóérlelt sörök kerültek középpontba. Azonban fontos kiemelni, hogy a komlós sörök továbbra igen magas szintet foglalnak el a kraft sörfőzdek portfóliójában. Biztonsággal kijelenthető, hogy a komló még a prémium szegmensben is megkerülhetetlen alapanyag maradhat a jövőben is.

### Irodalomjegyzék

Allen, F. (2018). Gose: Brewing a Classic German Beer for the Modern Era. *Brewers Publications*. pp. 5-10.  
<https://books.google.hu/books?id=9Tp7DwAAQBAJ&lpg=PP2&ots=auPYsRXCHp&dq=gose%20beer&lr&hl=hu&pg=PP2#v=onepage&q=gose%20beer&f=false>

Almaguer, C., Gastl, M., Dresel, M., Hofmann, T., & Becker, T. (2011). Comparison of the quality parameters of hop hard resins. *In Poster EBC Congress, Glasgow, Scotland*.  
[https://www.academia.edu/download/43757492/Comparison\\_of\\_the\\_quality\\_parameters\\_of\\_20160315-1009-1egsegd.pdf](https://www.academia.edu/download/43757492/Comparison_of_the_quality_parameters_of_20160315-1009-1egsegd.pdf).

Bellamy, M. J. (2012). Steaming into the Age of Rail and Pale Ale: John Labatt and the Transformation of Canadian Brewing, 1855-1877.". *Brewery History*, 146, pp. 16-27.  
<http://breweryhistory.com/journal/archive/146/Canada.pdf>

Case, H. (1959). Denmark before the Vikings. By Ole Klindt-Jensen. 8¼× 6. Pp. 146+ figs. 16+ pls. 73.(Ancient Peoples and Places, IV.) London: Thames and Hudson, 1957. 21s. *The Antiquaries Journal*, 39(1-2), pp. 114-115.  
<https://www.cambridge.org/core/journals/antiquaries-journal/article/denmark-before-the-vikings-by-klindtjensen-ole-8-6-pp-146-figs-16-pls-73-ancient-peoples-and-places-iv-london-thames-and-hudson-1957-21s/1A058A21B7AB798F4725528CF7A3DD26>

Crumlin-Pedersen, O. (2009). Chapter Seven. Boat And Boat House. The Conceptional Origins Of Clinker Boats And Boat-Shaped Halls Of The Fourth To Eleventh Centuries In Scandinavia. *In Creating Shapes in Civil and Naval Architecture* (pp. 194-212). Brill.  
[https://brill.com/display/book/edcoll/9789047426912/Bej.9789004173453.i-447\\_009.xml](https://brill.com/display/book/edcoll/9789047426912/Bej.9789004173453.i-447_009.xml)

European Medicines Agency (2016). Herbal medicine: summary for the public - Hop strobile *Humulus lupulus* L., flos. EMA/304459/2016  
[https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-summary/hop-strobile-summary-public\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-summary/hop-strobile-summary-public_en.pdf)

Evans, A. C., & Fenwick, V. H. (1971). The Graveney boat. *Antiquity*, 45(178), pp. 89-96.  
[https://www.academia.edu/50183178/The\\_Graveney\\_boat](https://www.academia.edu/50183178/The_Graveney_boat)

Faragó, JURAJ, Pšenáková, IVANA, & Faragová, NATÁLIA (2009). The use of biotechnology in hop (*Humulus lupulus* L.) improvement. *Nova Biotechnologica*, 9(3), 279-293.  
[http://www.nbc-journal.fpv.ucm.sk/archive/revue\\_nova\\_biotechnologica\\_9\\_3/Farago\\_2009\\_NB3.pdf](http://www.nbc-journal.fpv.ucm.sk/archive/revue_nova_biotechnologica_9_3/Farago_2009_NB3.pdf)

Gorjanović, S., Pastor, F. T., Vasić, R., Novaković, M., Simonović, M., Milić, S., & Sužnjević, D. (2013). Electrochemical versus spectrophotometric assessment of antioxidant activity of hop (*Humulus lupulus* L.) products and individual compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(38), pp. 9089-9096. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf401718z>

- Hanel, M., Schieder, H., Jentsch, M. (2016). Mit seinem hohen Endvergärungsgrad, B. Biervielfalt unter dem Reinheitsgebot. *Brauwelt* nr. 12-13 (2016) [https://secure.hanscarl.com/media/pdf/2016/03/351-353\\_brauwelt\\_2016.pdf](https://secure.hanscarl.com/media/pdf/2016/03/351-353_brauwelt_2016.pdf)
- Haugland, J. E. (2014). The origins and diaspora of the India Pale Ale. In *The Geography of Beer: Regions, Environment, and Societies* (pp. 119-129). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7787-3\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7787-3_12)
- Hudson, J. R., & Birtwistle, S. E. (1966). WORT-BOILING IN RELATION TO BEER QUALITY. *Journal of the Institute of Brewing*, 72(1), pp. 46-50. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2050-0416.1966.tb02933.x>
- Maietti, A., Brighenti, V., Bonetti, G., Tedeschi, P., Prencipe, F. P., Benvenuti, S., ... & Pellati, F. (2017). Metabolite profiling of flavonols and in vitro antioxidant activity of young shoots of wild *Humulus lupulus* L.(hop). *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 142, pp. 28-34. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0731708517304752>
- Meusdoerffer, F. G. (2009). A comprehensive history of beer brewing. *Handbook of brewing: Processes, technology, markets*, 1-42. <http://www.doc-developpement-durable.org/file/Fabrications-Objets-Outils-Produits/bieres/HistoryOfBeerBrewery.pdf>
- Michel, M., Cocuzza, S., Biendl, M., Peifer, F., Hans, S., Methner, Y., ... & Hutzler, M. (2020). The impact of different hop compounds on the growth of selected beer spoilage bacteria in beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 126(4), pp. 354-361. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jib.624>
- Myrick, H. (1899). *The Hop; Its Culture and Cure, Marketing and Manufacture: A Practical Handbook on the Most Approved Methods in Growing, Harvesting, Curing, and Selling Hops, and on the Use and Manufacture of Hops.* Orange Judd Company. [https://books.google.hu/books?id=eedEAAAAIAAJ&ots=-qSADd\\_5sc&dq=hop%20growing%20method&lr&hl=hu&pg=PA1#v=onepage&q=hop%20growing%20method&f=false](https://books.google.hu/books?id=eedEAAAAIAAJ&ots=-qSADd_5sc&dq=hop%20growing%20method&lr&hl=hu&pg=PA1#v=onepage&q=hop%20growing%20method&f=false)
- Nelson, M. (2005). *The barbarian's beverage: a history of beer in ancient Europe.* Routledge. <https://scholar.uwindsor.ca/llcpub/26/>
- Nesvadba, V., Brynda, M., Henychová, A., Ježek, J., Kořen, J., Krofta, K., ... & Vostřel, J. (2013). Development and tradition of Czech hop varieties. *Chmelařský institut sro Žatec*. ISBN 78-80-87357-11-8.
- Okada, Y., & Ito, K. (2001). Cloning and analysis of valerophenone synthase gene expressed specifically in lupulin gland of hop (*Humulus lupulus* L.). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 65(1), pp. 150-155. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1271/bbb.65.150>
- Oladokun, O., James, S., Cowley, T., Smart, K., Hort, J., & Cook, D. (2017). Dry-hopping: The effects of temperature and hop variety on the bittering profiles and properties of resultant beers. *Brew. Sci*, 70, pp. 187-196. <https://cdn.homebrewtalk.com/data/attach/742/742845-BrewingScience-Oladokun-187-196-2017.pdf>
- Pauls, K. P. (1995). Plant biotechnology for crop improvement. *Biotechnology Advances*, 13(4), pp. 673-693. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0734975095020101>
- Reither, S., Titze, J., Ilberg, V. (2011). Als perfektes Qualitätslabel, V. Gebraut nach dem Bayerischen Reinheitsgebot. *Brauindustrie* 11/2011. pp. 11-18.



[https://www.researchgate.net/profile/Jean-Titze/publication/260597327\\_Gebraut\\_nach\\_dem\\_Bayerischen\\_Reinheitsgebot/links/02e7e531b77ef596b7000000/Gebraut-nach-dem-Bayerischen-Reinheitsgebot.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jean-Titze/publication/260597327_Gebraut_nach_dem_Bayerischen_Reinheitsgebot/links/02e7e531b77ef596b7000000/Gebraut-nach-dem-Bayerischen-Reinheitsgebot.pdf)

Sakamoto, K., & Konings, W. N. (2003). Beer spoilage bacteria and hop resistance. *International journal of food microbiology*, 89(2-3), pp. 105-124. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160503001533>

Schönberger, C., & Kostelecky, T. (2011). 125th anniversary review: The role of hops in brewing. *Journal of the Institute of Brewing*, 117(3), pp. 259-267. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00471.x>

Sharp, D. C., Qian, Y., Shellhammer, G., & Shellhammer, T. H. (2017). Contributions of select hopping regimes to the terpenoid content and hop aroma profile of ale and lager beers. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 75(2), pp. 93-100. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1094/ASBCJ-2017-2144-01>

Stajner, N., Satovic, Z., Cerenak, A., & Javornik, B. (2008). Genetic structure and differentiation in hop (*Humulus lupulus* L.) as inferred from microsatellites. *Euphytica*, 161, 301-311. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-007-9429-z>

Steele, M. (2013). IPA: Brewing techniques, recipes and the evolution of India pale ale. *Brewers Publications*. pp. 2., 4., 27. <https://books.google.hu/books?id=182QAwAAQBAJ&lpg=PP1&dq=india%20pale%20ale%20history&lr&hl=hu&pg=PP1#v=onepage&q=india%20pale%20ale%20history&f=false>

Suzuki, K., Iijima, K., Sakamoto, K., Sami, M., & Yamashita, H. (2006). A review of hop resistance in beer spoilage lactic acid bacteria. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(2), pp. 173-191. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00247.x>

Vaughan, A., O'Sullivan, T., & Van Sinderen, D. (2005). Enhancing the microbiological stability of malt and beer—a review. *Journal of the Institute of Brewing*, 111(4), pp. 355-371. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00221.x>

Vetek György, Rosenstein Róbert (2015). *Sörkönyv*. Budapest, pp. 30-37. ISBN 978 963 13 6326 5

von Blanckenburg, C. (2001). Die Hanse und ihr Bier. Brauwesen und Bierhandel im hansischen Verkehrsgebiet. Köln: Böhlau. [https://www.hansischergeschichtsverein.de/file/qud51\\_inhalt\\_hq.pdf](https://www.hansischergeschichtsverein.de/file/qud51_inhalt_hq.pdf)

Wilson, D. G. (1975). Plant remains from the Graveney boat and the early history of *Humulus lupulus* L. in W. Europe. *New Phytologist*, 75(3), pp. 627-648. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-8137.1975.tb01429.x>

Zanoli, P., & Zavatti, M. (2008). Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. *Journal of ethnopharmacology*, 116(3), pp. 383-396. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874108000391>