

SZAKDOLGOZAT

Szentpéteri Balázs

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnöki alapképzési szak

Hidegkezelés körülményeinek optimalálása a

gyümölcspárlat kiszerezése során

Belső konzulens: Dr. Kun Szilárd
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Biomérnök és Erjedésipari
Technológia Tanszék

Készítette: Szentpéteri Balázs

**Budai Campus
2025**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	2
1.1. A hidegkezelés jelentősége, aktualitása	2
1.2. A pálinka hidegkezelésének optimalizálása, célkitűzéseim	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A pálinka történelme, kulturális háttere	4
2.2. A pálinka jogi szabályozása és minőségi előírásai	5
2.3. A hidegkezelés hatása a gyümölcspárlatokra	6
2.4. A hidegkezelés technológiai háttere és optimalizálása	7
2.5. Szűrés és szűrési technológiák a pálinka-hidegkezelésben	8
2.5.1. Szűréselméleti alapok	8
2.5.2. Lapszűrés alkalmazása gyümölcspárlatokban	9
2.5.3. Membrán- és mikrofiltrációs technológiák	10
2.5.4. A szűrés során eltávolított komponensek és technológiai hatásuk	11
2.5.5. A Szöllősy-féle kozmaolaj-szűrő és szerepe a pálinka tisztításában	11
2.5.6. Hagyó-filt kozmaolaj leválasztó készülék	13
2.6. Összegzés	14
3. Anyagok és módszerek	15
3.1. A vizsgálat célja	15
3.2. Alkalmazott anyagok és minták	15
3.3. A hidegkezelés és szűrés technológiai leírása	16
3.4. Alkalmazott módszerek	16
3.4.1. Titrálható összes savtartalom meghatározása	16
3.4.2. Észtertartalom meghatározása	17
3.4.3. Kozmaalkohol tartalom meghatározása	18

3.4.4. Gázkromatográfiás (GC) vizsgálat.....	20
3.4.5. Érzékszervi vizsgálat módszertana.....	20
3.4.6. Zavarosság mérés vizsgálat módszere.....	21
4. Eredmények és értékelésük.....	22
4.1. Klasszikus analitikai vizsgálatok eredményei és összehasonlítása.....	22
4.1.1. Titrálható savtartalom vizsgálat kiértékelése.....	22
4.1.2. Észtertartalom vizsgálat kiértékelése.....	25
4.1.3. Kozmaolaj tartalom vizsgálat eredmények értelmezése.....	28
4.2. Szűrés befolyásoló hatásának vizsgálata.....	29
4.2.1. Alkohol tartalom változása a szűrés hatására.....	29
4.2.2. Szűrési idő és átfolyási sebesség eredményeinek kiértékelése.....	30
4.2.3. Optikai tisztaság kiértékelése.....	31
4.3. Érzékszervi vizsgálat kiértékelése.....	32
4.4. Gázkromatográfiás mérések eredményei.....	33
5. Következtetések és javaslatok.....	39
5.1. Szűrés vizsgálata.....	39
5.2. Alkohol- és analitikai vizsgálatok.....	39
5.3. Gázkromatográfiás (GC) vizsgálatok.....	40
5.4. További kutatási irányok és javaslatok.....	41
6. Összefoglalás.....	42
7. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak.....	44
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	46
8.1. Ábrajegyzék.....	46
8.2. Táblázatjegyzék.....	47
9. Mellékletek.....	48

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1. A hidegkezelés jelentősége, aktualitása

A pálinka – mint Magyarország földrajzi árujelzéssel védett nemzeti itala – a hazai gasztronómiai kultúra egyik legmeghatározóbb terméke. Az utóbbi években a prémium kategóriájú párlatok iránt egyre nagyobb kereslet mutatkozik, és ezzel párhuzamosan a fogyasztói elvárások is jelentősen megváltoztak. Ma már nem elegendő, ha egy pálinka ízében és illatában kifogástalan: a vásárlók a kristálytisza, üledékmentes megjelenést is alapvető minőségi kritériumnak tekintik (Harcza, 2017). Bár a zavarosság önmagában nem feltétlenül jelent valódi minőségromlást, a vizuális hibák a fogyasztói bizalom csökkenéséhez vezethetnek – különösen a prémium szegmensben, ahol az esztétikum is a minőség része.

A zavarosodás hátterében rendszerint olyan illékony komponensek – zsírsav-észterek és kozmaalkoholok – állnak, amelyek alacsony hőmérsékleten könnyen aggregálódnak és kiválhatnak. Ennek a jelenségnek a kezelésére terjedt el a hidegkezelés (cold stabilization), amelynek célja a nem stabil komponensek eltávolítása kontrollált hűtés és szűrés révén (Cassano & Drioli, 2020). A folyamat során a párlatot meghatározott ideig 0 °C körüli vagy az alatti hőmérsékleten tartják, majd a kivált részecskéket, valamint oldékonyságukat elvesztő vegyületeket szűréssel távolítják el, ezzel biztosítva a hosszú távú optikai tisztaságot és stabilitást

(Miljić et al., 2013).

A hidegkezelés hatékonyságát több technológiai tényező befolyásolja, ezek közül a hőmérséklet és a szűrőpórus-méret különösen meghatározó. A túl alacsony hőmérséklet ugyan javítja a tisztaságot, de veszteséget okozhat az aromaanyagokban, mivel az illékony észterek részben kicsapódhatnak vagy a szűrőfelületen megkötődhetnek (Puškaš et al., 2013). Ezzel szemben, ha a szűrés túl enyhe, a zavarosodás kockázata nő. A nemzetközi szakirodalom alapján a -4 °C és +5 °C közötti tartomány adja a legjobb egyensúlyt a tisztaság és az illékony aromák megőrzése között (Muñoz-Redondo et al., 2023).

A hideg stabilizálás és a szűrés kombinációja más italgyártási ágazatokban - különösen a bor- és brandy készítésben - már bevett technológiai lépésnek számít, ahol elsősorban az észterprofil és az érzékszervi egyensúly fenntartása a cél (Xia et al., 2022; Muñoz-Redondo et al., 2023). A pálinkaiparban e módszer szabványosított alkalmazása új lehetőséget jelenthet a minőség javítására, és hozzájárulhat ahhoz, hogy a magyar gyártók a nemzetközi prémium italpiacon is versenyképes termékeket kínálhassanak.

1.2. A pálinka hidegkezelésének optimalizálása, célkitűzéseim

A szakdolgozatom célja a gyümölcspárlatok hidegkezelésének kísérleti vizsgálata és technológiai paramétereinek optimalizálása volt, különös tekintettel a hőmérséklet és a szűrőpórus-méret befolyásoló hatásának értékelése. A vizsgálatok során három különböző hőmérsékleti tartományban (-4 °C , 0 °C és $+5\text{ °C}$) és három pórusméretű szűrővel ($0,5\text{ }\mu\text{m}$, $0,9\text{ }\mu\text{m}$, $1,5\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$) kezelt alma párlatminták kerültek összehasonlításra, 48 órás hidegtárolást követően.

A kutatás középpontjában annak feltárása állt, hogy a hidegkezelés paraméterei miként befolyásolják a pálinkák optikai tisztaságát, zavarosságát, valamint az aromaanyagok és érzékszervi tulajdonságok megőrzését. A cél az volt, hogy olyan optimális technológiai beállításokat határozzak meg, amelyek mellett a párlatok vizuális stabilitása és illatkaraktere egyaránt megőrizhető.

A vizsgálat tágabb célja nem csupán tudományos: a kutatás eredményei hozzájárulhatnak a pálinka-előállítás technológiai egységesítéséhez, vagyis ahhoz, hogy a hazai főzdek konzisztensen, kísérletezés nélkül tudjanak megfelelően hidegkezelt, tiszta és stabil termékeket előállítani. Az így kialakított technológiai ajánlások hosszú távon segíthetik a magyar pálinkák minőségének növelését és prémium kategóriás pozíciójuk megerősítését.

2.Szakirodalmi áttekintés

2.1. A pálinka történelme, kulturális háttere

A pálinkafőzés Magyarországon évszázadokra visszanyúló hagyomány, amely a népi kultúra és a gasztronómia egyik legfontosabb elemeként máig meghatározó. A pálinka eredete a középkorra tehető: már a 14. századból származnak olyan feljegyzések, amelyekben a „aqua vitae” (élet vize) kifejezést használták a gabonából vagy gyümölcsből lepárolt italokra. A 17–18. századra a házi főzés és a gyümölcspárlatok készítése elterjedt vidéken, és a pálinka fokozatosan a magyar paraszti kultúra szimbolikus italává vált (Harcsa, 2017).

A 19. században a pálinkafőzés már nemcsak háztartási tevékenység volt, hanem ipari méretet is öltött: megjelentek az első kereskedelmi főzdek és a minőségi megkülönböztetés alapjai. A 20. század közepére kialakult a mai értelemben vett pálinkakultúra, amelyben a különböző gyümölcsfajtákból – alma, szilva, barack, körte, stb. – készített párlatok regionális hagyományokat követtek.

A pálinka kulturális szerepe a mai napig jelentős. A Krizl (2016) által bemutatott gasztronómiai kutatások szerint a pálinka nem csupán alkoholos ital, hanem a magyar identitás és vendéglátás része: jelen van ünnepi eseményeken, turisztikai rendezvényeken és a nemzeti gasztrókultúra bemutatásában is. A kézműves főzdek megjelenése a 2000-es évektől a minőségi szemléletet erősítette, és hozzájárult a pálinka nemzetközi hírnevének növekedéséhez.

A történeti fejlődés során a pálinka egyszerre vált a népi hagyomány és a modern élelmiszeripar termékévé. A hagyományos, kisüzemi kézműves módszerek és az ipari technológiák ma egymás mellett léteznek, ugyanakkor közös céljuk a termék minőségének megőrzése, a fogyasztói bizalom erősítése és a földrajzi eredethez kapcsolódó hitelesség fenntartása.

2.2. A pálinka jogi szabályozása és minőségi előírásai

A pálinka jogi szabályozása az egyik legszigorúbb és legátfogóbb az Európai Unióban, hiszen a „pálinka” megnevezés használatát kizárólag Magyarország és Ausztria egyes tartományai számára biztosítja. Az Európai Unió szintjén a 2019/787/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet szabályozza a szeszes italok meghatározását, leírását, megnevezését, címkézését és földrajzi árujelző oltalmát. A rendelet 2021. május 25-től alkalmazandó, és ezzel hatályon kívül helyezte a korábbi 110/2008/EK rendeletet (Európai Parlament és Tanács, 2019). Az Európai Parlament és Tanács 787/2019 rendelete értelmében a „pálinka” elnevezés kizárólag olyan termékekre alkalmazható, amelyet Magyarországon - illetve négy osztrák tartományban (csak barackpálinka esetében): Burgenlandban, Bécsuben, Alsó- és Felső-Ausztriában - állítanak elő. 100%-ban belföldön termelt gyümölcsből, adalékanyagok hozzáadása nélkül, lepárlással, a hagyományos technológiai folyamatok szerint (Európai Parlament és Tanács, 2019/787).

A földrajzi eredetvédelem célja, hogy a pálinka nevének használatát megvédje a visszaélésektől, és biztosítsa, hogy a fogyasztók kizárólag eredeti, Magyarországon előállított terméket vásárolhassanak. Az eredetvédett státuszt az Európai Unió 2008-ban ismerte el, amely a magyar pálinkát a francia cognac, az olasz grappa és a skót whisky mellé emelte a földrajzi oltalmat élvező italok sorába (Európai Parlament és Tanács, 2008).

A hazai szabályozás részletes keretét a 2008. évi LXXIII. törvény a pálinkáról, a törkölypálinkáról és a Pálinka Nemzeti Tanácsról határozza meg. A törvény rögzíti, hogy pálinkának kizárólag olyan szeszes ital nevezhető, amely Magyarországon termelt gyümölcsből készül, és az erjesztés, lepárlás, valamint a palackozás is az ország területén történik. A jogszabály kifejezetten tiltja bármilyen hozzáadott cukor, aroma, színezék vagy ízesítőanyag alkalmazását, és kimondja, hogy a pálinka „természetes, adalékmentes, gyümölcseredetű szeszes ital” (2008. évi LXXIII. törvény).

A törvény létrehozta a Pálinka Nemzeti Tanácsot, amely a magyar pálinka védjegyének őrzője, valamint a gyártási, forgalmazási és minőségbiztosítási folyamatok koordinátora. A Tanács feladata a pálinka minőségi kategóriáinak meghatározása, a szakmai irányelvek kidolgozása, valamint az évente megrendezett pálinkaversenyek és minősítések szakmai felügyelete (Pálinka Nemzeti Tanács, 2019).

A Magyar Élelmiszerkönyv (*Codex Alimentarius Hungaricus*) részletesen meghatározza a pálinka fizikai-kémiai és érzékszervi követelményeit. Miszerint a pálinkának

legalább 37,5% (v/v) alkoholtartalommal kell rendelkeznie, valamint jellegzetes gyümölcsaromát, harmonikus ízt és opálóságtól mentes megjelenést kell mutatnia, ami közvetlenül kapcsolódik a hidegkezelés és szűrés technológiai fontosságához. A dokumentum hangsúlyozza, hogy a pálinka minőségének megőrzése szoros összefüggésben áll az előállítás technológiai folyamatok helyes megválasztásával, különösen a hőmérséklet-szabályozás és a szűrési technikák esetében (Pálinka Nemzeti Tanács, 2019).

A minőségellenőrzésben kiemelt szerepe van a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatalnak (NÉBIH), amely a gyártási és forgalmazási engedélyezést, valamint a termékek megfelelőségét ellenőrzi. Emellett a Pálinka Nemzeti Tanács érzékszervi bírálatok és laboratóriumi vizsgálatok útján minősítheti a pálinkákat (Harcza, 2017).

2.3. A hidegkezelés hatása a gyümölcspárlatokra

A gyümölcspárlatok előállításának egyik legkritikusabb szakasza a stabilizálás, amely során a cél a késztermék hosszú távú tisztaságának és aromaprofiljának megőrzése. A pálinka esetében a hidegkezelés („cold stabilization”) olyan technológiai eljárás, amely a lepárlás után a párlatot meghatározott ideig 0 °C környéki hőmérsékleten tartja annak érdekében, hogy az instabil komponensek - főként zsírsavészterek és kozmaolajok- kiváljanak, majd szűréssel eltávolíthatók legyenek (Miljić et al., 2013).

A hideg stabilizálás hatásmechanizmusa abban rejlik, hogy a hőmérséklet csökkentésével a kevésbé oldható, nagy szénláncú észterek, például az etil-palmitát és etil-laurát kicsapódnak, ezáltal megelőzhető a zavarosság és az üledékképződés. Ugyanakkor a technológiai paraméterek -különösen a hőmérséklet és az időtartam -kritikus szerepet játszanak abban, hogy az illékony aromaanyagok koncentrációja ne változzon jelentősen (Puškaš et al., 2013).

Puškaš és munkatársai (2013) sárgabarackpárlatokon végzett vizsgálataik során kimutatták, hogy az -1 °C-on végzett 48 órás hideg stabilizáció és az azt követő membránszűrés jelentősen csökkentette a hosszú láncú zsírsavészterek koncentrációját, miközben az aromás észterek, alkoholok és aldehidek mennyisége nem mutatott szignifikáns változást. Eredményeik szerint a megfelelő hőmérséklet-idő kombináció mellett a hidegkezelés képes javítani a párlat optikai tisztaságát anélkül, hogy az érzékszervi jellemzők romlanának.

Hasonló következtetésre jutott Miljić és munkatársai (2013) is, akik a hideg stabilizálást követően különböző pórusméretű szűrőlapokat alkalmaztak. Vizsgálataik alapján a finomabb,

0,5 µm pórusméretű szűrők hatékonyabban távolították el a kicsapódott, oldhatóságukat elvesztő komponenseket, ugyanakkor az aromaanyag-veszteség elkerülése érdekében kompromisszumos pórusméret-választás javasolt. A szerzők kiemelték, hogy a hideg stabilizálás és a szűrés technológiai lépéseit mindig összehangoltan kell megtervezni, mivel a túl agresszív szűrés vagy a túl alacsony hőmérséklet egyaránt ronthatja az ital végső minőségét.

A hideg stabilizálás nemcsak a gyümölcspárlatok, hanem más italok – például a bor és a brandy – gyártásában is fontos szerepet játszik. Muñoz-Redondo és munkatársai (2023) a „Brandy de Jerez” esetében vizsgálták a különböző stabilizálási és szűrési módszereket, és megállapították, hogy a hideg stabilizáció kisebb mértékben módosítja az észterprofilot, mint a hagyományos, szobahőmérsékleten végzett stabilizálás, ugyanakkor jelentősen javítja a termék optikai stabilitását.

2.4. A hidegkezelés technológiai háttere és optimalizálása

A hidegkezelési folyamat során a párlatot meghatározott ideig alacsony hőmérsékleten, jellemzően -4 és $+5$ °C között tartják annak érdekében, hogy a kevésbé oldható, instabil komponensek kiváljanak, majd szűréssel eltávolíthatók legyenek (Miljić et al., 2013).

A hideg stabilizálás optimális hőmérsékleti tartományát és időtartamát több nemzetközi vizsgálat is elemezte. Xia és munkatársai (2022) bor esetében kimutatták, hogy a 0 és -3 °C közötti hőmérséklet 24–72 órás időtartam mellett hatékonyan csökkenti az instabil sók és szerves savak kicsapódását, miközben az aromaanyagok is megőrződnek. E tapasztalatok a gyümölcspárlatokra is adaptálhatók, mivel a hasonló illékony észterek és alkoholok hőmérsékletfüggő viselkedést mutatnak.

A technológiai paraméterek optimalizálása szorosan összefügg a szűrési eljárásokkal. Puškaš és munkatársai (2013) rámutattak, hogy a hidegkezelést követő membrán- vagy lapszűrés kulcsszerepet játszik a kivált részecskék eltávolításában, de a pórusméret megválasztása döntő jelentőségű az aromaanyagok megtartása szempontjából. A $0,5$ – $1,0$ µm pórusméretű szűrők általában hatékony kompromisszumot jelentenek a tisztaság és az érzékszervi integritás között.

A hidegkezelés nemcsak a gyümölcspárlatoknál, hanem más termékeknél – például gyümölcslevek és borok – esetében is bevett gyakorlat. Cassano és Drioli (2020) a gyümölcslevek membrános tisztítási eljárásait elemezve hangsúlyozták, hogy a hőmérséklet és a pórusméret kombinációja meghatározza a stabilitást és a végtermék érzékszervi

tulajdonságait. Az italiparban a hidegkezelés és membrántechnológia integrált alkalmazása egyre inkább a modern, energiahatékony stabilizálási eljárások alapját képezi.

Összességében a hideg stabilizálás a pálinka- és gyümölcspárlat-gyártásban olyan eljárás, amely a minőségi konzisztencia és a fogyasztói esztétikai elvárások teljesítését egyaránt szolgálja. A megfelelő paraméterek ($-4\text{ °C} \leq T \leq +5\text{ °C}$, 24–72 óra, 0,3–1,0 μm szűrőpórus-méret) betartása biztosíthatja, hogy a hidegkezelés után a termék stabil, tiszta és aromagazdag maradjon.

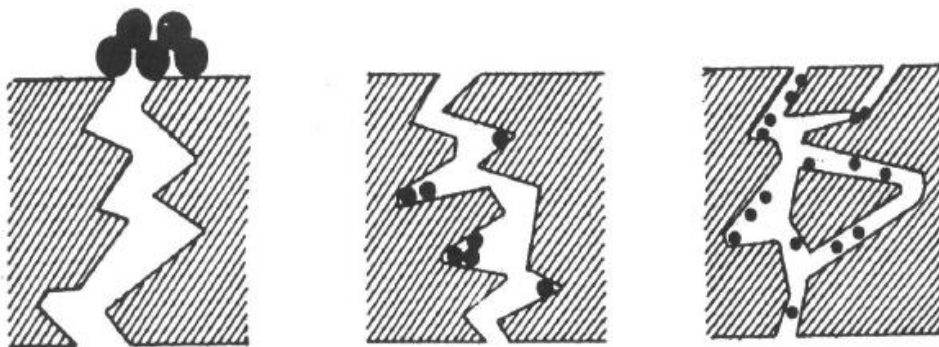
2.5 Szűrés és szűrési technológiák a pálinka-hidegkezelésben

Jelen fejezet célja, hogy áttekintse a szűrési eljárásokat – különösen a lapszűrést és membrántechnikákat –, és bemutassa, milyen módon alkalmazhatók a pálinkagyártás technológiai folyamatában.

2.5.1. Szűréselméleti alapok

A szűrés két fő mechanizmusa – a mélységi („depth”) szűrés és a felületi („surface”) szűrés – különböző módon hat az optikai tisztaságra és az aromaanyag-megtartásra. A szűrés sebességét és hatékonyságát a Hagen–Poiseuille törvény írja, miszerint a folyadék átfolyási sebessége fordítottan arányos a szűrő pórusméretével és az ellenállással.

1. ábra Szűrési hatásmechanizmusok, sorrendben, felületi, mélységi és adhéziós (forrás: Harasztiné 2012, 118.o.)



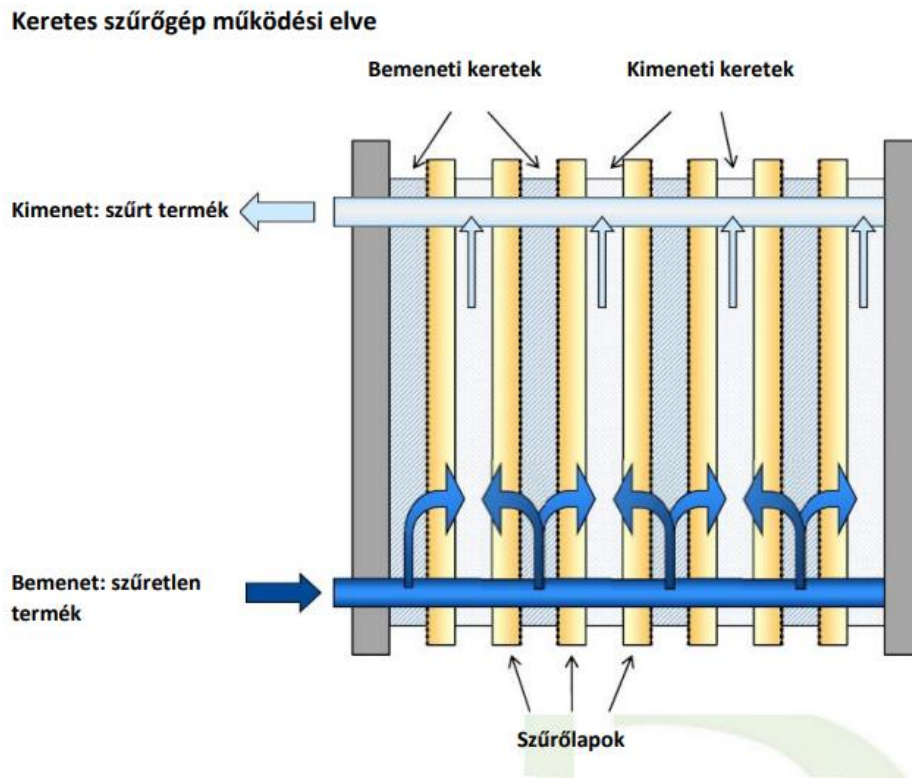
A felületi szűrés (abszolút szűrés) során a részecskék elsősorban a szűrőanyag felszínén akadnak fenn. A szűrőpórusok mérete pontosan meghatározott, így a folyamat egyfajta „mechanikus szitálásként” működik. Ez az eljárás általában membránszűrők vagy finomszűrő lapok alkalmazásával történik, amelyek a nagyobb, a pórusméretnél nagyobb részecskéket visszatartják, míg a kisebb molekulák átjutnak rajtuk. A felületi szűrés előnye az egyszerű sterilizálási lehetőség, hátránya viszont, hogy alacsonyabb a szennyeződés-visszatartó kapacitása, ezért gyakrabban igényel regenerálást vagy cserét.

Ezzel szemben a mélységi szűrés (nominális szűrés) egy háromdimenziós porózus szerkezetű szűrőközegben megy végbe, ahol a szennyező részecskék nemcsak a felszínen, hanem a szűrő teljes keresztmetszetében megakadnak. Az ilyen típusú szűrők - mint például a lapszűrő berendezések - nagyobb mennyiségű szennyeződést képesek visszatartani, ezáltal hosszabb szűrési ciklust és gazdaságosabb üzemeltetést biztosítanak. A lapszűrők különböző finomságú szűrőlapokkal kombinálhatók, így a szűrési fokozat az ital tisztasági igényeihez igazítható. A mélységi szűrés során gyakran pozitív elektrokinetikai töltésű szűrőanyagokat használnak, amelyek adszorpciós mechanizmus révén a finom részecskék mellett a negatív töltésű kolloidokat és mikroorganizmusokat is eltávolítják. (Harasztiné, 2012)

2.5.2. Lapszűrés alkalmazása gyümölcspárlatokban

A lapszűrés a gyümölcspárlatok szűrésénél elterjedt technológia. A lapszűrés során egyszerre három leválasztási mechanizmus működik. Az első a szitahatás, amikor a lapszűrő a pórusméret tartományánál nagyobb részecskéket tartja vissza. A második az úgynevezett mechanikai visszatartás, amelynél a részecskék elakadnak a lap belső szerkezetében kialakult járatokban. A harmadik az adszorptív hatás: ez teszi lehetővé, hogy a szűrőlapokkal igazi mélységi szűrést valósítsunk meg, és ezáltal kolloidokat, mikrobákat és egyéb, töltéssel rendelkező részecskéket kössünk meg ([http1](#)).

2. ábra Keretes szűrőgép működési elve (forrás: borkezeles.hu)



Balcerek et al. (2019) tanulmánya pálinka-analógiában kimutatta, hogy a szűrő névleges visszatartási értéke (pl. 0,40–0,48 μm vagy 0,80 μm) jelentősen befolyásolja a zavarosság csökkentését és az illékony komponensek mennyiségét. Az eredmények szerint a nagyobb pórusméretű lapszűrő (0,80 μm) kisebb illékony-veszteséggel járt, miközben elérte az üledékképződés kontrollját. Miljić et al. (2013) eredményeit is figyelembe véve (0,3–4,0 μm tartomány vizsgálata) a finomabb szűrés; bár optikailag kiváló, érzékszervi szempontból már kockázatot jelenthet illóanyag-veszteség szempontjából. Ez indokolja a pálinkagyártásban alkalmazott pórusméret-választást és az átfolyási sebesség figyelembevételét.

2.5.3. Membrán- és mikrofiltrációs technológiák

A modern szűrési technológiák közé tartozik a membrán-, mikro-, nano- és ultraszűrés, illetve fordított ozmózis (NF/RO). Kumar et al. (2024) tanulmánya például vizsgálta, hogy különböző nanofiltrációs membránok (TS 40, NF99, HL) és RO-membránok milyen mértékben bontják meg az etanol-víz keverékeket és borokat. Bár ez nem közvetlenül pálinkára vonatkozik, jól illusztrálja, hogy a membrán-technológia hogyan befolyásolhatja az alkohol- és

aroma-egyensúlyt. Ezen felül, Hu . et al. (2023) kutatása a hideg sterilizálásra alkalmazott membránszűrési megoldásokat mutatja be alkoholos italoknál. A membrántechnikák alkalmazása a pálinkaiparban még kevésbé szabványosított, de a technológiai leírásokból következtetni lehet rá, hogy magasabb beruházással, de jobb aroma-megtartással működtethetők.

2.5.4. A szűrés során eltávolított komponensek és technológiai hatásuk

A szűrés célja nem csupán a fizikai zavarosság megszüntetése, hanem a párlat kémiai és érzékszervi stabilitásának javítása is. Hangmann (2016) szerint a szűrés során elsősorban mikroszkopikus méretű szilárd részecskék, olajcseppek, valamint hosszú láncú zsírsav-észterek és kozmaolaj-maradványok kerülnek eltávolításra, amelyek a párlat opálosságáért vagy olajos szájérzetéért felelősek. Ezek az anyagok a lepárlás utáni hűtés során kicsapódhatnak és fényt szórva zavarosságot okoznak. A lapszűrés ezeket a hosszú láncú zsírsav észtereket, kozmaolajokat, illóolajokat és finom szuszpenziókat mechanikai úton képes eltávolítani, miközben a kisebb, aromaért felelős illékony komponensek döntő része benne marad az oldatban (Hangmann, 2016,51-53).

Hangmann rámutat, hogy a túl intenzív vagy túl sűrű szűrés a párlat „élettelenségéhez” vezethet, mivel a természetes illékony anyagok egy része megkötődhet a szűrőanyag felületén. A szerző ezért azt javasolja, hogy a szűrőanyag megválasztása és a szűrés sebessége mindig igazodjon a párlat típusához: a gyümölcsös aromákban gazdag italoknál (pl. alma-, körte- vagy kajszipálinka) közepes porozitású 1–2 µm) szűrőlapok használata ajánlott.

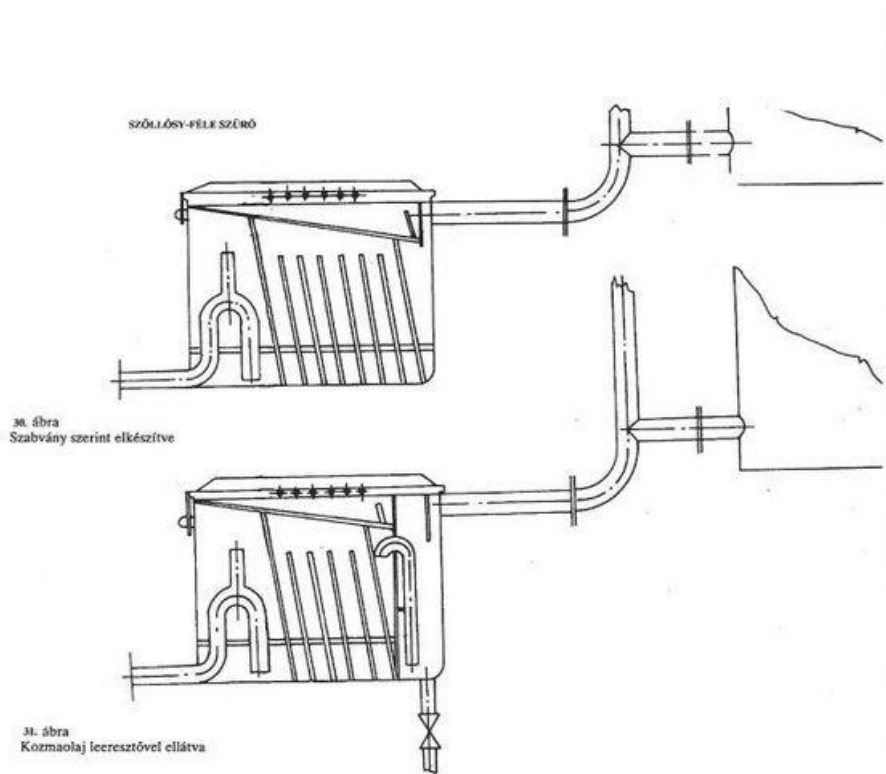
Hangmann (2016) hangsúlyozza, hogy a szűrés utáni párlatnak tiszta, áttetsző és fényes megjelenésűnek kell lennie, de nem szabad „sterilre” szűrni, mert ez az ital karakterét tompítaná.

2.5.5. A Szöllősy-féle kozmaolaj-szűrő és szerepe a pálinka tisztításában

A magyar pálinkagyártás technológiai fejlődésében jelentős szerepet játszott a Szöllősy-féle kozmaolaj-szűrő, amelyet kifejezetten a lepárlás után visszamaradó kozmaolajok és nagy szénatomszámú zsírsav-észterek eltávolítására fejlesztettek ki. A berendezés működési elve a fizikai szeparáció: a véghűtőből kifolyó párlatból (pontosabban alszeszből) az olajos, kis oldékonysággal rendelkező komponensek a fajsúly különbség hatására kiválnak, és a szűrő

speciálisan kialakított, keretes szűrőlemezei között összegyűlnek. A Szöllősy-féle rendszer az ülepedést és szűrést egyetlen zárt szerkezetben egyesíti, ezzel megelőzve az oxidációt és az aromaanyag-veszteséget.

3. ábra Szöllősy-féle kozmaolaj szűrőberendezés (forrás: <http4>)



A *Gyümölcspálinka-gyártó mester jegyzet* (NAK, 2017) leírása szerint a berendezés belsejében a hosszoldalon 8-8 csatorna van, amely a szitakeretre kifeszített szűrőszövetet rögzíti. A szeszhűtőből a párlat a szekrényfal és az első élére állított szűrőelem által határolt rekeszbe folyik, és az első szűrőn áthaladva megsűrődik, majd végighalad a többi szűrőn is. A szűrlet végül a hajlított szívócső rekeszébe jut, ami megakadályozza az etil-alkohol felszínén úszó kozmaolajok kiáramlását, mert a szívócső a szűrő legalsó pontjáról vezeti el a folyadékot. A kozmaolaj rekesz kiürítése a szűrő alsó részén elhelyezett leeresztő csonkon keresztül vagy beépített CIP rendszer segítségével történik.

A modern lapszűrőkkel ellentétben a Szöllősy-féle szűrő nem egyszer használatos szűrőlapokat használ, hanem hőmérséklet és fajsúly alapján választja el a párlatot a nehezebb frakcióktól. Ez gazdaságosabb, ugyanakkor nagyobb szakértelmet, odafigyelést igényel az üzemeltető részéről

A Szöllősy-féle kozmaolaj-szűrő a hagyományos kisüsti lepárlási technológia egyik fontos eleme.

2.5.6 Hagyó-filt kozmaolaj leválasztó készülék

A Szöllősy-féle szűrő helyettesítésre, illetve kiváltására megjelentek a piacon a mai kornak megfelelő szűrők. Ilyen például a magyar gyártmányú hagyó-filt nevű szűrőberendezés. A Hagyó-filt típusú kozmaolaj-leválasztó egy korszerű, hazai fejlesztésű berendezés, amelyet kifejezetten a pálinkafőzdek technológiai veszteségeinek csökkentésére terveztek. Fejlesztésének fő célja az volt, hogy a szűrés során a berendezésben visszamaradó párlat mennyisége minimálisra csökkenjen, ezáltal növelve a hatékonyságot és az alkohol-visszanyerési arányt.

A szűrést a készülék belsejében elhelyezett gyertya alakú pamut szűrőhenger végzi, amely mechanikusan választja le a kozmaolajokat és a finom olajos szuszpenziókat. A rendszer egy golyóscsappal is el van látva, amelyen keresztül a szűrés során feldúsuló kozmaolaj leereszthető. Ez a funkció lehetővé teszi a berendezés regenerálását, csökkentve a szűrő eltömődését és növelve annak élettartamát. (http2)

4. ábra Hagyó-filt kozmaolaj leválasztó készülék (forrás: http2)



2.6. Összegzés

A szakirodalom áttekintése alapján egyértelmű, hogy a hidegkezelés és a szűrés kiemelten fontos lépések a prémium minőségű gyümölcspárlatok előállításában. Ezek a műveletek nemcsak a párlat küllemét javítják, hanem annak kémiai stabilitását, illatát és ízét is befolyásolják. A hidegkezelés célja, hogy a hűtés során kiváló, opálosságot okozó anyagok eltávolíthatók legyenek, miközben az aromaanyagok megmaradnak a termékben (Miljić et al., 2013; Puškaš et al., 2013).

A kutatások szerint a -4 °C és $+5\text{ °C}$ közötti hőmérséklet, valamint 24–72 órás kezelési idő adja a legjobb egyensúlyt a tisztaság és az aromaanyag-megőrzés között (Muñoz-Redondo et al., 2023; Xia et al., 2022). Ugyanakkor a hidegkezelés önmagában nem elég – a megfelelő szűrés nélkül nem biztosítható a hosszú távú stabilitás és a kristálytisztta megjelenés.

A Balcerek et al. (2019) és Frangipane et al. (2023) által végzett vizsgálatok rámutattak, hogy a szűrés hatékonyságát leginkább a pórusméret és az átfolyási sebesség határozza meg. A túl finom szűrőlap eltávolítja ugyan a legkisebb részecskéket is, de ezzel együtt egyes aromaanyagokat is kiszűrhet. A nagyobb pórusméret gyorsabb munkát tesz lehetővé, de kevésbé csökkenti a zavarosságot. A gyakorlatban ezért a közepes ($0,7\text{--}1,0\text{ }\mu\text{m}$) pórusméret adja a legjobb eredményt, amely megfelelően tisztít, mégsem jár érzékszervi veszteséggel (Hangmann, 2016).

Hangmann (2016) részletesen leírja, hogy a szűrés során főként mikroszkopikus szilárd részecskék, olajcseppek, valamint zsírsav-észterek és kozmaolaj-maradványok kerülnek eltávolításra. Ezek az anyagok a hűtés során kicsapódva okozhatnak zavarosságot vagy opálosságot. A lapszűrés ezeket a részecskéket mechanikai úton kiszűri, miközben az illékony aromakomponensek döntő része megmarad a párlatban.

Az italgyártási műveletten szempontjából a szűrés hatékonysága jól leírható fizikai elvekkkel is. A Hagen–Poiseuille-törvény alapján minél kisebb a szűrőpórus mérete, annál lassabban halad át rajta a folyadék, viszont annál alaposabb a tisztítás. Emiatt a szűrés során mindig egyensúlyt kell találni a hatékonyság és a technológiai gyorsaság között.

Összefoglalva, a szakirodalom alapján a hidegkezelés és a szűrés összehangolt alkalmazása biztosíthatja, hogy a pálinka egyszerre legyen tiszta, stabil és illatban gazdag.

3. Anyagok és módszerek

3.1. A vizsgálat célja

A vizsgálat célja az alma pálinka hidegkezelési paramétereinek optimalizálása volt, különös tekintettel arra, hogy a hőmérséklet és a szűrőpórus-méret hogyan befolyásolja a késztermék tisztaságát, illékony összetételét és stabilitását.

A kísérlet során három különböző hőmérsékleten (-4 °C , 0 °C és $+5\text{ °C}$) 48 órás hőntartással végeztünk hidegkezelést, majd a mintákat lapszűrésnek vetettük alá. A vizsgálat célja továbbá az volt, hogy a szűrt minták analitikai paramétereit, amelyet hagyományos és modern módszerek elvégzésével kaptam meg, összehasonlítsam a kezeletlen kontrollmintával, ezáltal meghatározva az optimális technológiai paramétereket. Kiegészítő méréseket és vizsgálatokat is végeztem, mint például az érzékszervi vizsgálat, és a zavarosság-mérés, hogy még átfogóbb képet tudjak nyújtani a mintákról.

3.2. Alkalmazott anyagok és minták

A kísérlethez 41,1% (V/V) alkoholtartalmú alma pálinkát alkalmaztam, amelyet a tanszék főzdeje biztosított több lepárlási tételből. A homogén kiindulási alapanyag garantálta, hogy a minták közötti különbségek kizárólag a hőmérsékleti és szűrési kezelések hatásának tudhatók be.

A kezelésekhöz 1,5 literes mintákat vettünk, amelyeket három hőmérsékleti csoportban kezeltünk:

- -4 °C ,
- 0 °C ,
- $+5\text{ °C}$.

Mindhárom hőmérsékleten a szűrést három különböző pórusméretű lapszűrővel végeztük:

- $0,4\text{-}0,5\text{ }\mu\text{m}$
- $0,9\text{ }\mu\text{m}$
- $1,5\text{-}2\text{ }\mu\text{m}$.

Az említett hőmérsékleten a mintákat 48 órán át, zárt, hűtött környezetben tartottam. Kontrollmintaként az eredeti, nem hidegkezelt és nem szűrt alma pálinka szolgált.

3.3. A hidegkezelés és szűrés technológiai leírása

A hidegkezelést laboratóriumi körülmények között, zárt üvegpalackokban végeztük. A hűtést fokozatosan, szabályozott hőmérsékletű hűtőberendezésben valósítottuk meg, a minták hőmérsékletét kalibrált digitális hőmérővel ellenőrizve.

A szűrési folyamatot COLOMBO 10 PULCINO 20×10 típusú lapszűrő berendezéssel végeztük, 5 szűrőlappal szerelve. A berendezés nyomás alatti üzemmódban működik, amely lehetővé teszi a finom részecskék és a zavarosságot okozó komponensek eltávolítását. Minden szűrési kombinációnál az új szűrlettel átmostuk a szűrőlapot a keresztszennyeződés elkerülése érdekében.

A folyamat során minden minta esetében mértük az átfolyási sebességet, amelyből következtetni lehetett a szűrő eltömődésének mértékére és a pórusméret hatására. A szűrés befejeztével a mintákat lezárva, fénytől védett helyen, szobahőmérsékleten tároltuk a további analitikai vizsgálatokig.

A kontroll és a szűrtminták analitikai jellemzését a szeszes italokra vonatkozó klasszikus kémiai vizsgálati módszerek szerint végeztük, a *Szeszesital-Ipari vizsgálati módszerek* című kézikönyv alapján.

3.4. Alkalmazott módszerek

3.4.1. Titrálható összes savtartalom meghatározása

Forrás: *Szeszesital-Ipari vizsgálati módszerek*, Mezőgazdasági Könyvkiadó 1980. o. 82–83.

Módszer: Acidimetriás titrálás

A vizsgálat célja a pálinkában található illó és nem illó szerves savak mennyiségének meghatározása volt.

Ely:

A mintából 20 cm³-t egy 200 cm³-es titrálólombikba pipettáztunk, majd kezdődő forrás után, 0,02 N nátrium-hidroxid-oldattal közömbösítettük fenolftalein indikátor jelenlétében, amíg a minta halvány rózsaszínre nem vált.

Eszközök és anyagok:

Büretta (30 cm³)

pipetta (20 cm³)

titrálólombik (200 cm³)

0,1 N vagy 0,02 N NaOH-oldat

1%-os fenolftalein indikátor.

Az eredmény számítása: mg/100 cm³ absz. alkoholban kifejezve:

$$S = \frac{V \cdot f \cdot c \cdot 5}{a} \cdot 100$$

ahol

- V = NaOH-oldat fogyása (cm³),
- c = az 1 cm³ mérőoldatnak megfelelő vízmentes citromsav, illetve ecetsav mennyisége mg-ban, jelen esetben 0,02 N NaOH esetén ecetsav mg-ban történő kifejezésnél: 1,2
- f = faktor
- a = az oldat alkoholtartalma tf%-ban.

3.4.2. Észtertartalom meghatározása

Forrás: *Szeszesital-Ipari vizsgálati módszerek*, Mezőgazdasági Könyvkiadó 1980. o. 92–93.

Módszer: Elszappanosítás – visszatitrálásos eljárás

Ely:

A mintát ismert mennyiségű nátrium-hidroxid-oldattal elszappanosítottuk, majd a felesleges lúgot 0,1 N sósavoldattal titráltuk vissza fenolftalein indikátor jelenlétében.

Eszközök és anyagok:

Visszafolyó hűtő

büretta

pipetta

0,1 N NaOH-oldat

0,1 N HCl-oldat

1% fenolftalein indikátor.

Mérés menete:

Szintelen mintánk esetén 50 cm³-t egy 250 cm³-es lepárlólombikba pipettáztunk. 3-5 csepp fenolftalein indikátor hozzáadása után 0,1 N NaOH hozzáadásával közömbösítettük. További 25 cm³ nátrium-hidroxid hozzáadása után egy visszafolyó hűtő alatt egy órán át forraltuk. A reakcióidő letelte után a mintát visszahűtöttük, és a nátrium hidroxid feleslegét, szintelenedésig titráltuk 0,1 N sósavval.

Az eredmény számítása:

A vizsgált minta észtertartalmát etil-acetátban kifejezve (mg/100 cm³ abszolút alkohol) az alábbi képlet segítségével számítjuk:

$$e = \frac{(25f_1 - S \cdot f_2) \cdot 8,8 \cdot 2 \cdot 100}{C} = \frac{1760}{C} \cdot (25f_1 - S \cdot f_2)$$

ahol:

- f_1 és f_2 a titrálások során használt oldatok faktorai,
- S a minta titrálásához felhasznált oldat mennyisége (ml),
- C a vizsgált minta pontos alkoholfoka térfogatszázalékban (%).

3.4.3. Kozmaalkohol tartalom meghatározása

Forrás: *Szeszesital-Ipari vizsgálati módszerek*, Mezőgazdasági Könyvkiadó 1980. o. 102–103.

Módszer: spektrofotometriás mérés tömény kénsav által adott színreakció után

Elv: A magasabb rendű alkoholok tömény kénsavval reagálva egy sárgás, barnás színreakciót adnak, para-dimetil-amino-benzaldehid jelenlétében. A színintenzitás arányos a kozmaolaj mennyiséggel a párlatban, amit egy kalibrációs görbe segítségével tudunk kiértékelni.

Eszközök és anyagok:

büretta

pipetta

titrálólombik

jeges és forró vízfürdő

spektrofotométer

Para-dimetil-amino-benzaldehid 1%-os kénsavas oldata: 1g Para-dimetil-amino-benzaldehid feloldása 95 cm³ higított kénsav oldatban, majd 100 cm³-re beállítva.

higított kénsav: 95 cm³ deszt vízhez 5 cm³ konc. kénsav

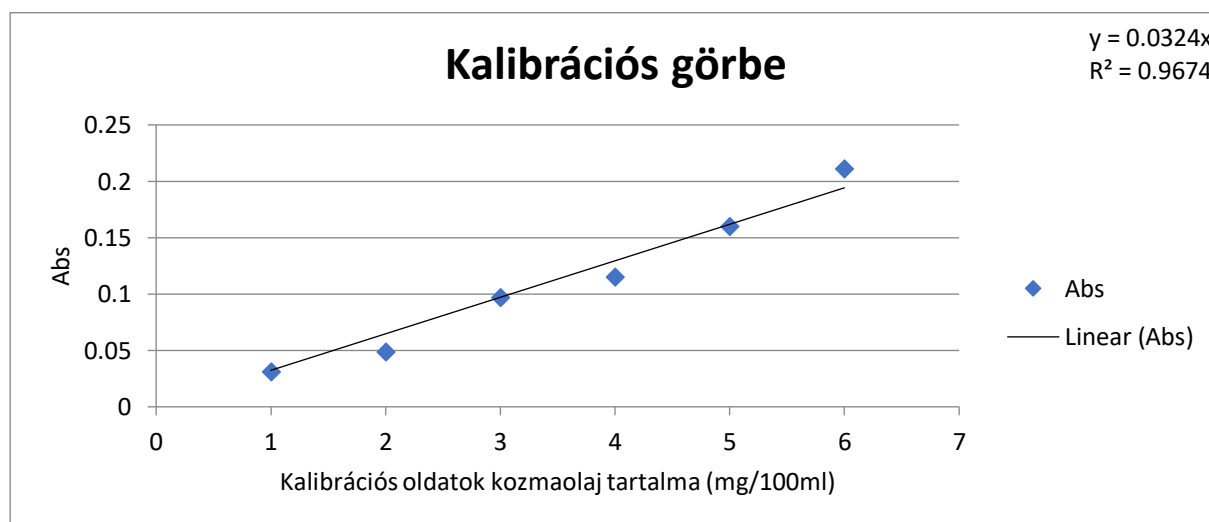
Mérés menete:

1 cm³ mintát 3 féle higítottunk, egy 20x-os egy 30x-os és egy 40x-es hígítást végeztünk. Vakpróbaként egy 30 térfogatszázalékos alkohol oldatot használtunk, majd a mintákat 20 cm³-es csiszolt dugós kémcsövekbe helyeztük, amit 3 percig jégfürdőbe tettünk. Ezt követően hozzáadtuk a para-dimetil-amino-benzaldehid oldatból 0,5 cm³-t mintánként. Erős rázás után 3 percig jégfürdőbe kerültek ismét a minták. 5 cm³ tömény kénsav hozzáadása után megint 3 percet töltöttek a minták a jégfürdőben. További 30 percig a minták bekerültek a forrásban lévő vízfürdőben, ahonnan a reakcióidő letelte után, újra visszahűtöttük őket. 25 perc szobahőmérséklet után 590 nm-en spektrofotométerrel a vakmintával szemben, megmértük a fényáteresztő képességüket.

Az eredmény számítása:

Kalibrációs görbe segítségével, ahol a kapott értéket meg kell szorozni a hígítás faktorával. az eredményt mg/100 cm³ értékben kell megadni

5. ábra Kalibrációs görbe kozmaolaj tartalom számítására(saját szerkesztés)



3.4.4. Gázkromatográfiás (GC) vizsgálat

A hidegkezelés és szűrés hatásainak részletesebb elemzésére a minták illékony aromaanyagainak vizsgálatát gázkromatográfiás (GC) módszerrel végeztük. A GC lehetőséget ad a pálinkákban található alkoholok, észterek és kozmaolajok pontos azonosítására és mennyiségi meghatározására, melyek az ital illatát és ízét alapvetően meghatározzák (Puškaš et al., 2013; Miljić et al., 2013). Ez egy olyan elválasztási módszer, amelynél a vizsgálandó minta alkotóinak elválasztása egy helyhez kötött álló fázis és az ezzel érintkező mozgó gáz fázis közötti anyagátmeneten alapul. A méréseinkhez a Perichrom 2100 típusú, split/splitless injektorral és FID detektorral ellátott gázkromatográfiás berendezést alkalmaztunk. A párlatban lévő komponensek elválasztására CP-WAX-57 CP (50 m x 0,32 mm ID x 0,2 m) kapilláris oszlopot (Varian) használtunk. Az injektor hőmérséklete 220°C, a detektor hőmérséklet 240°C volt. A mérés során a következő hőmérséklet program futott: 40°C 3 percig; utána 6°C/perc sebességgel 75°C-ra, majd 9°C 6perc sebességgel 210°C-ra. Az egyes komponensek beazonosítására különböző külső standardokat alkalmaztunk. Az így kapott kromatogramok alapján megállapítható volt, hogy a különböző hőmérsékleti beállítások (-4 °C, 0 °C, +5 °C) és szűrőpórus-méretetek hogyan befolyásolták az aromaanyagok megőrzését.

3.4.5. Érzékszervi vizsgálat módszertana

A pálinkaminták érzékszervi értékelése a hidegkezelés és szűrés technológiai hatásainak vizsgálatát kiegészítve történt, célja az volt, hogy megállapítsa a különböző kezelési paraméterek (hőmérséklet, pórusméret) hatását az ital illat-, íz- és megjelenési jellemzőire.

Az értékelés kvantitatív módszerrel zajlott, a következő tulajdonságokra:

- Szín, tisztaság (4p): zavarosság, üledékképződés hiánya, optikai stabilitás.
- Illat (6p): gyümölcsösség, frissesség, idegen szagok hiánya.
- Íz (10p): harmónia, tisztaság, utóíz.

3.4.6. Zavarosság mérés vizsgálat módszere

A minták áttetszősége, optikai tisztasága egy fő szempont volt a hidegkezelés során, így ezt legkönnyebben egy zavarosság mérővel tudtuk kimutatni. A minták zavarosságát HI847492 kézi zavarosság mérővel határoztuk meg. Minden mintát legalább háromszor mértünk, az átlagolt eredményeket FTU (formazin turbidity unit) egységben adtuk meg. A méréseket szobahőmérsékleten végeztük, ügyelve a buborékok és a zavaró szennyeződések elkerülésére.

6. ábra Zavarosság mérő berendezés HI847492 (forrás: [http3](http://3))



4. Eredmények és értékelésük

Arra kerestem a választ, hogy a hidegkezelés két legfontosabb paramétere – a hőmérséklet (-4 °C, 0 °C, +5 °C) és a szűrőpórus-méret (0,4-0,5 µm, 0,9 µm, 1,5-2 µm) – miként befolyásolják az alma pálinka kémiai összetételét, optikai tisztaságát és a szűrés technológiai hatékonyságát.

A vizsgálatok során mértem:

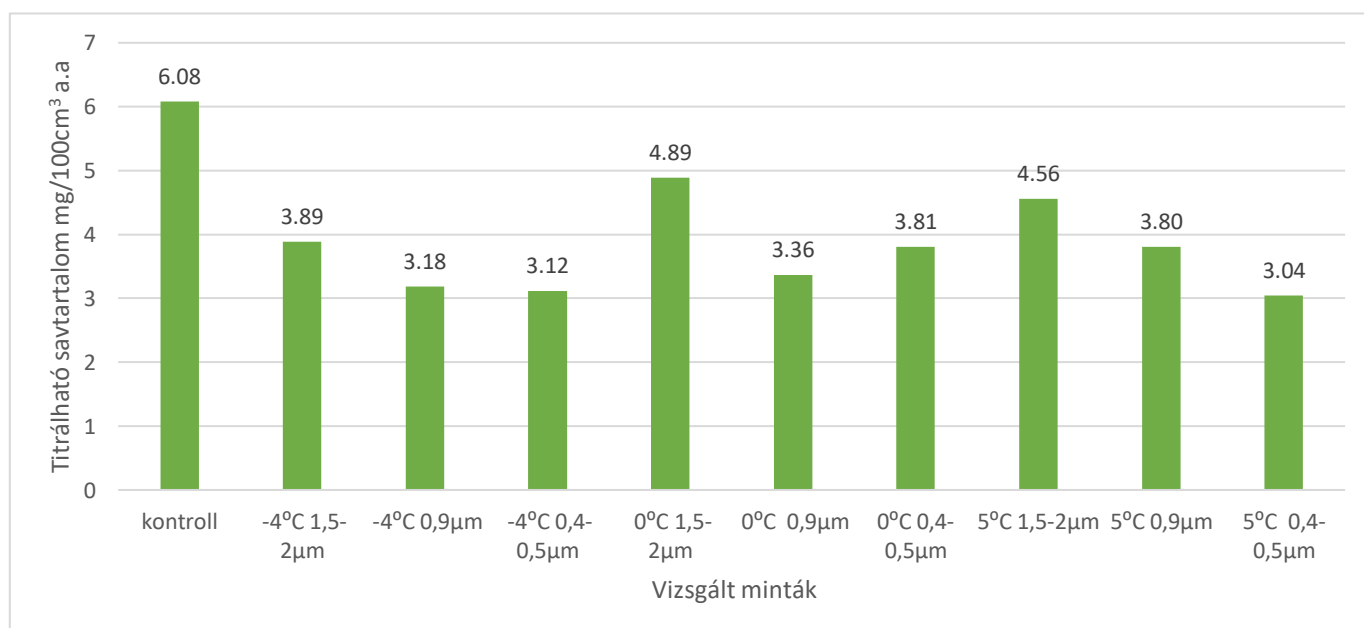
- a klasszikus analitikai paramétereket (savtartalom, észtertartalom, kozmaolaj),
- a szűrési időt és átfolyási sebességet,
- valamint a GC-analízissel meghatározott illékony aromaanyagokat.

4.1. Klasszikus analitikai vizsgálatok eredményei és összehasonlítása

4.1.1. Titrálható savtartalom vizsgálat kiértékelése

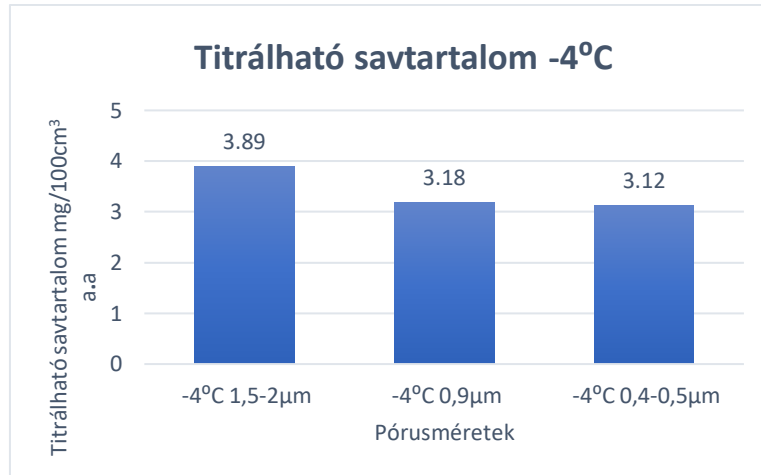
A klasszikus analitikai mérések a párlat alapvető kémiai tulajdonságaiban létrejövő változásokat jól példázták. A titrálható savtartalom mérésnél a pórusméretek függvényében változott a szűrletek savtartalma, minél kisebb volt a pórusméret, annál alacsonyabb lett a savtartalom is, a kezeletlen mintához viszonyítva (7. ábra).

7. ábra A vizsgált minták titrálható savtartalmának alakulása (saját szerkesztés)

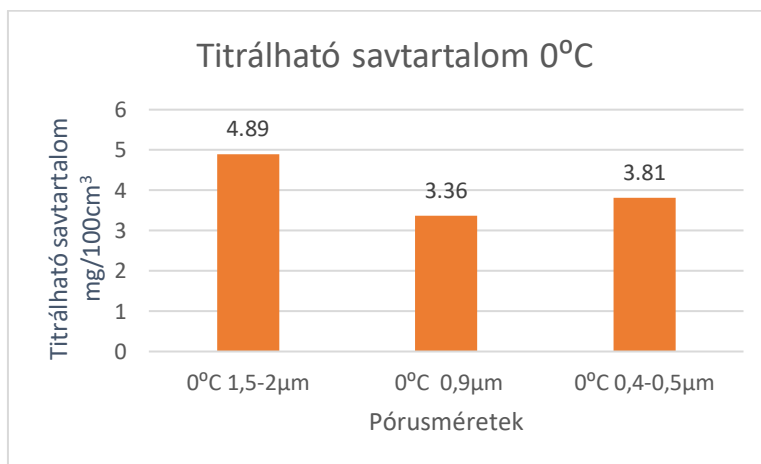


A 8., 9. és 10. ábra alapján megállapítható, hogy a szűrés általánosságban csökkenti a savtartalmat, a nagyobb pórusméretű szűrőknél kevésbé, míg a 0,4-0,5 μ m átmérőjű szűrőbetetnél, mindhárom hőmérsékletnél majdnem a felére csökkent a savtartalom.

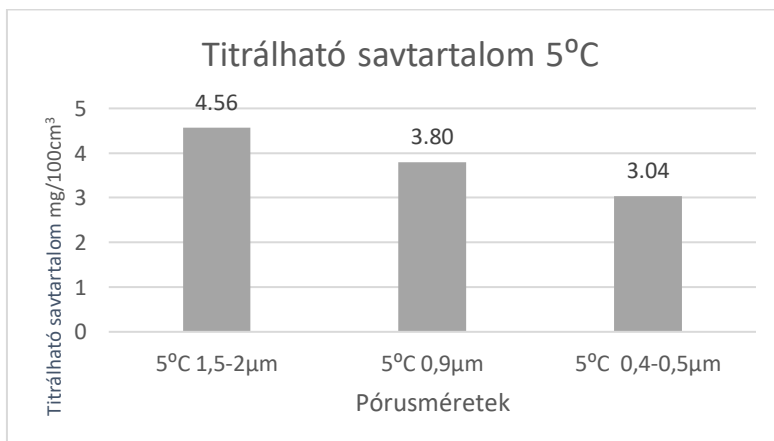
8. ábra Titrálható savtartalmak alakulása -4°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés)



9. ábra Titrálható savtartalmak alakulása 0°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés)

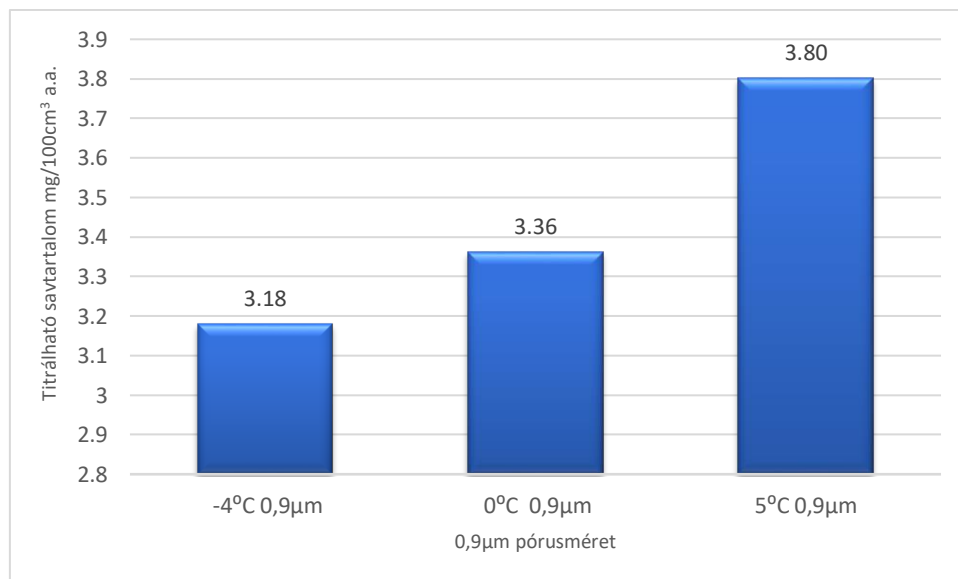


10. ábra Titrálható savtartalmak alakulása 5°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés)



A 0 °C-on végzett kezelések enyhébb változást eredményeztek, a savtartalom csökkenése itt 15–30% közötti volt. A legnagyobb visszatartása a -4°C/0,4-0,5µm kombinációnak volt, habár az eltérések igencsak minimálisak voltak. A, nyolcadik, kilencedik és tizedik ábra szépen példázza a pórusméretek közötti különbségeket, a nagyobb méret, kevesebb visszatartott savat eredményez, ezért kevesebb ízanyagot és aromát is vesz el a pálinkából. A 0,4-0,5 µm szűrőknél a savtartalom átlagosan 40%-kal volt alacsonyabb a kontrollhoz (kezeletlenhez) képest, míg a 1,5-2 µm szűrőnél ez az érték mindössze 10–15% volt. A jelenség valószínűleg a finomabb szűrőlapokon történő adszorpciós megkötésnek és a szerves savak kolloid formában történő visszatartásának tudható be, ahogy azt Hangmann (2016) és Puškaš et al. (2013) le is írják.

11. ábra Titrálható savtartalom változás azonos pórusméretnél (saját szerkesztés)



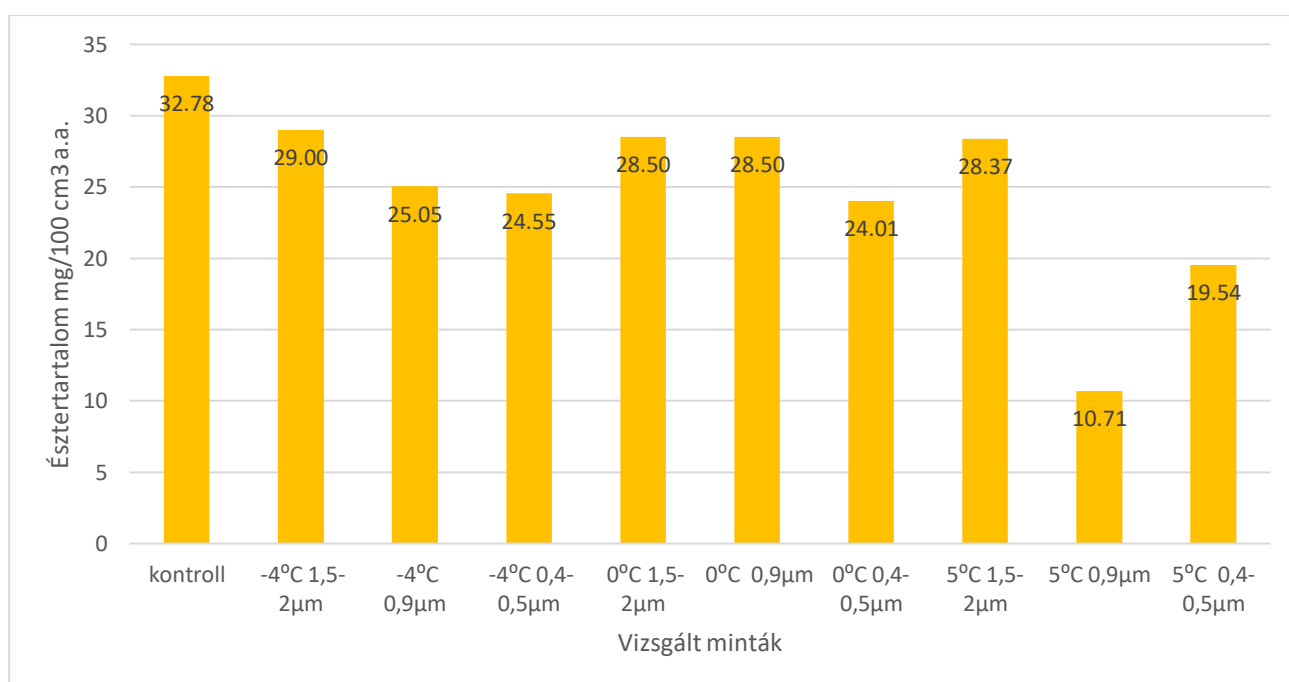
A 11. ábrán látható ugyanakkor, hogy nem csak a pórusméret, hanem a hőmérséklet is nagy szerepet játszik a szűrlet végleges savtartalma esetében. Minél magasabb a hőmérséklet annál több a késztermék esetén a savtartalom, ami igazolja a hipotézisünket, miszerint az alacsonyabb hőmérséklettel történő kombináció nagyobb retenciával bír.

4.1.2 Észtertartalom vizsgálat kiértékelése

Az észterek a pálinka aromaprofiljának legfontosabb illékony vegyületei. A hidegkezelés hatással lehet ezek egyensúlyára, ezért mennyiségük meghatározása fontos információt ad a technológia aromamegőrző képességéről (Miljić et al., 2013).

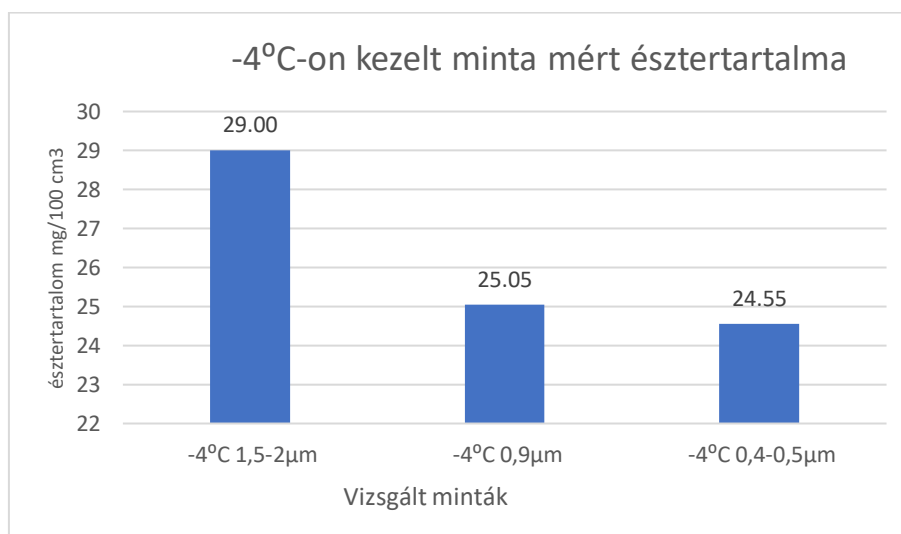
Az észterek határozzák meg a pálinka illat- és ízprofiljának gyümölcsös karakterét. A következő 12. ábrán mindegyik minta észtertartalmát szemléltetem.

14. ábra Vizsgált minták észtertartalmának a változása különböző kezeléseket során (saját szerkesztés)



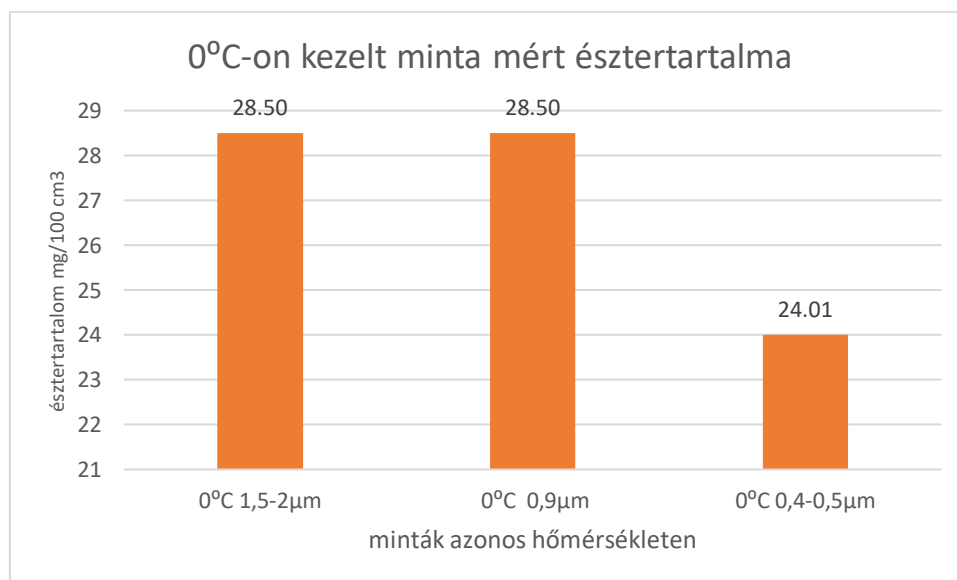
A kontroll (kezeletlen) minta észtertartalma 32,8 mg/100 cm³ a.a. volt, amelyhez viszonyítva a hidegkezelések hatása jól megfigyelhető. A mintáinkat mind pórusméret mind hőmérséklet szerint bontva is többet elmondanak, így külön ábrákba foglalva egyszerűbb őket jellemezni.

15. ábra A -4°C -on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés)



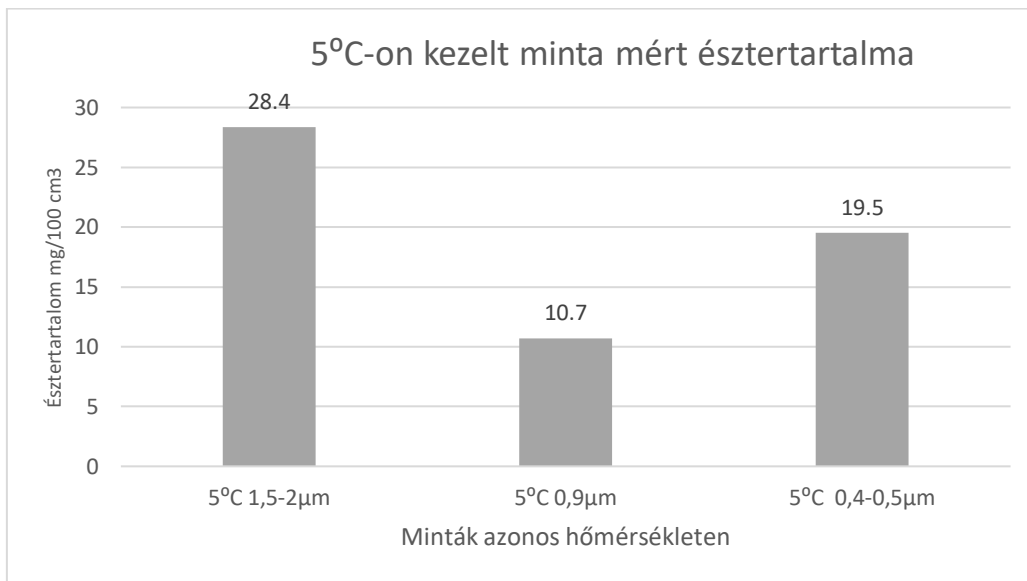
A -4°C -on kezelt minták esetében (13. ábra) az észtertartalom 24–29 mg/100 cm³ a.a. közé esett, vagyis a kontrollhoz képest 10–25%-os csökkenés figyelhető meg. Ez a csökkenés az illékony aromaanyagok részleges kicsapódásával (oldékonyságuk elvesztésével) magyarázható, amely a túl alacsony hőmérsékleten a szűrés során elveszhet (Miljić et al., 2013).

16. ábra A 0°C -on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés)



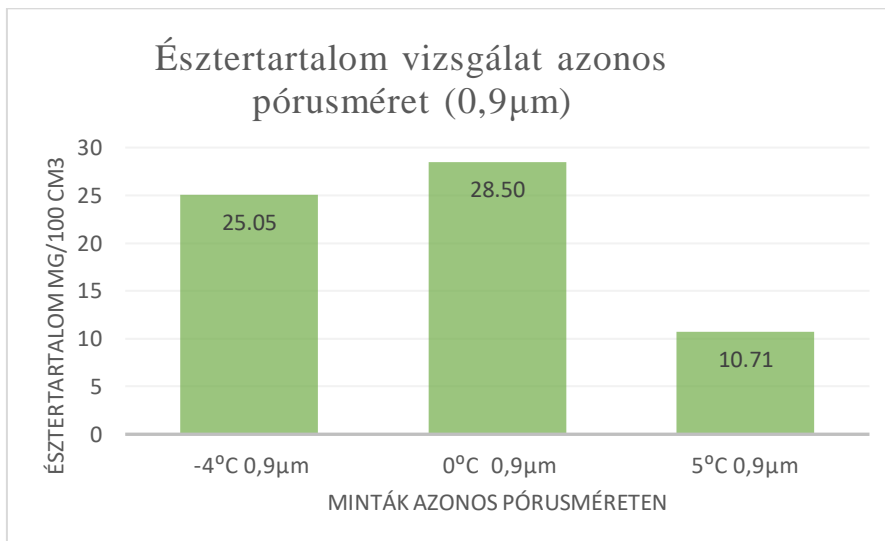
A 0°C -os tartomány eredményei (28,5 mg/100 cm³ a.a.) a legkiegyensúlyozottabb értékeket mutatták (14. ábra). Itt az észtertartalom csak kis mértékben maradt el a kontrollhoz (kezeletlenhez) képest, ami arra utal, hogy ennél a hőmérsékletnél a hidegkezelés hatékonyan javítja a párlat tisztaságát, miközben az aromaanyagok döntő többsége megmarad.

17. ábra Az 5°C-on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés)



Az 5 °C-on kezelt mintákban az észtertartalom jelentősen csökkent, különösen a 0,9 μm-es szűrővel végzett kezelésnél (10,7 mg/100 cm³ a.a.). A 0,4–0,5 μm-es szűrővel kezelt minta ugyan kissé magasabb értéket (19,5 mg/100 cm³ a.a.) mutatott, de még így is jelentős észtervesztés volt megfigyelhető, ami számunkra is meglepő volt az eddigi tendenciákat látva

18. ábra A 0,9μm pórusméreten és különböző hőmérsékleten elvégzett szűrés során kapott észtertartalmak összehasonlítása (saját szerkesztés)

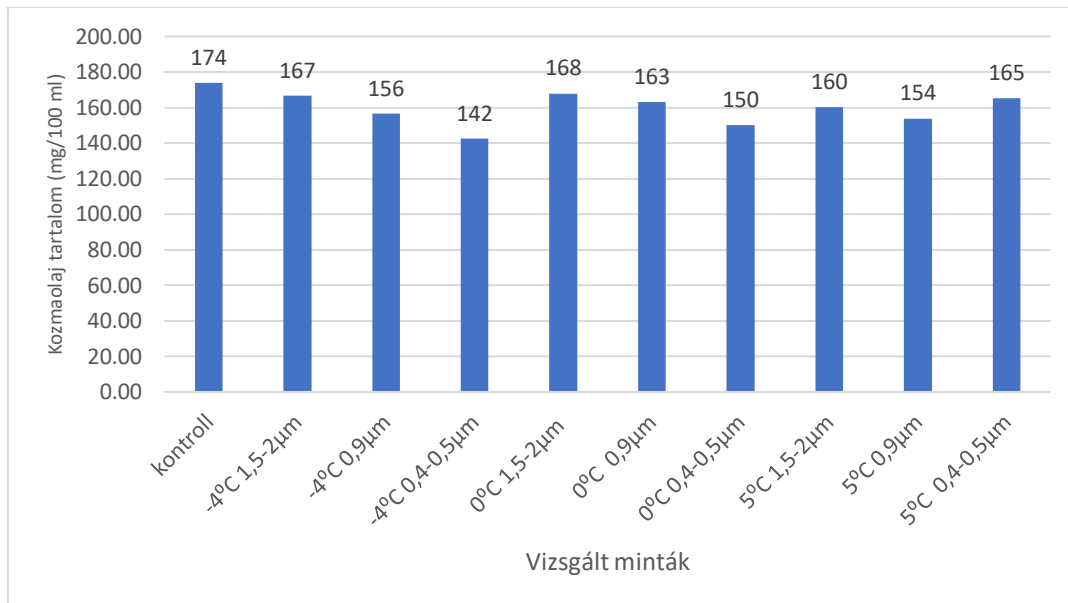


A különböző pórusméretű szűrők közül a 0,9 μm-es szűrővel (16. ábra) kezelt minták adták a legjobb eredményt -4°C-on és 0 °C-on: a szűrés kellően hatékony volt, de nem járt érezhető aromaanyag-vesztéssel. Itt is megfigyelhető volt, hogy a hőmérséklet még azonos pórusméretnél is mekkora szerepet játszik. Az 5°C-on kapott eredmény magyarázatához további vizsgálatok szükségesek.

4.1.3 Kozmaolaj tartalom vizsgálat eredmények értelmezése

A kozmaolaj-tartalom a párlat egyik fontos technológiai mutatója, amely a lepárlás során, valamint a szűrés és hidegkezelés során történő megfelelő elválasztási lépésekről ad képet. A mérések alapján a kozmaolaj mennyisége az összes kezelés után csökkent a kontrollmintához képest (173,9 mg/100 ml). Ezen eredményeket a 17. ábrán szemléltetem.

19. ábra Kozmaolaj tartalom alakulása a vizsgált mintákban (saját szerkesztés)



A legnagyobb mértékű csökkenés a -4 °C-os 0,4-0,5 µm pórusméretű kezelésnél jelentkezett, ahol a kozmaolaj-tartalom 142,4 mg/100 ml, ami mintegy 18%-os eltérést jelent a kontrollhoz (kezeletlenhez) képest.

A -4 °C-os minták esetében általánosan 10-18%-os csökkenés volt tapasztalható, ami a finom pórusú szűrés és az alacsony hőmérséklet együttes hatásával magyarázható: ilyenkor a kozmaolaj-részecskék oldékonysága csökken, kicsapódnak és a szűrőn fennakadnak.

A 0 °C-on végzett szűrések ennél kedvezőbb eredményeket mutattak: a kozmaolaj-tartalom 150-168 mg/100 ml között mozgott, vagyis a veszteség mértéke átlagosan 4-10% volt. Az 5°C-os minták esetében a kozmaolaj-tartalom gyakorlatilag maradt a kontroll szintjén, a különbség nem haladta meg az 5%-ot. A 0,9 µm-es 5°C-on hidegkezelt minta eltérése a tendenciától, valószínűleg mérési hibának tudható be.

A pórusméret csökkenésével a kozmaolaj tartalom folyamatosan csökkent, a 1,5-2 µm-es szűrők esetében a veszteség kisebb volt (5-7%), mint a 0,4-0,5 µm-es szűrőknél (15-18%). Ez arra utal, hogy a durvább szűrők kevésbé távolítják el a kozmaolajokhoz hasonló mikrorészecskéket, amelyek a pálinka testességéért és olajos érzetéért felelősek.

4.2. Szűrés befolyásoló hatásának vizsgálata

4.2.1 Alkoholtartalom változása a szűrés hatására

1. táblázat Az alkoholtartalom változás hidegkezelési technika hatására (saját szerkesztés)

Vizsgált minták	Alkoholtartalom(V/V%)
Kontroll (kezeletlen)	41,1
-4°C 1,5-2µm	40,2
-4°C 0,9µm	39,3
-4°C 0,4-0,5µm	40,1
0°C 1,5-2µm	40,9
0°C 0,9µm	40,9
0°C 0,4-0,5µm	41
5°C 1,5-2µm	41,1
5°C 0,9µm	41,1
5°C 0,4-0,5µm	41,1

A pálinka alkoholtartalma nemcsak technológiai, hanem érzékszervi szempontból is meghatározó lehet: az alkoholfok befolyásolja a stabilitást és a karaktert.

A mérések alapján (1. táblázat) a hidegkezelési technika csak kismértékben változtatja meg az alkoholtartalmat, és ez főként a hőmérséklettől és a szűrő pórusméretétől függ. A kontrollminta 41,1% volt. Amikor -4°C-ra hűtöttük és szűrtük a párlatot, itt jelentkezett a legnagyobb esés: 1,5–2 µm-es szűrőn -2,2%, 0,9 µm-en -4,4%, 0,4–0,5 µm-en -2,4% volt a csökkenés a kontrollhoz képest. Ez a tartomány tehát nagyjából 2–5% alkoholvesztést okozott, ami magyarázható azzal, hogy a nagyon alacsony hőmérsékleten az egyes komponensek (pl. a kozmaalkoholok) könnyebben kicsapódnak, illetve a szűrőanyag mikropórusaiban adszorbeálódnak. Ezzel szemben 0°C-on a változás szinte mérési hibahatáron belül maradt (40,9–41,0% V/V).. 5°C-on pedig gyakorlatilag nem volt különbség: az alkoholtartalom megegyezett a kontrollal (41,1% V/V), ami azt jelzi, hogy enyhébb hűtésnél a komponensek visszatartása elhanyagolható.

A pórusméret hatása összességében csekély, de következetes volt: a legfinomabb (0,4-0,5 µm) szűrő majdnem minden hőmérsékleten mutatott egy enyhe alkoholvesztést. Feltehetően a mikropórusokban fennragadó kozmaalkohol legmagasabb koncentrációja miatt.

4.2.2 Szűrési idő és átfolyási sebesség eredményeinek kiértékelése

2. táblázat Szűrési idők a mintákhoz (saját szerkesztés)

Minták	Szűrési idő (mp)
Kontroll	0
-4°C 1,5-2µm	24,66
-4°C 0,9µm	37,2
-4°C 0,4-0,5µm	51,3
0°C 1,5-2µm	22,38
0°C 0,9µm	33,1
0°C 0,4-0,5µm	49,03
5°C 1,5-2µm	19,88
5°C 0,9µm	28,45
5°C 0,4-0,5µm	43,9

A szűrési idő jól tükrözi a pórusméretek hatását a folyamat gyorsaságára. A mérések alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet csökkenésével a szűrési idő jelentősen nőtt. A -4°C-on végzett minták esetében a szűrési idő átlagosan 30–50 mp között alakult, míg 0°C-on ez 20-45 mp, 5 °C-on pedig már csak 20-40 mp volt.

A pórusméret növekedésével a szűrési idő rövidült: a 1,5–2 µm-es szűrők átlagosan 40-60%-kal gyorsabban működtek, mint a 0,4–0,5 µm-es szűrők. Összességében elmondható, hogy az alacsonyabb hőmérséklet és a kisebb pórusméret lassítja a szűrést, míg a 0–5 °C tartományban a folyamat már gazdaságosan és megfelelő hatásfokkal végezhető.

4.2.3. Optikai tisztaság kiértékelése

A minták zavarosságát (optikai tisztaságát) a szűrés előtt és után is az 3. táblázatban tüntettem fel. Kíváncsi voltam, hogy a szemmel ugyanolyannak ítélt párlatok között van-e műszeresen mérhető különbség.

3. táblázat Zavarosság mérés eredmények (saját szerkesztés)

Minták	Zavarosság (FTU)
Kontroll	0,26
-4°C 1,5-2µm	0,15
-4°C 0,9µm	0,11
-4°C 0,4-0,5µm	0,12
0°C 1,5-2µm	0,13
0°C 0,9µm	0,095
0°C 0,4-0,5µm	0,095
5°C 1,5-2µm	0,135
5°C 0,9µm	0,1
5°C 0,4-0,5µm	0,11

A kontroll 0,26 FTU volt, ehhez képest minden szűrt minta látványosan tisztult: 0,15-0,095 FTU közötti értékeket kaptunk, ami nagyjából 42-64% csökkenés. Általánosságban elmondható, minél kisebb a pórusméret, annál tisztább a minta. Az 1,5-2 µm minden hőmérsékleten gyengébb. A szűrt minták átlaga kb. 0,116 FTU, vagyis nagyjából a felére esett a zavarosság a kontrollhoz képest. Mindez jól mutatja a szűrés fontosságát a zavarosság megelőzésében.

4.3. Érzékszervi vizsgálat kiértékelése

A párlatok hidegkezelésének teljes megértéséhez hozzátartozik az érzékszervi kiértékelés is. Kiértékelésünket úgy állítottuk össze, hogy az a közel azonos pontokból álló szakirodalommal is összehasonlítható legyen (4. táblázat). Az érzékszervi bírálatot egy neves pálinkafőzde főzdemestere (szakértő bírálóként) végezte, a kellő szaktudás és tapasztalat birtokában. Az érzékszervi bírálat eredményét a 4. táblázatban tüntettem fel.

4. táblázat Érzékszervi bírálat kiértékelő lap (saját szerkesztés)

Minták	Szín (2p)	Technológiai tisztaság (2p)	Illat (6p)	Íz (10p)	Összesített pontszám
kontroll	2	2	4	6	14
-4°C 1,5-2µm	2	2	5	7	16
-4°C 0,9µm	2	2	5	8	17
-4°C 0,4-0,5µm	2	2	6	9	19
0°C 1,5-2µm	2	2	4	7	15
0°C 0,9µm	2	2	5	7	16
0°C 0,4-0,5µm	2	2	5	8	17
5°C 1,5-2µm	2	2	5	7	16
5°C 0,9µm	2	2	5	7	16
5°C 0,4-0,5µm	2	2	5	8	17

5. táblázat Érzékszervi vizsgálat kajszipárlatnál hidegkezelés után Miljic és munkatársai révén (2013))

Sample	Sensorial experiences				
	Colour (max 2 pts)	Clearness (max 2 pts)	Odour (max 4 pts)	Taste (max 12 pts)	Total (max 20 pts)
Control	2	2	3.7	11.5	19.2 ^b
BECO Steril 60	2	2	2.9	10.8	17.7 ^a
BECOPAD 270	2	2	3.0	11.2	18.2 ^a
BECOPAD 350	2	2	3.5	11.3	18.8 ^b
BECOPAD 450	2	2	3.5	11.2	18.7 ^b
SEITZ K150	2	2	3.6	11.4	19.0 ^b

Data given in the table present mean values from the marks assigned by a panel of five testers
Different letters mean significant differences (P<0.05).

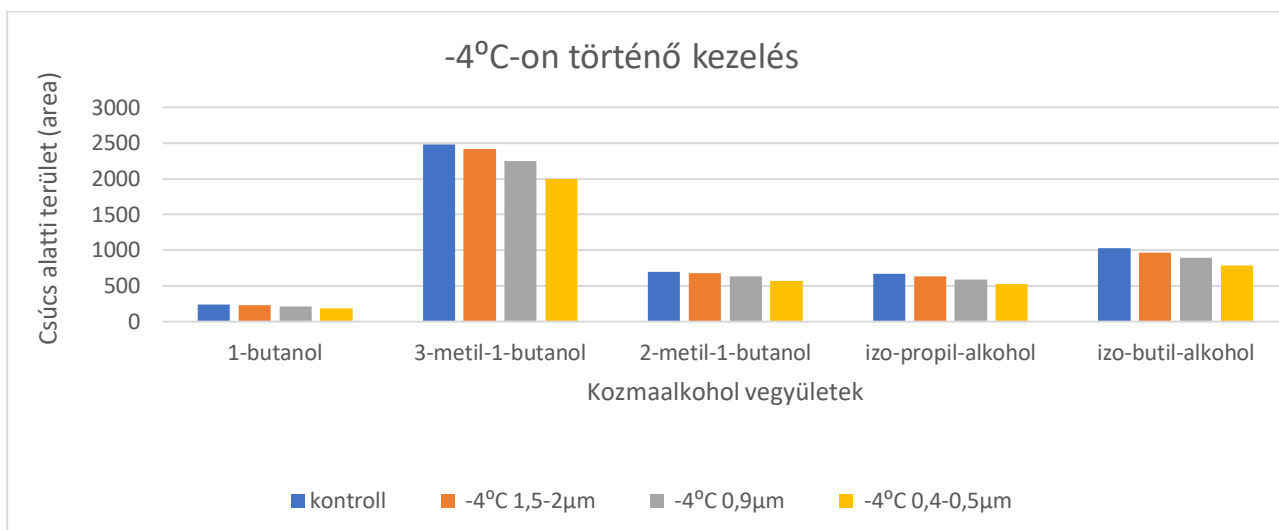
Ahogy látható a kiértékelésből, a főzdemester azonos értékelést adott a mintákra mind szín, mind technológiai tisztaságra (4. táblázat), ugyanúgy ahogy Miljić és munkatársai érzékszervi kísérletükben (5. táblázat) is. Ezek a faktorok tehát nem kerülnek befolyásolásra a hidegkezelés során, a párlatok megőrzik szemmel láthatóan tükrös és technológiailag tiszta mivoltukat. Az illatban a hidegkezelés összességében javított az eredményeinken, a párlat fáradt, enyhén karcos mivolta megszűnt, lágyabb illata lett. A szakirodalomban azonban a kontrollnak volt a legjobb illata, ami eltérés betudható a gyümölcsfajták sajátosságaiban vett különbségeknek. Ízben, a legmeghatározóbb kritériumban is megfigyelhető volt eltérés a két vizsgálat között. Míg a mi kísérletünkben a pórusméret növekedésével a nem kívánt ízek is megjelentek, úgy az említett kajszibarackos kísérletnél ez fordítva volt. Míg az alma pálinka vizsgálatánál a legkisebb hőmérsékletű kezelés kombinálva a legkisebb pórusmérettel volt a legnagyobb pontszámú minta, addig a kajszibarack párlatnál, ez a kezeletlen termék volt. Ezek az eltérések a gyümölcs különböző aromaprofiljainak tudhatók be, de további érdekes kérdéseket is felvet, miszerint nem mindegyik pálinkát érdemes standard módon hideg kezelni, vagy esetleg egyéni gyümölcsre szabott módszereket kell kialakítani.

4.4. Gázkromatográfiás mérések eredményei

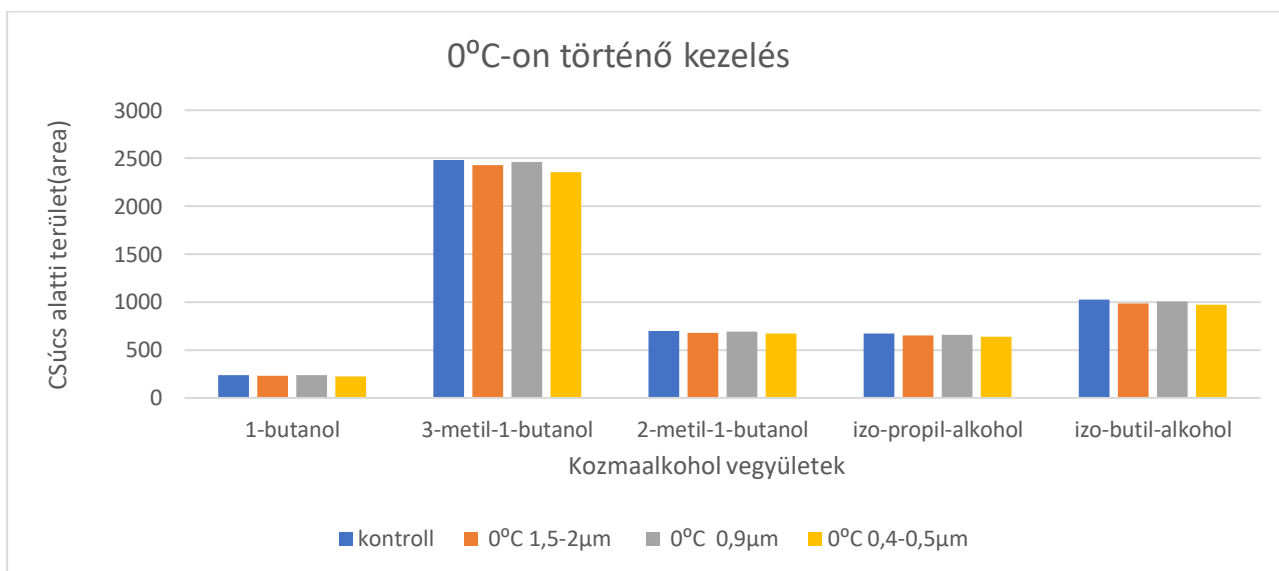
A vizsgált mintákat beazonosítva, elemezve és táblázatokba szedve egyszerűen felfedezhetővé váltak a tendenciák, amiket már eddig is megállapítottunk. A diagramok alapján jól megfigyelhető, hogy a hidegkezelés hatására az észterek és az alacsony szénatomszámú alkoholok (pl.:metanol, etanol (melléklet 6.táblázat)) mennyisége nagyobb mértékben csökkent, addig a nagyobb molekulatömegű alkoholok aránya ugyan kisebb mértékben, de hasonló tendenciát mutatott(18;19;20.ábra). A változások mértékét a hőmérséklet és a szűrő pórusmérete egyaránt befolyásolta.

A **kozmaalkoholok** változását a különböző hőmérsékleten és pórusméret mellett elvégzett kezeléseknél a 18., 19., és a 20. ábrán szemléltetem.

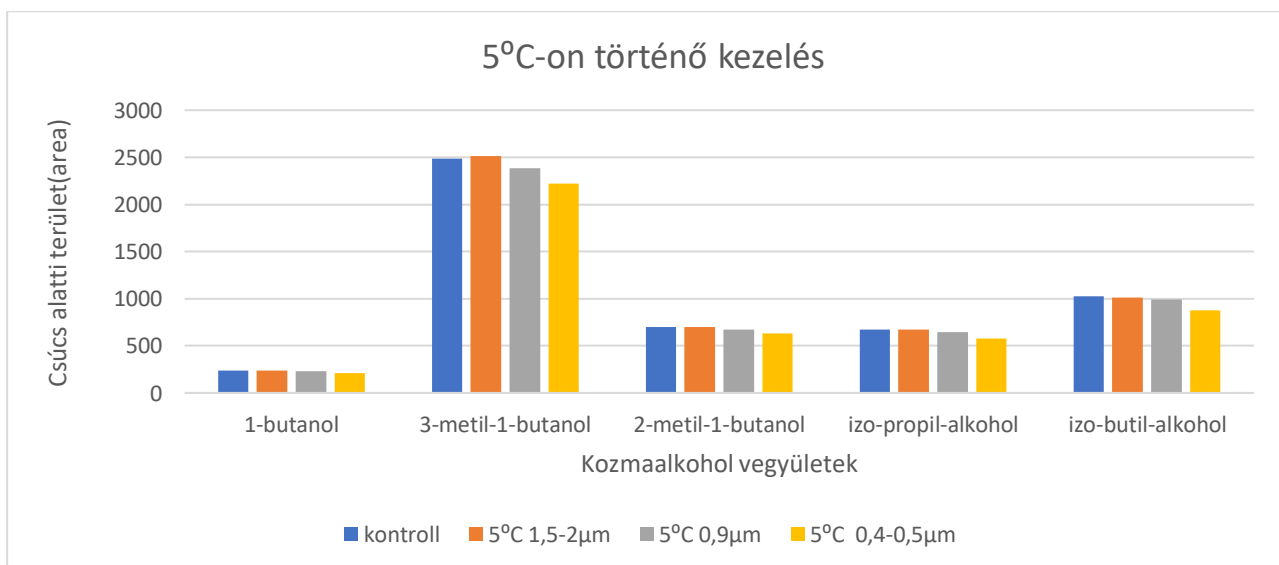
20. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása a -4°C -os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés)



21. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása a 0°C -os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés)

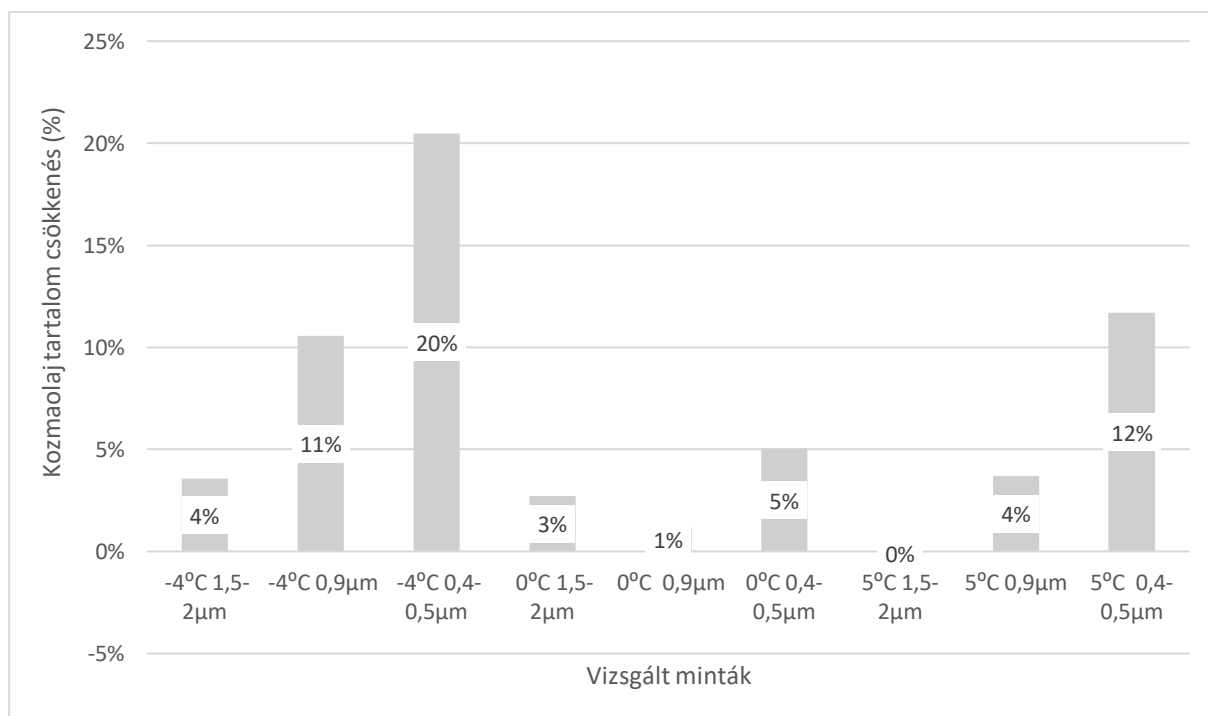


22. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása az 5°C -os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés)



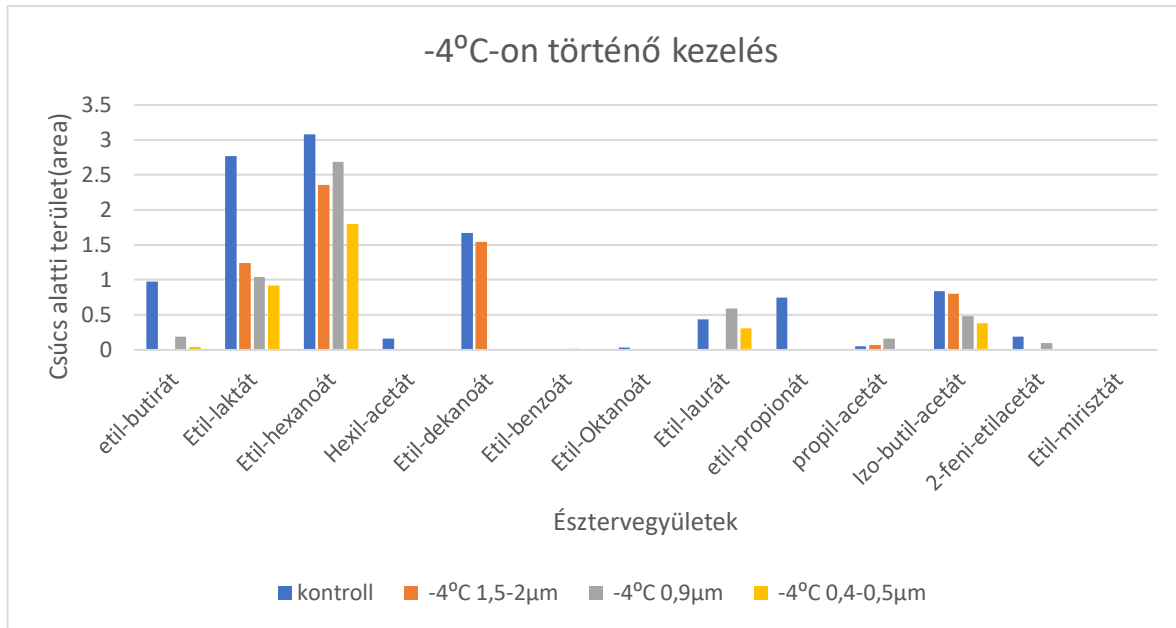
Az 1-butanol, 2-metil-1-butanol, izo-propil- és izo-butil-alkohol koncentrációja minden hőmérsékleten csak mérsékelten tért el a kontrollhoz képest. A legnagyobb különbség a -4 °C / 0,4-0,5 µm kezelésnél jelentkezett, ahol a kozmaolajok mennyisége 20%-kal alacsonyabb volt (21. ábra). Ez a hőmérséklet és a finomszűrés együttes hatásával magyarázható, amely elősegíti a nagyobb molekulájú, olajos jellegű anyagok elválasztását. A 0 °C-os és +5 °C-os minták ezzel szemben kiegyensúlyozott profilt mutattak (19,20. ábra), ami a gyakorlatban is azt jelzi, hogy a mérsékelt hűtés kevésbé befolyásolja a pálinka testességéért felelős komponenseket. Általánosságban elmondható, hogy a pórusméret csökkenésével a visszatartott kozmaalkohol mennyiség is nőtt.

23. ábra Kozmaolaj tartalom százalékos csökkenése a kontrollhoz képest a vizsgált mintákban (saját szerkesztés)

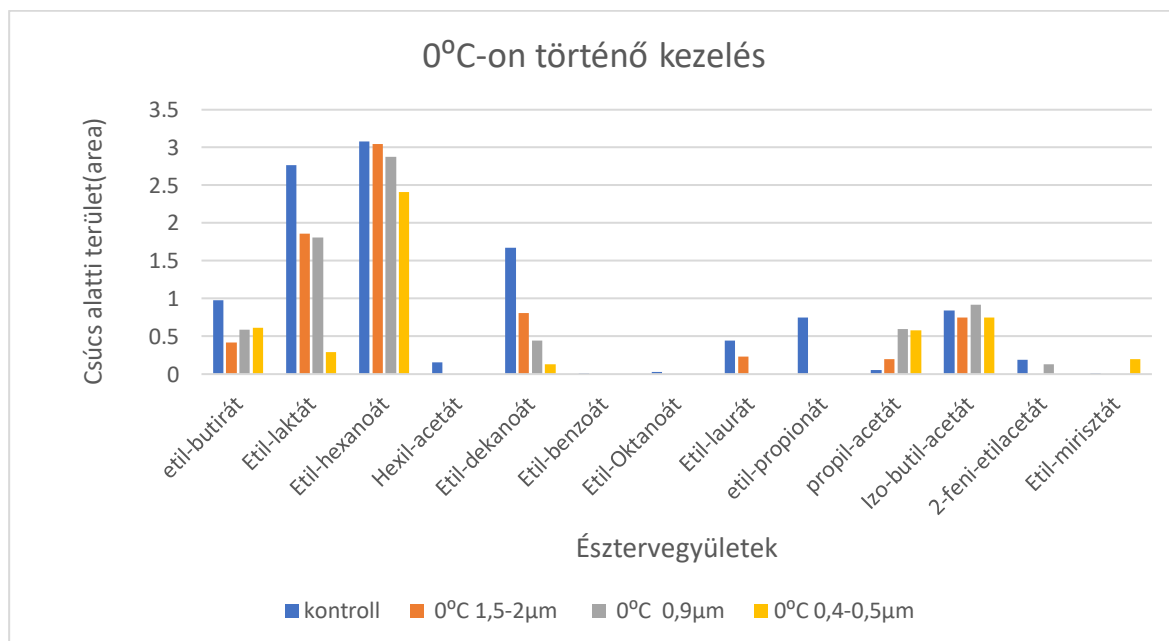


A párlatok érzékszervi tulajdonságait tekintve a legfontosabb vegyületcsoport az észterek. Tehát ezeknek a vegyületeknek a változása befolyásolhatja leginkább a kiserelt párlatok illat és íz világát. A 22. – 25. ábráig e vegyületek alakulását mutatom be.

24. ábra A -4°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés)



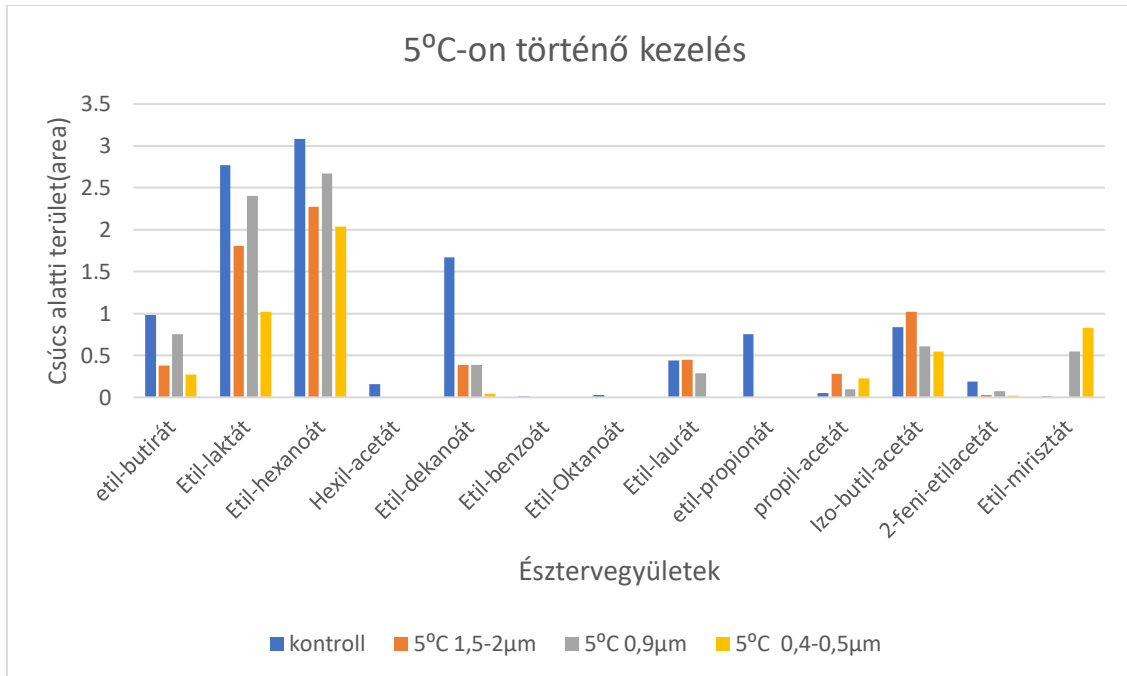
25. ábra A 0°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés)



Az észtereknél, különösen az etil-laktát (selymes, vajjas ízérzet), etil-butirát (ananász jelleg), etil-dekanoát (almás, körtés, viaszos, héjkesernyés jelleg) és etil-hexanoát (vezéraroma, erőteljes almaíz) esetében, a hűtés erőteljes hatása látszik. A -4 °C-on kezelt mintákban (22. ábra) az észterek csúcsai jelentősen alacsonyabbak, mint a kontrollban, ami akár 50–70%-os csökkenést is jelenthet a teljes észtertartalomban (25. ábra). A 0 °C-os mintákban (23. ábra) a görbék közel azonos magasságúak a kontrollhoz képest, itt a csökkenés mértéke már csak 10–20%, ami az optimális stabilizálás és aroma-megőrzés határát jelzi (25. ábra). A 5 °C-on kezelt

mintákban a fő aroma-észterek szinte változatlanok maradtak, különösen az etil-laurát (virágos, gyümölcsös illat, édeskés) és izobutil-acetát (málnás, körtés, gyümölcsös jelleg), ami arra utal, hogy enyhébb hűtés mellett a szűrés nem távolítja el a fontos íz- és illatanyagokat (24. ábra).

26. ábra Az 5°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés)



27. ábra Észtertartalom csökkenése a mintákban százalékban megadva (saját szerkesztés)

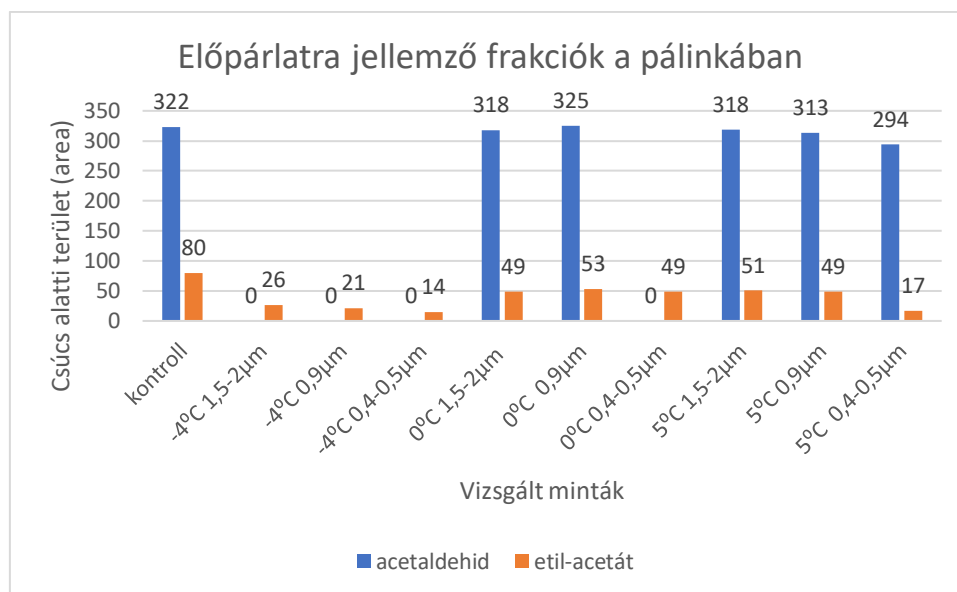


Meg kell említenem azokat a vegyületeket is, amelyeket nem tüntettem fel az ábrákon. Ilyenek az etil-propionát, hexil-acetát, etil-benzoát, etil-oktanoát és 2-fenil-etilalkohol, amelyek gyakorlatilag eltűntek a legtöbb kezelt mintából, ami arra utal, hogy ezek a vegyületek, amelyek csekély mennyiségben találhatók meg, rendkívül illékonyak, és a hűtés, illetve a szűrés során könnyen kiválnak vagy megkötődnek a szűrőfelületen. Az ilyen vegyületek felelősek a pálinka virágos, mézes és enyhén gyümölcsös jegyeiért, ezért eltűnésük (kimutatási határ alá csökkenésük) érzékszervileg is enyhébb illatintenzitást eredményezhet.

A vezéaromaként is megemlíthető etil-hexanoát, azonban jellemzően megmaradt, megőrizve az alma illatát a pálinkának. Nagyobb mennyiségben megtalálható volt még a párlatban az izo-amil acetát is, ami tovább fokozza az észteres, banános, zöldalma ízét a párlatnak.

Az acetaldehid és az etil-acetát a desztilláció elején képződő, illékony komponensek, amelyek mennyisége jól jelzi az előpárlati frakció elválasztásának sikerességét. Ezeknek a vegyületeknek az ízküszöb alatti mennyisége továbbra is megtalálható a középpárlatban. A 26. ábrán megfigyeltük, hogy a szűrés hatása hogyan befolyásolta az acetaldehid és etil-acetát jelenlétét a párlatban.

28. ábra Az előpárlatra jellemző vegyületek szűrés után a mintákban (saját szerkesztés)



A 26. ábra alapján elmondható, hogy az acetaldehid mennyisége a -4°C-os kezeléseknél szinte teljesen eltűnik, míg a 0°C és 5°C mintákban minimálisan csökken ugyan, de továbbra is jelen van. Ez arra utal, hogy az alacsony hőmérsékletű szűrés nemcsak az észtereket egy részét, hanem az előpárlat-frakciókat is eltávolítja. Az etil-acetát mennyiség szintén csökken, ami a gyümölcsös jegyeket erősíti, az éteres illatjegyek pedig szegényülnek a párlatban. Jól

mutatja tehát az elválasztásnál azt a jelenséget, mikor már az érzékszervi küszöböt nem éri el egyes vegyület a mintában, de még továbbra is jelen van a párlatban.

5. Következtetések és javaslatok

5.1. Szűrés vizsgálata

A hidegkezelés és szűrés kombinációja egyértelműen bizonyította, hogy a pórusméret és a hőmérséklet kritikus tényezők a pálinka optikai és érzékszervi tulajdonságainak megőrzésében.

A zavarosságmérés adatai szerint a kisebb (0,4-0,5 μm) pórusméretű szűrők biztosították a legnagyobb mértékű tisztulást - akár 60%-os zavarosságcsökkenést a kezeletlen mintához képest, azonban ez együtt járt bizonyos aromaanyag-veszteséggel. A 1,5-2 μm -es szűrők ezzel szemben kevésbé tisztítottak, viszont jobban megőrizték a gyümölcsös illatjegyeket. A szűrési időadatok is ezt a kompromisszumot tükrözték: a legfinomabb szűrők lassabban, de alaposabban dolgoztak, míg a durvábbak gyorsabbak voltak, de kevésbé szűrték meg a mintákat.

Érzékszervi szempontból a $-4\text{ }^\circ\text{C}$ -on, 0,4-0,5 μm pórusméret mellett szűrt párlatok mutatták a legnagyobb tisztaságot és leglágyabb ízérzetet, ugyanakkor enyhe aromaveszteséggel. A $0\text{ }^\circ\text{C}$ / 0,9 μm kombináció azonban optimálisnak bizonyult: a minták tiszták, tükrök maradtak, miközben a gyümölcsös illat és a friss, harmonikus íz megőrződött. A szűrési hatékonyság ipari szempontból is kedvezőnek tekinthető ebben a tartományban, mivel az átfolyási idő és a szűrő eltömődésének aránya még gazdaságosan tartható.

Ipari javaslat: A vizsgálataim alapján a $0\text{ }^\circ\text{C}$ körüli hőmérséklet és a 0,9–1,0 μm pórusméret alkalmazása javasolt a legtöbb gyümölcspárlat esetében. Ez az egyensúly biztosítja a tisztaságot, a gyors szűrést és a karakteres ízvilág megőrzését.

További kutatások szükségesek azonban, annak feltárására, hogy a különböző gyümölcsből készült pálinkák (pl. szilva, körte, kajszi) esetében ez a kombináció univerzálisan alkalmazható-e, vagy gyümölcsfajtánként eltérő paraméterek az optimálisak.

5.2. Alkohol- és analitikai vizsgálatok

Az alkoholtartalom a hidegkezelés során csak minimálisan változott, ami azt bizonyítja, hogy a hőmérséklet és a szűrés nem okoz érdemi alkoholtartalom-veszteséget. A $-4\text{ }^\circ\text{C}$ -on

végzett kezelések esetében ugyan 2-5% csökkenés mutatkozott, de ez főként a szűrőfelületen megkötődő kozmaalkoholok adszorpciójával magyarázható.

A titrálható savtartalom a hőmérséklet és a pórusméret növekedésével fokozatosan csökkent. A legnagyobb csökkenés a $-4\text{ °C} / 0,4\ \mu\text{m}$ kombinációnál volt megfigyelhető (akár 40%-os), ami arra utal, hogy a finomabb szűrés során a szerves savak részben megkötődhetnek. Ez a hatás érzékszervileg is kimutatható volt: a minták lágyabb ízűek lettek.

Az észtertartalom vizsgálat adatai megerősítették, hogy az alacsonyabb hőmérséklet fokozza az aromaanyagok elvesztését. A -4 °C -os mintákban az észtertartalom 25–30%-kal csökkent, míg a 0 °C -on kezelt minták megőrizték a kezeletlen minta értékének több mint 90%-át. Az észterveszteség mértéke fordítottan arányos volt a hőmérséklettel, így a 0 °C és 5 °C közötti kezelések biztosították a legjobb eredményeket.

A mérések alapján a szűrés nem okoz kémiai instabilitást, azonban túl alacsony hőmérsékleten a természetes sav-észter egyensúly eltolódhat, ami a pálinka ízprofiljának módosulásához vezethet. A gyakorlatban a 0 °C -on végzett, közepes pórusméretű szűrés az optimális, amely megőrzi az ital savas-friss karakterét, miközben biztosítja az optikai és érzékszervi stabilitást.

5.3. Gázkromatográfiás (GC) vizsgálatok

A GC-analízis feltárta, hogy a hűtés és szűrés leginkább az észterekre és az alacsony szénatomszámú alkoholokra (etanol, metanol) volt hatással, míg a nagyobb molekulatömegű komponensek (pl. 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol) koncentrációja kevésbé változott. A $-4\text{ °C} / 0,4\ \mu\text{m}$ kezelésnél a legtöbb illékony észter mennyisége 50–70%-kal csökkent, ami érzékszervileg is minimálisan gyengébb gyümölcsösséget eredményezett. A $0\text{ °C} / 0,9\ \mu\text{m}$ kezelésnél az észterek megőrzése 67%-os volt, ami a legkiegyensúlyozottabb aroma-profilhoz vezetett. Az 5 °C -os mintákban a veszteség minimális, ugyanakkor a szűrés optikai hatása kisebb mértékű volt.

A kozmaolaj-frakciók mennyisége majdnem minden kezelés után csökkent. A legnagyobb csökkenés a $-4\text{ °C} / 0,4\ \mu\text{m}$ mintánál volt (~20%), míg a $5\text{ °C} / 1,5\ \mu\text{m}$ minta közel azonos maradt a kontrollal. Eredményeink alátámasztják, hogy a kozmaolaj-tartalom és az észtertartalom csökkenése között korreláció áll fenn: ahol nagyobb mértékben távoznak az olajos komponensek, ott a gyümölcsös aromák is veszítenek intenzitásukból.

A vizsgált paraméterek alapján a 0 °C körüli hűtés és közepes pórusú lapszűrés ajánlható standard eljárásként. Ez a kombináció ipari méretekben is kivitelezhető, mivel nem igényel

extrém hűtési kapacitást, ugyanakkor megfelelően tisztítja a nem kívánt komponensektől a pálinkát.

5.4. További kutatási irányok és javaslatok

1. Több gyümölcsfajta vizsgálata: Az eredmények almapálinkára vonatkoznak. A különböző alapanyagok (pl. szilva, körte, kajszi, meggy) aromaösszetétele és egyéb illóanyagai jelentősen eltérnek, ezért érdemes hasonló kísérleteket több párlat-típuson is elvégezni.
2. Élesztőtörzs-hatás vizsgálata: Az erjedés során alkalmazott élesztőtípus döntően befolyásolja az észter- és kozmaalkohol-profil kialakulását, így a hidegkezelés hatása is eltérő lehet az élesztő által termelt anyagcsere-termékek arányától függően.
3. Ipari méretű validálás: Az eddigi laboratóriumi eredmények ipari méretekre történő kiterjesztése szükséges. A nagyobb térfogatú kezelések során a hűtési sebesség, a szűrési sebesség és a szűrő regenerálhatósága másképp alakulhat.
4. Membrántechnológiai összehasonlítás: Érdemes lenne a klasszikus lapszűrést membrános mikro- vagy ultraszűrési rendszerekkel összevetni, különösen aromaanyag-megtartás szempontjából.
5. Érzékszervi panelbővítés: A jövőbeni vizsgálatok során több bíráló bevonása és vaktesztes értékelés segíthetné az érzékszervi eredmények statisztikai alátámasztását.

6. Összefoglalás

A pálinka előállításának egyik kulcsfontosságú technológiai lépése a hidegkezelés és szűrés, amely a késztermék tisztaságát, kémiai stabilitását és érzékszervi egyensúlyát határozza meg. A dolgozat célja az volt, hogy feltárja az alma pálinka hidegkezelési paramétereinek (hőmérséklet, szűrőpórus-méret) hatását a termék minőségére, és meghatározza az optimális beállításokat a tisztaság és aromaegyensúly megőrzése érdekében.

A vizsgálatok során három hőmérsékleti tartományt ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$) és három szűrőpórus-méretet ($0,4\text{--}0,5\text{ }\mu\text{m}$; $0,9\text{ }\mu\text{m}$; $1,5\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$) alkalmaztam. A minták 48 órás hidegtárolást és szűrést követően klasszikus analitikai, gázkromatográfiás (GC) és érzékszervi módszerekkel kerültek kiértékelésre. A klasszikus vizsgálatok (sav-, kozmaolaj-, észter- és alkoholtartalom) mellett a GC-elemzések segítségével részletes képet kaptunk az illékony komponensek, különösen az észterek és alkoholok változásairól, míg az érzékszervi bírálat a valós fogyasztói élmény szempontjából adott visszajelzést.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a -4°C -on végzett kezelések jelentős aromaanyag-veszteséggel jártak: az etil- és acetátészterek, mint az etil-laktát, etil-hexanoát és izo-amil-acetát koncentrációja akár $50\text{--}70\%$ -kal is csökkent a kontrollhoz képest. A 0°C -on kezelt minták ezzel szemben megtartották az aromaanyagok nagy részét ($60\text{--}70\%$ -át), miközben a zavarosság is jelentősen csökkent. A $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os kezelések esetében a szűrés optikai hatása gyengébb volt, de az illat- és ízanyagok megőrzése szinte teljes maradt, ami mind a pozitív mind a negatív érzékszervi hatású komponenseket is jelenti.

A pórusméret vizsgálata során a $0,4\text{--}0,5\text{ }\mu\text{m}$ szűrők adták a legtisztább, leglágyabb, de aromában szegényebb mintákat, míg a $0,9\text{ }\mu\text{m}$ méretű szűrők biztosították a legjobb egyensúlyt a tisztaság és az érzékszervi élmény között. A $1,5\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$ -es szűrőkön a párlatok kissé karcosabbak maradtak, viszont megőrizték a gyümölcsös és komplex aromakaraktert is mellé.

A vizsgálatok egyik legfontosabb megállapítása, hogy nem született egyértelműen meghatározható optimális paraméterkombináció. Míg az analitikai és GC-eredmények alapján a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $0,9\text{ }\mu\text{m}$ szűrés tűnt a legkedvezőbbnek, hiszen ebben az esetben volt a legkisebb illóanyag-veszteség és megfelelő tisztaság. Addig az érzékszervi bírálat során a -4°C / $0,4\text{--}0,5\text{ }\mu\text{m}$ kombinációt értékelte a szakértő bíráló harmonikusabbnak és aromagazdagabbnak. Ez arra utal, hogy az analitikai paraméterek és az emberi érzékelés által megítélt minőség nem minden esetben korrelálnak szorosan, ezért a hidegkezelés hatásának megítélése komplex, több tényezős vizsgálatot igényel.

A kutatás eredményei alapján a hidegkezelés módszere nem általánosítható minden párlattípusra, mivel az alapanyag (gyümölcsfajta), az alkalmazott élesztőtörzs, valamint a lepárlási technológia is nagymértékben befolyásolja az észterek és kozmaolajok arányát, így a hidegkezelésre adott reakciót is. Ezek alapján a további kutatások iránya a különböző gyümölcsfajták (pl. szilva, körte, kajszli) és élesztőtörzsek hatásának vizsgálata lehet, kiterjesztve a méréseket ipari méretű rendszerekre is. A hidegkezelés standardizálása hosszú távon hozzájárulhat a magyar pálinka-technológia egységesítéséhez, valamint a prémium kategóriás termékek stabil, exportképes minőségének biztosításához.

7. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/787 rendelete (2019. április 17.) a szeszes italokról...

Elérhető: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/787/oj> (Letöltés dátuma: 2025.5.12.)

Bereczkiné Kardeván, K. (2017). Gyümölcs-pálinka gyártó mester – Jegyzet. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. Elérhető:

https://www.nak.hu/images/2021/Szakkepzes/Gymclcsplinka_gyrt-mester-jegyzet.pdf

(Letöltés dátuma: 2025.07.07.)

Conidi, C.; Castro-Muñoz, R.; Cassano, A. (2020). Membrane-Based Operations in the Fruit Juice Processing Industry. *Beverages*, 6(1), 18.

<https://doi.org/10.3390/beverages6010018>

Európai Parlament és a Tanács (2008). A spirituózus italok meghatározásáról, megnevezéséről, címkézéséről és földrajzi árujelző oltalmáról szóló 110/2008/EK rendelet. *Hivatalos Lap L* 39, 16–54. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32008R0110> (Letöltés dátuma: 2025.06.01.)

Flanek Anikó, Dr. Pándi Ferenc, Dr. V argha Gáborné, Sólyom Lajos, Bikfalvi Istvánné:

Szeszesital-Ipari vizsgálati módszerek, Mezőgazdasági Könyvkiadó 1980.

Frangipane, M. T.; Cecchini, M.; Monarca, D.; Massantini, R. (2023). Effects of Filtration Processes on the Quality of Extra-Virgin Olive Oil—Literature Update. *Foods*, 12(15), <https://doi.org/10.3390/foods12152918>

Graf, M.; Göllés, D.; Machholz, T.; Kuenz, F.; Brandes, W.; Baumann, R.; Jäger, H.; Gössinger, M. (2020). Influence of vacuum distillation on sensory and analytical parameters of fruit distillates. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 70(3). Elérhető:

https://www.researchgate.net/publication/361208336_Influence_of_vacuum_distillation_on_sensory_and_analytical_parameters_of_fruit_distillates (Letöltés dátuma: 2025.9.14.)

Hagmann, K. (2016). *Obst brennen: Das komplette Handbuch für Brennerei und Destillation*. Stuttgart: Ulmer Verlag. Elérhető (e-könyv infó): <https://ulmer-elibrary.de/book/99.170005/9783800104222> (Letöltés dátuma: 2025.10.04.) ISBN: 978-3-8001-0319-0 (nyomtatott kiadás az első megjelenések alapján).

Harasztiné Lajtár, K. (2012). *Borászati technológiák eszközei I*. Eger: Borkultúra Központ. Elérhető: https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/3021/Boraszati_technologiak_eszkozei_I.pdf (Letöltés dátuma: 2025.09.30.)

Harcza, I. M. (2017). A pálinka minősítése a XXI. században. *Táplálkozásmarketing*, 4(1–2), 39–52. <https://doi.org/10.20494/TM/4/1-2/4> Elérhető:

<https://ojs.lib.unideb.hu/taplalkozasmarketing/article/view/9063> (Letöltés dátuma: 2025.09.04.)

http1: Borkezeles.hu (é. n.). Szűrés szűrőlapokkal – azaz hogyan kerüljön minőség a palackba (szakcikk). Elérhető: <https://borkezeles.hu/article/szures-szurolapokkal-azaz-hogyan-keruljon-minoseg-a-palackba-szakcikk> (Letöltés dátuma: 2025.08.11.)

http2: Hagyo-Filt Kft. (2023). Kozmaolaj-leválasztó és szűrőberendezés – Technológiai ismertető.

Elérhető: <https://www.hagyo.hu/kozmaolaj-levallaszto> (Letöltés dátuma: 2025.09.22.)

http3 <https://hannainst.hu/hu/catalog/termekek/zavarossagmerok> (Letöltés dátuma: 2025.5.12.)

http4: <https://forum.index.hu/Article/showArticle?go=116283697&t=9007484> (Letöltés dátuma: 2025.5.12.)

Hu, Y.; Wu, W. (2023). Application of Membrane Filtration to Cold Sterilization of Drinks and Establishment of Aseptic Workshop. Food and Environmental Virology, 15(2), 89–106. <https://doi.org/10.1007/s12560-023-09551-6>

Krizl, E. (2016). Pálinka és gasztronómia, avagy pálinka-gasztronómia. Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok, 1(3), 68–78. Elérhető: <https://journals.lib.pte.hu/index.php/tvt/article/view/4303> (Letöltés dátuma: 2025.10.04.)

Kumar, Y.; Cassano, A.; Conidi, C.; Ricci, A.; Parpinello, G. P.; Versari, A. (2024). Evaluating membrane behavior to ethanol–water mixtures and wine: A comparative investigation. LWT, 191, 116228. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116228>

Magyarország Országgyűlése (2008). 2008. évi LXXIII. törvény a pálinkáról, a törkölypálinkáról és a Pálinka Nemzeti Tanácsról. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800073.tv> (Letöltés dátuma: 2025.05.13.)

Miljić, U. D.; Puškaš, V. S.; Vučurović, V. M.; Razmovski, R. N. (2013). The application of sheet filters in treatment of fruit brandy after cold stabilisation. Acta Periodica Technologica, 44, 87–94. <https://doi.org/10.2298/APT1344087M>

Muñoz-Redondo, J. M.; Puertas, B.; Valcárcel-Muñoz, M. J.; Rodríguez-Solana, R.; Moreno-Rojas, J. M. (2023). Impact of Stabilization Method and Filtration Step on the Ester Profile of “Brandy de Jerez”. Applied Sciences, 13(6), 3428. <https://doi.org/10.3390/app13063428>

Pálinka Nemzeti Tanács (2019). Minőségi irányelvek a pálinkagyártásban. Budapest. Elérhető: <https://palinkanemzetitanacs.hu/minosegi-iranyelvek/> (Letöltés dátuma: 2025.09.23.)

Puškaš, V.; Miljić, U.; Vasić, V.; Jokić, A.; Manović, M. (2013). Influence of cold stabilisation and chill membrane filtration on volatile compounds of apricot brandy. Food and Bioproducts Processing, 91(4), 348–351. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.12.005>

Xia, N.; Cheng, H.; Yao, X.; Pan, Q.; Meng, N.; Yu, Q. (2022). Effect of Cold Stabilization Duration on Organic Acids and Aroma Compounds during *Vitis vinifera* L. cv. Riesling

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

8.1 Ábrajegyzék

1. ábra Szűrési hatásmechanizmusok, sorrendben, felületi, mélységi és adhéziós (forrás: Harasztiné 2012, 118.o.).....	8
2. ábra Keretes szűrőgép működési elve (forrás: borkezeles.hu).....	10
3. ábra Szöllősy féle kozmaolaj szűrőberendezés (forrás: http4).....	12
4. ábra Hagyó-filt kozmaolaj leválasztó készülék (forrás: http2).....	13
5. ábra Kalibrációs görbe kozmaolaj tartalom számítására(saját szerkesztés).....	19
6. ábra Zavarosságmérő berendezés HI847492 (forrás: http3).....	21
7. ábra A vizsgált minták titrálható savtartalmának alakulása (saját szerkesztés).....	22
8. ábra Titrálható savtartalmak alakulása -4°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés).....	23
9. ábra Titrálható savtartalmak alakulása 0°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés).....	23
10. ábra Titrálható savtartalmak alakulása 5°C-on, különböző pórusmérettel történő szűrésnél (saját szerkesztés).....	23
11. ábra Titrálható savtartalom változás azonos pórusméretnél (saját szerkesztés).....	24
11. ábra Titrálható savtartalom változás azonos pórusméretnél (saját szerkesztés).....	24
11. ábra Titrálható savtartalom változás azonos pórusméretnél (saját szerkesztés).....	24
12. ábra Vizsgált minták észtertartalmának a változása különböző kezeléseik során (saját szerkesztés).....	25
13. ábra A -4°C-on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés).....	26
14. ábra A 0°C-on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés).....	26
15. ábra Az 5°C-on végzett kezelés során kapott észtertartalmak (saját szerkesztés).....	27
16. ábra A 0,9µm pórusméreten és különböző hőmérsékleten elvégzett szűrés során kapott észtertartalmak összehasonlítása (saját szerkesztés).....	27
17. ábra Kozmaolaj tartalom alakulása a vizsgált mintákban (saját szerkesztés).....	28
18. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása a -4°C-os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés).....	34

19. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása a 0°C-os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés)	34
20. ábra Kozmaalkohol vegyületek változása az 5°C-os hidegkezelés során különböző pórusméretnél (saját szerkesztés)	34
21. ábra Kozmaolaj tartalom százalékos csökkenése a kontrollhoz képest a vizsgált mintákban (saját szerkesztés)	35
22. ábra A -4°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés)...	36
23. ábra A 0°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés)	36
24. ábra Az 5°C-os hidegkezelés után maradó vizsgált észtervegyületek (saját szerkesztés) ..	37
25. ábra Észtertartalom csökkenés a mintákban százalékban megadva (saját szerkesztés)	37
26. ábra Az előpárlatra jellemző vegyületek szűrés után a mintákban (saját szerkesztés).....	38

8.2 Táblázatjegyzék

1. táblázat Az alkoholtartalom változás hidegkezelési technika hatására (saját szerkesztés) ..	29
2. táblázat Szűrési idők a mintákhoz (saját szerkesztés)	30
3. táblázat Zavarosság mérés eredmények (saját szerkesztés).....	31
4. táblázat Érzékszervi bírálat kiértékelő lap (saját szerkesztés)	32
5. táblázat Érzékszervi vizsgálat kajszipárlatnál hidegkezelés után Miljic és munkatársai révén (2013))	32
6. táblázat GC vizsgálat során kapott csúcs alatti területek a különböző kísérleti beállításoknál(saját szerkesztés).....	48

9. Mellékletek

3. táblázat GC vizsgálat során kapott csúcs alatti területek a különböző kísérleti beállításoknál (saját szerkesztés)

0	Eredeti	-4 fok 1,5-2	-4 fok 0,9	-4 fok 0,4-0,5	0 fok 1,5-2	0 fok 0,9	0 fok 0,4-0,5	+5 fok 1,5-2	+5 fok 0,9	+5 fok 0,4-0,5
metanol	2260,07	2276,69	2096,88	1836,25	2219,77	2286,14	2097,37	2089,27	2108,58	2074,44
acetaldehid	322,47	0	0	0	317,99	325,35	0	318,37	313,26	293,82
etanol	56908,65	54222,11	51558,48	47679,95	55592,37	54743,67	54053,67	56620,82	55586,19	53018,41
1-propanol	5,75	5,03	4,9	4,48	4,64	4,97	5,06	5,47	5,5	5,18
izo-propil-alkohol	671,55	637,6	588,43	521,75	649,66	659,74	636,14	668,93	647,22	578,03
etil-acetát	80,02	26,23	21,18	14,42	49,28	53,38	48,91	50,55	49,16	16,86
izo-butil-alkohol	1023,76	965,33	892,33	789,16	986,53	1003,04	973,43	1008,35	991,78	873,8
1-butanol	237,38	229,44	211,88	188,1	231,41	235,97	224,53	238,86	227,78	209,86
etil-propionát	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
propil-acetát	0,05	0,07	0,16	0	0,2	0,6	0,58	0,28	0,1	0,23
3-metil-1-butanol	2482,95	2420,01	2246,02	1993,79	2429,1	2463,29	2352,52	2510,31	2386,58	2222,47
2-metil-1-butanol	698,41	679,8	634,88	573,82	679,23	689,97	670,04	697,32	671,51	632,26
izo-butil-acetát	0,84	0,8	0,48	0,38	0,75	0,92	0,75	1,02	0,61	0,55
etil-butirát	0,98	0	0,19	0,04	0,42	0,59	0,61	0,38	0,75	0,27
Etil-laktát	2,77	1,24	1,04	0,92	1,86	1,81	0,29	1,81	2,4	1,02
trans-3-Hexen-1-ol	1,2	0	0	0	0	0,46	0,4	0	0,96	0
izo-amil-acetát	91,43	90,48	83,52	74,38	93,14	94,79	84,95	94,07	86,19	83,84
cis-2-Hexen-1-ol	8,14	2,66	2,82	1,87	8,49	9,16	7,1	4,88	7,03	2,23
Etil-hexanoát	3,08	2,36	2,69	1,8	3,05	2,88	2,41	2,27	2,67	2,04
Hexil-acetát	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etil-dekanoát	1,67	1,54	0	0	0,81	0,44	0,13	0,39	0,39	0,04
Etil-benzoát	0,01	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0
Etil-Oktanoát	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etil-laurát	0,44	0	0,59	0,31	0,23	0	0	0,45	0,29	0
2-fenil-etilalkohol	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b-citronellol	0,06	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
2-feni-etilacetát	0,19	0	0,1	0,01	0	0,13	0	0,03	0,07	0,02
Etil-mirisztát	0,01	0	0	0	0	0	0,2	0	0,55	0,83

NYILATKOZAT
a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Szentpéteri Balázs

A Hallgató Neptun kódja: P7SIPF

A dolgozat címe: Hidegkezelés körülményeinek optimalása a gyümölcspárlat kiszерelése során

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2025.11.06.



Hallgató aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Szentpéteri Balázs
Neptun-kódja:	P7SIPF
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	szakdolgozat
A munka címe:	Hidegkezelés körülményeinek optimalálása a gyümölcspár-lat kiserelése során

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
nyelvhelyesség ellenőrzés, fogalmazásbeli egységesség, ellenőrzése, nyelvtani megfelelőség vizsgálatok forráskeresés, segítség az szakirodalmi szövegek megtalálásában	ChatGPT 5.0	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....
.....
.....
.....

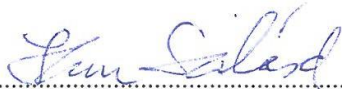
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. november hó 06. nap

.....

Hallgató aláírása


.....

Konzulens/Témavezető aláírása

NYILATKOZAT

Szentpéteri Balázs (hallgató Neptun azonosítója: P7SIPF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2025. november 06.



Dr. Kun Szilárd
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.