

SZAKDOLGOZAT

Torda Tibor

2024



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET
PÁLINKAMESTER SZAKMÉRNÖK

**Lepárlási folyamat valós idejű adatainak
monitorozása pálinkakészítésnél
[RT-VAM[®]]**

Belső konzulens: Dr. Kun Szilárd

egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:**

**Biomérnök és Erjedésipari
Technológiai Tanszék**

Külső konzulens:

Takács László

érzékszervi pálinkabíráló – oktató
Quintessence Pálinkaverseny
versenyigazgató

Készítette:

Torda Tibor

**Budapest
2024**

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	3
1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
1.1 Előszó - bevezetés	4
1.2 A témaválasztás személyes része	4
1.3 A CÉL meghatározása	6
2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1 Pálinkák és Párlatok	7
2.1.1 Szakirodalmi háttér	7
2.1.2 A pálinka jogszabályozási háttere	8
2.1.3 A pálinkák fajtái	8
2.1.4 Eredetvédett pálinkáink	10
2.1.5 A kiejedt cefre összetétele	11
2.2 A LEPÁRLÁS elméleti háttere	17
2.2.1 FORRPONT TÁBLÁZAT – lepárlás szempontjából fontos	17
2.2.2 Elgőzölögtetés	18
2.2.3 Gőz-folyadék egyensúlyi rendszerek	18
2.2.4 Cseppfolyósítás	20
2.2.5 Gőznyomás	21
2.2.6 Alkohol-víz elegy lepárlása	21
2.2.7 Az alkohol töményítése	22
2.3 A lepárlás célja és feladata	22
2.4 Párlat frakciók	24
2.5 A LEPÁRLÓ BERENDEZÉSEK	25
2.5.1 A lepárló berendezés főbb részei (kisüsti és aromatornyos eljárások)	26
2.5.2 A páracső térállása	26
2.6 Elektromágneses sugárzás	27
2.7 A molekulák kölcsönhatása az infravörös sugárzással	29
2.7.1 Szerves molekulák vizsgálata	29

2.7.2	A minta kölcsönhatása az IR sugárzással	31
2.7.3	Minták halmazállapota	32
2.7.4	A mennyiségi meghatározás alapjai	33
2.8	Az infravörös sugárzás analitikai alkalmazása – az infravörös spektroszkópia	34
2.8.1	Történelmi áttekintés	34
2.8.2	Műszaki megoldások az infravörös spektroszkópiában	36
3	ALKALMAZOTT MÓDSZEREK (ANYAG ÉS MÓDSZER)	37
4	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK (MEGVITATÁS)	41
4.1	NDIR technológia	41
4.2	Kontextus és cél	43
4.2.1	A működés elméleti vázának felépítése	44
4.2.2	A gyakorlati megvalósítás elméleti felvetései	45
5	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	48
6	ÖSSZEFOGLALÁS	51
	IRODALOMJEGYZÉK	53
	KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	54
	I. SZÁMÚ MELLÉKLET	55
	II. SZÁMÚ MELLÉKLET	62
	III. SZÁMÚ MELLÉKLET	69
	NYILATKOZAT	83

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Rövidítés	Angol megfelelő	Magyar megfelelő
A	Absorbance	abszorbancia
CAH	Codex Alimentarius Hungaricus	Magyar Élelmiszerkönyv
FIR	far infrared	távoli infravörös
FTIR	Fourier-transform infrared	Fourier-transzformációs infravörös
IR	Infrared	infravörös
LED	laser emitting diode	fény kibocsátó dióda
MIR	middle infrared	középső infravörös
NDIR	Non-Dispersive Infrared	nem diszperzív infravörös
NIR	near infrared reflectance	közeli infravörös reflexió
NIRS	near infrared spectroscopy	közeli infravörös spektroszkópia
NIT	near infrared transmittance	közeli infravörös transzmisszió
NRE	Non Recurring Engineering	egyszeri mérnöki munkák
PC	principal component	főkomponens
RT-VAM[®]	real-time vapor alcohol meter	valós idejű alkohol mérő
SD	standard deviation	szórás
UV	ultra violet	ibolyántúli fény
VIS	visible	látható fény
VOC	Volatile Organic Compounds	illékony szerves vegyületek

1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

1.1 Előszó - bevezetés

A szakdolgozatom megírásának időpontjában nagyon sok feladattal és nehézséggel kellett szembe nézzek. Nagyon érdekes, hogy mindezen nehézségek (megoldandó feladatok) inkább erőt adtak ahhoz az úthoz, amelyen az elmúlt években elindultam. Az út, amelyet azóta is bejárok, (gasztronómia, turizmus és mezőgazdaság) talán a legszebb hivatások egyike, ugyanis itt három fontos szempontrendszer érvényesül nap mint nap – HIT / REMÉNY / KITARTÁS. Nagyon szerencsésnek érzem viszont magam, hogy mindezt nem egyedül kell bejárjam, hanem nagyon sok segítséget kapok, amelyek egy része talán túlmutat a földi életemen. Ezen sorokat egy nagy példaképem gondolataival szeretném zárni:

„Amit tehetsz, csepp a tengerben, de ez ad értelmet az életednek.”

(Albert Schweitzer)

1.2 A témaválasztás személyes része

A pálinka készítésével kapcsolatos érdeklődésem 5 évvel ezelőtt kezdődött, amikor a Mátra északi oldalán fekvő Bodony településen vettem egy házat, s újdonsült falusi emberként beszereztem az első lepárló berendezésem. Alapvégzettségem szerint gépész vagyok, okleveles mérnök-tanár. Mivel több mint 20 éve az egészségügyben tevékenykedek, kórház- és orvostechnológiai szakmérnökként szereztem meg a második diplomámat, s jelenleg is ezen a területen dolgozom. Hogy miként lehet párhuzamot vonni az egészségügy és az első számú hungarikumunk között? Természetesen nem arra gondolok, hogy számos ember azért kerül az egészségügyi intézményekbe, mert mértéktelenül fogyasztja a pálinkát, hanem mert a lepárlási tudásom elmélyítése közben rájöttem arra, hogy rengeteg hasonló ismeret birtokába kerültem a két terület tanulmányozásakor. Ez a felfedezés inspirált arra, hogy 2022 szeptemberétől hallgatója lettem a MATE Pálinkamester Szakmérnök képzésének.

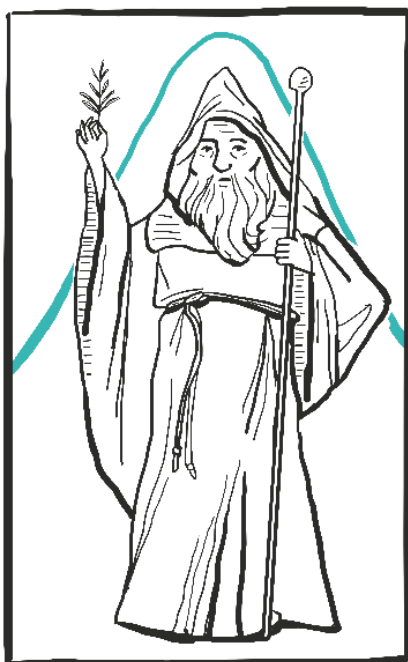
Mivel alapvetően mindkét terület a mérnöki tudományok egy- egy eltérő része, ezért mind a két oldalon rengeteg ötlet, különleges műszaki megoldás jut eszembe mintegy véletlenül, vagy inkább a különböző területek tudásanyagát integráló ösztönös gondolkodás - nevezhetjük isteni segítségnek is - következményeként.

Ebben segített az az életmódváltás is, hogy városi emberként kiköltöztem Bodonyba, ahol 3 év alatt létrehoztam egy 2 és fél hektáron elterülő, több épületből álló élménymajort. A Szidónia-major rendelkezik egy 1 hektáron fekvő, 8 ezer főből álló levendulással, ahol szintén fontos szerepet kap a lepárlás tudománya.

A korábbi életemből jelentősen eltérő foglalatosságok, az állatok, a növények, a természet közelsége új fókuszot teremtett, amelyben a pálinka minőségének javítása, minél szélesebb körben történő megismertetése olyan mértékben a célkitűzésemmé vált, hogy nincs olyan nap, hogy a témával kapcsolatos szakmai ismeretek elsajátításával ne foglalkoznék több órát. A major életében a pálinka készítésének és kóstolásának kitüntetett szerepe van. A fentebb már megemlített elhivatottságom következménye, hogy a kis gazdaság programjába több pálinkával kapcsolatos program is beépül. pálinka kóstolót, pálinka- kultúrtörténeti utazást, pálinkafőző, cefréző workshopokat látogathatnak vendégeink, akik mindig élménnyel hallgatják elkötelezett missziómhoz kapcsolódó előadásaimat, melynek minőségét az szavatolja, hogy kevésbé lelkes fogyasztónak, annál lelkesebb pálinka ismerőnek és készítőnek tartom magam. A témám kifejtéséhez elengedhetetlen a pálinka eddigi történetének felvázolása, ezért a következő fejezetekben az égetett szesz, azon belül a pálinka jelenét és főként a saját fejlesztésű jövőjét igyekszem bemutatni.

1. ábra: REMETE rozmaring ággal

(Forrás: saját elképzelésű illusztráció – rajzolta Csömai-Kürtössy Zsuzsanna)



1.3 A CÉL meghatározása

A pálinkakészítés szubjektivitásának csökkentése, az objektivitás növelése. Ezen dolgok nem az emberi tényezők teljes mértékű redukálását jelentik, hanem azt, hogy szakítva hagyományainkkal a „nagyapáink pálinkája” minél inkább perifériára szoruljon.

A pálinka hatóságilag élelmiszernek minősül (178/2002/EK rendelet 2. cikke), ezért szigorú szabályozás vonatkozik rá az előállítása és forgalmazása során, mind mennyiségi, mind minőségi szempontból. A magas minőségi követelmények és az élelmiszeripari hatóság által támasztott követelmények együttesen követelik meg a pálinka bel-tartalmi paramétereinek vizsgálatát.

A Magyar Élelmiszerkönyv által rögzítettek alapján lehetséges a fizikai és kémiai paramétereket meghatározni és ellenőrizni. Ezek a vizsgálatok a klasszikus fizikai és kémiai eljárásokkal laboratóriumban végezhetők el, ezért nagy környezeti terhelést jelentenek a használt vegyszerek miatt, amellet meg lehetőségen munka- és időigényesek.

Az úgynevezett zöld kémiai módszerek pár évtizede bukkantak fel az élelmiszer- analitikában, azzal a céllal, hogy csökkentsék a környezetre nehezedő terhelést, s egyúttal egy másfajta ellenőrzési módszert is felkínáljanak a hagyományos mérési technikák mellett. Ide sorolható a közeli infravörös vizsgálati módszer (NIR), amely az 1960-as években kezdett elterjedni, elsősorban a gabonák minőségi ellenőrzésében használták, mint roncsolásmentes gyorsvizsgálati technikát. Az eltelt 60 évben a vizsgálat, mind a műszerek, mind a szoftveres alkalmazások területén oly nagy mértékben fejlődött, hogy a modern kombájnok műszerezettségével már a betakarítás alatt a termés alapvető minőségi paraméterei meghatározhatóak. Mivel a laboratóriumi vizsgálatokhoz képest a mérés költsége elenyésző, egyre bővül az alkalmazási köre az elemezhető összetevők és a termékek, mint minták terén is. Az egyik legnagyobb előnye, hogy azonnali a mérés utáni válasz kapunk, ami lehetővé teszi a vizsgálatot végzők számára a gyors reagálást, legyen az egy folyamatellenőrzés, vagy akár egy azonnali beavatkozás. (Szigedi, 2013)

A felhasználási területek már annyira kiszélesedtek, hogy pl. a készülékek használóbarát kialakítása terén elért fejlesztések hatására úgynevezett "real-time" vizsgálatra is képesek egyes kézi műszerek. Ez azt jelenti, hogy a méréseket akár valós időben, a helyszínen már infravörös vizsgálati módszerrel el lehet végezni.

2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Pálinkák és Párlatok

2.1.1 Szakirodalmi háttér

A pálinkakészítéssel kapcsolatos szakirodalmi területek bármennyire is furának tűnik, de elég hiányosak, úgy, hogy tíz millió pálinkakészítő országának tartjuk Magyarországot.

A szakirodalmi könyvek inkább csak az 1980-as évekből származnak, amelyben fellelhetőek tudományos (mérnöki) értekezések – ide sorolom Keller Miklós által szerkesztett Borpárlat és gyümölcspálinka könyvet (1988). Több szakkönyv megjelent az ezredfordulót követően, amelyekben a magyar pálinka, mint nemzeti italunk magyar, szakmai szerzők tollából származik – mint például Békési Z. – Pándi F. 2005-ben megjelent Pálinkafőzés c. könyve, vagy a Békési Z. – Csarnai E. 2010-ben megjelent Házi pálinkafőzés c. műve.

Szintén nagy szakmai munka és rengeteg szakmai kitartás árán dr. Panyik G. 2013-ban megjelent Cser Kiadó által megszületett könyve adott a lepárlás művészetéhez releváns információkat. A Keller M. 1988. és Panyagik Gáborné által 2013-ban kiadott művén kívül a könyvek (még itt utóbbinál sem) tartalmazzak olyan tudományos munkát, amelyet leendő pálinkamesterként, tudományosan fel tudnánk dolgozni és mélységes releváns információkat kaphatnánk belőle, ehhez hasonlóan tudnám megemlíteni Joseph Pischl Párlatok készítésének könyvét, amelyet az Agroinform Kiadó adott ki 2004-ben 9. kiegészített kiadásként.

Összegezve tehát a pálinkamester képzéssel kapcsolatban az ott végzett hallgatói szám növekedésével, továbbá a házi főzés folyamatos erősödésével nagy szükség lenne műszaki tudományos szakkönyvekre, amelyekből tanulva és „okosodva” a pálinka készítő társadalom megfelelő információkhoz juthatna és nem csak az általános, felületi információkhoz. Így ennek tudatában kezdtem meg kutatási munkám és igyekeztem megfelelő előkészítés mellett megfelelő szakmai anyagokhoz jutni.

2.1.2 A pálinka jogszabályozási háttere

A pálinka jogszabályi háttere rendkívül fontos, hogy biztosítsa a minőséget és az eredetvédelmet ebben a hagyományos alkoholitalban. A pálinka jogszabályi háttere Magyarországon szigorú szabályozás alatt áll, ami a termék minőségét, eredetét és feldolgozási eljárásait szabályozza. Az Európai Unióban (EU) a pálinka védelmet élvez, és az egyedülálló magyar pálinka előállítási technikák és hagyományok tiszteletben tartása szükséges a pálinka nevének használatához.

Szabályozása szerint **AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS TANÁCS (EU) 2019/787 RENDELETE (2019. április 17.) a szeszesitalok meghatározásáról, leírásáról, megjelenítéséről, jelöléséről, a szeszesitalok elnevezésének használatáról és egyéb élelmiszerek megjelenítése és jelölése során, a szeszesitalok földrajzi árujelzőinek oltalmáról (lásd- bővebben 2.1.3. fejezetben) , a mezőgazdasági eredetű etil-alkohol és desztillátumok használatáról az alkoholtartalmú italokban, valamint a 110/2008/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről.** A szabályozás oka, hogy a legújabb tapasztalatok és a technológiai innováció, a piaci fejlemények és a növekvő fogyasztói elvárások tekintetében megvalósuljon, továbbá hozzájárulásként meg kell valósuljon a fogyasztóvédelem magas szintű elérése és a piac átláthatósága. (dr Berki Zolna, 2023. – előadás anyaga)

A legfontosabb magyarországi jogszabályok, amelyek a pálinkát, mint szeszesített szabályozzák, a **2008. évi LXXIII. Pálinka törvény, amely az (EU) 2019/787 európai parlamenti és tanácsi rendelet nemzeti szabályozása.** Ez a törvény szabályozza a pálinka megnevezés használatát, rendelkezik továbbá a pálinka előállítása során alkalmazott különleges eljárásokról, a pálinka forgalomba hozataláról, valamint a Pálinka Nemzeti Tanácsról.

2.1.3 A pálinkák fajtái

A pálinka bármely Magyarországon termesztett vagy vadon termő gyümölcs cefréjéből lefőzött párlat. (Panyik, 2013)

Kisüsti pálinka: két lépésben, maximum 1000 literes lepárlóüstben, gyümölcsből vagy törkölyből készül. Fontos megjegyezni, hogy a meghatározás a főzőberendezésre vonatkozik, és nem az alapanyagra vagy a cefrézési technológiára.

Érlelt pálinka: a pálinkát először 60-65% V/V alkoholtartalomra hígítják lágy vízzel, majd a választott faanyagból készített hordóban érlelik a pálinkát a megfelelő ideig, melyet a pálinka "igénye" határoz meg. Az érlelt pálinkát legalább 3 hónapig érlelték, amennyiben kisebb mint 1000 literes a fahordó, vagy legalább 6 hónapig, amennyiben 1000 literes vagy annál nagyobb térfogatú a fahordó.

Ópálinka: a gyümölcs- vagy törkölypálinka, amelyet legalább 1 évig érleltek, ha a fahordó térfogata kisebb mint 1000 liter, vagy legalább 2 évig érleltek, ha a fahordó térfogata 1000 liter vagy annál nagyobb. Ez a hosszabb érlelési idő eredményezi az ópálinka jellegzetes ízét és minőségét.

Ágyas pálinka: olyan pálinka, amelybe nyers vagy aszalt gyümölcsre vagy gyümölcsökre töltöttek más pálinkát, majd ezt az elegyet érlelik. Ez az eljárás olyan italt eredményez, amely nagyobb bel tartalmi értékű és jellegzetes aromával rendelkezik, de édesebb is lehet. A nyers gyümölcsből legalább 10 kg-ot, az aszalt gyümölcsből pedig legalább 5 kg-ot kell 100 liter párlatban legalább 3 hónapig érlelni.

Ha a főzdek eltérnek az előbbi előírásoktól a pálinkakészítés technológiájában, akkor csak párlatnak nevezhetik az általuk készített termékeket. Ez azt jelenti, hogy ha nem tartják be ezeket a szabályokat, akkor nem nevezhetik az adott terméket pálinkának, hanem csak párlatnak. (Panyik, 2013)

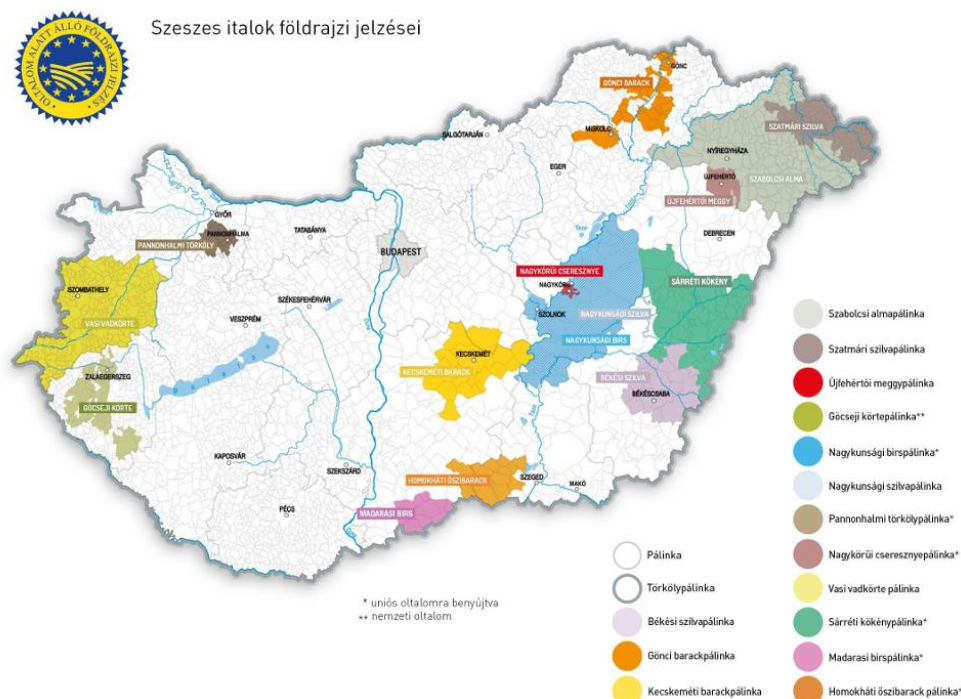
PÁRLAT: olyan nagy szesz tartalmú termékek, amelyeket a mezőgazdasági eredetű alapanyagok biológiai erjesztéssel előállított etanol cefréjének lepárlásával nyernek. Ezek az alapanyagok lehetnek olyan gyümölcsök, szőlő, gabona, burgonya vagy egyéb erjeszthető vagy cukrot tartalmazó termékek, amelyek nem Magyarország területén teremnek.

Ezeket a párlatokat önállóan vagy érlelés után, esetleg keverék italokhoz felhasználva lehet forgalmazni. A **787/2019 EU** rendelet szabályozza a párlatokra vonatkozó előírásokat és szabályokat.

2.1.4 Eredetvédett pálinkáink

2. ábra: Az eredetvédett pálinkák előállításának földrajzi területei

(Forrás: <https://gi.kormany.hu/download/5/84/c2000/OFJ%20-%20p%C3%A1linka%2020210503.pdf>)



Az eredetvédett pálinka fogalma: hazánkban több földrajzi terület kiemelkedően alkalmas bizonyos gyümölcsfajták termesztésére, és évszázadok óta kiváló minőségű pálinkákat készítenek ezeken a tájakon. Ha ezek a területek megfelelnek az előírt feltételeknek, akkor megkaphatják az eredetvédett termék megkülönböztető jelzöt, amelyet a terméken is feltüntethetnek.

Jelenleg Magyarországon 14 olyan tájegység és gyümölcsfajta van, amelynek pálinkája földrajzi (FJ) uniós oltalom alatt áll. Ezek a tájegységek és a hozzájuk kapcsolódó gyümölcsfajták a következők:

„Békési szilvapálinka”; „Gönci barackpálinka”; „Homokháti őszibarack pálinka”; „Kecskeméti barackpálinka”; „Szabolcsi almapálinka”; „Szatmári szilvapálinka”; „Újfehértói fürtösmeggy”; „Vasi vadkörte pálinka”; „Nagykunsági szilvapálinka”; „Nagykunsági birspálinka”; „Madarasi birspálinka”; „Borzag pálinka”; „Sárréti kökénypálinka”; „Nagykőrűi cseresznyepálinka”;

Ezek a pálinkák különleges minőségükről és eredetükről ismertek, és a földrajzi jelzőkkel ellátott címkékkel kerülnek forgalomba.

2.1.5 A kierjedt cefre összetétele

A kierjedt cefre, vagyis az erjedés végére számos új alkotóelemmel gazdagodik, különösen azért, mert a gyümölcsökből víz és alkohol keveréke jött létre. A kierjedt cefre nem csak a gyümölcs alkotórészeit tartalmazza, hanem az erjedési ciklus során keletkező összes alkotóelemet és az erjedés mellékreakcióinak termékeit is. Ezért fontos a lepárlás során figyelembe venni ezeket az anyagokat. A kierjedt cefre mintegy 200-250 különböző kémiai azonosított komponenset tartalmaz. A lepárlás során az "illó" komponenseket választják el a nem illóktól, ami azáltal történik, hogy ezen komponensek az adott körülmények között – a lepárlás során - különböző illékonysággal rendelkeznek. Tehát a lepárlással elválasztható illó komponensek minősége, mennyiségi aránya fontos a gyümölcspárlat előállítás szempontjából. (Keller, 1977)

Ezek az anyagok nem csak az alkoholtartalommal rendelkeznek, hanem más pozitív vagy negatív hatással is lehetnek a párlat minőségére. Ezek lehetnek aromaanyagok, illatanyagok, de akár nemkívánatos mellékízek vagy szagok is. A szakemberek feladata, hogy a lepárlás során biztosítsák a legjobb minőségű párlat előállítását, figyelembe véve ezeknek az illó és nem illó anyagokat.

A kierjedt cefrében számos olyan anyag is megtalálható, amelyek nem rendelkeznek illékonysággal és lepárlás szempontjából nem fontosak. A következőkben ezeket kívánom bemutatni. (Keller, 1977)

A pálinka cefre tartalmazza a gyümölcsök különböző makrokomponenseit, amelyek közül néhány fontos:

Cukor: A cefrében megtalálható cukornak meghatározó szerepe van az erjedés folyamatában. Az érett gyümölcsök cukortartalma határozza meg az alkohol mennyiségét, amelyet az erjedés során el lehet érni.

Savak: A pálinka cefréje természetes módon tartalmaz különböző savakat, mint például a citromsav, a fehérle, az almasav stb. Ezek az organikus savak a gyümölcsök jellegzetes ízét és jellegét adják a cefrének, valamint a későbbi pálinkának.

Vitaminok: A gyümölcsök vitaminokban gazdagok, és néhányuk jelen van a cefrében is. A leggyakoribbak a C-vitamin, a B-vitaminok és a provitaminok, amelyek hozzájárulnak a cefre tápértékéhez.

Mikrokomponensek [200-250 klf. ismert kémiai szerkezetű és illékonyságú vegyület]:

A pálinka cefréje továbbá különböző mikrokomponenseket is tartalmaz, amelyek jelentősége kevésbé ismertek, de fontosak a pálinka minőségének értékelése szempontjából.

Élesztő és baktériumok: Az erjesztő élesztők és baktériumok jelenléte elengedhetetlen az erjedés folyamatában. Az élesztők segítségével a cukrok alkohollá alakulnak, míg a baktériumok más aromakomponensek, ízek és illatok előállításáért felelősek.

Szerves „szennyezők”: A cefre tartalmazhat különböző szerves szennyezőket, amelyek a gyümölcsökön találhatók meg. Ezek közé tartoznak a növényvédő szerek maradványai, a peszticidek, az illékony szerves anyagok (VOC-k) stb. Ezért a cefre előállítása során a megfelelő tisztítási eljárások használata kiemelten fontos.

Ásványi anyagok: A gyümölcsök ásványi anyagokban, például káliumban és magnéziumban gazdagok. Ezek az anyagok hozzájárulhatnak a cefre összetételéhez és tápláló hatásához.
(Keller, 1977)

Ahogy már fentebb is említettem az illókomponensek, aromaanyagok a legfontosabbak a párlatok szempontjából, amelyeket, ha kémiai tulajdonságuk alapján csoportosítjuk, akkor a következők lehetnek.

Kémiai összetétel szerint (Kun, 2023 – órai jegyzet felhasználásával):

- alkoholok: etil-, metil-, amil-, propil-, butil-, izoamil-
- savak: ecetsav és homológjai, vajsav
- aldehidek: acetaldehid, furfurok
- ketonok: aceton, diacetil észterek: etilacetát, etilformiát, etil-laktát
- bázisos vegyületek: amin származékok, etil-amin
- szervesetlen vegyületek: ammónia, sók; CO₂
- kéntartalmú vegyületek: kén-hidrogén, tioéterek

ETIL-ALKOHOL

Az etil-alkohol, vagy más néven etanol, kémiailag $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ képletű vegyület. Ez a vegyület az alkoholok csoportjába tartozik, amelyek hidroxilcsoportot (OH-) tartalmaznak. Az etanol legfontosabb komponenst alkotja az italokban, például szeszes italokban. Az etanol gyúlékony folyadék, színtelen és semleges szaga van. A kémiailag aktív hidroxilcsoportja miatt az etanol reakciókba léphet más vegyületekkel, például savakkal, aminek során ezt a hidroxilcsoportot cserélhetik.

Ez az egyik fő összetevő a kiejedt cefrében a pálinkák esetében, amely tartósító és mikrobiális gátló hatással rendelkezik. A gyümölcscefrékben található kis alkoholtartalom sajnos nem elegendő a mikroorganizmusok (baktériumok, penészek) szaporodásának gátlásához, szemben a szőlőborok magasabb alkoholtartalmával (10... 15% V/V). Az erjedés során keletkező etanol egy része reakcióba lép a cefrében található savakkal (alma-, citrom-, borostyánkő-, fűmár-, oxálecetsav stb.) és észtereket képez. Ezek az észterek meghatározó komponensek az aroma kialakításában, bár nagy mennyiségben negatív hatással bírnak. (Panyik, 2013)

METIL-ALKOHOL

A metil-alkohol (CH_3OH), más néven metanol, egy szerves vegyület, amely a legegyszerűbb alkoholok közé tartozik. Vegyületi képlete CH_3OH , és az alkoholcsoport (OH-csoport) kapcsolódik egy metilcsoporthoz (CH_3).

Kémiai szempontból a metanol alapvetően hiányzik az alkoholokban általában megtalálható szénláncokból, mivel csak egyetlen szénatom kapcsolódik közvetlenül az OH-csoporthoz. Ezért nevezik ezen vegyületet "egyszerű" alkoholnak.

A nagy pektintartalmú gyümölcsök, például a vilmoskörte, alma és ribizli, nagyobb mennyiségben tartalmazzák. A metil-alkohol nem választható el desztillálással, mivel még a középpárlatban és az utópárlatban is megtalálható (lásd. 6. ábra, 24. oldal Illékonyság). A metil-alkohol mennyiségét csak megfelelő cefrézéssel lehet csökkenteni. (Keller, 1977)

ACETALDEHID

Az acetaldehid (vagy etanal) egy aldehid vegyület, ami a legkisebb szénatomokból álló aldehid. Kémiai képlete CH_3CHO . Az acetaldehid fermentációs ciklus köztes terméke, de orto-difenolok és etanol oxidációjakor keletkezik. Az acetaldehid színtelen folyadék, amely jellegzetes friss, éles szaggal rendelkezik. Könnyen keveredik vízzel és más szerves oldószerekkel. Kémiai reaktivitása miatt fontos szerepet játszik a szerves szintézisben.

Az acetaldehid reakcióba léphet más vegyületekkel, például reakcióba mehet alkoholokkal, aminokkal vagy fenolokkal. Ez lehetővé teszi a különböző vegyületek előállítását és a kémiai reakciók sokoldalúságát.

Az acetaldehid toxikus tulajdonságokkal rendelkezik, és nagyobb mennyiségben történő expozíció irritációt és más egészségügyi problémákat okozhat. Emiatt a megfelelő óvintézkedések megtartása és a helyes tárolás és kezelés fontos az acetaldehid kezelésekor.

Az etil-acetáttal (más néven „technokolszag”) együtt az előpárlatban jelen lévő ciklusos alkotóelem, amelyet megfelelő frakcionálással lehet elkülöníteni a középpárlattól.

(Panyik, 2013)

MAGASABB RENDŰ ALKOHOLOK (kozmaolajok, kozmaalkoholok)

Magasabb rendű alkoholok, más néven kozmaolajok vagy kozmaalkoholok, olyan alkoholok, amelyekben a hidroxilcsoport a szénlánc hosszú és nem elágazó végén található. Ezek az alkoholok nagyobb molekulatömegűek és viszkozitásúak, mint az alsóbbrendű alkoholok, mint például az etanol.

Kémiai szempontból a magasabb rendű alkoholok a következő tulajdonságokkal rendelkeznek.

Molekulatömeg: a magasabb rendű alkoholok molekulatömege általában nagyobb, mint az alsóbbrendű alkoholoké. Ez azért van, mert ezek az alkoholok hosszabb szénláncokkal rendelkeznek.

Hidroxilcsoport helyzete: a hidroxilcsoport a magasabb rendű alkoholokban a szénlánc hosszú és nem elágazó végén található.

Viszkozitás: a nagyobb molekulatömeg miatt a magasabb rendű alkoholok viszkozitása magasabb, tehát sűrűbbek.

Kémiai tulajdonságok: a magasabb rendű alkoholok hasonló kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az alsóbbrendű alkoholok. Azonban azokra a reakciókra is képesek, amelyekben a hosszabb szénlánc jelenléte jelentős szerepet játszik. Például, a kozmaolajok észterekké alakulhatnak, amikor reagálnak karbonsavakkal.

Szerves oldószerek: mivel a magasabb rendű alkoholok nagyobb molekuláris tömegűek, gyakran használják őket szerves oldószerekként. A nagyobb molekulatömeg lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyan oldjanak más szerves vegyületeket.

A magasabb rendű alkoholok - mint például a normál- és izopropil-, és butanol - főként az erjedéskor képződnek, amikor az élesztőgombák a cukrokat alkohollá és szén-dioxiddá alakítják át. A fehérjék autólízise vagy bomlása is adhatja eredményül ezeket az alkoholokat. Ezeknek az alkoholoknak jellegzetesen "oldószer" jellegű illatuk és ízük van. Általában 200-500 mg/100ml mennyiségben fordulnak elő a középpárlatban, de az alkoholtartalom csökkentésével opaleszcenciát vagy zavarosságot okozhatnak, mivel oldékonyságuk csökken.

A finomítás során elő-, és utópárlattal távolíthatók el leginkább, de a középpárlatban is megtalálhatóak, tehát egyszerű finomítással (pl. 3-4 tányéros desztillációval) nem választhatók el az etanoltól.

A magasabb rendű alkoholok savakkal képzett észterei kellemes és kíváncsú aromakomponensek, a jó minőségű párlatok esetén a cefre tárolási idejének csökkentése révén ezek képződését mérsékelhetjük.

(Keller, 1977)

SZERVES SAVAK

A kiejedt cefrében jelen vannak a gyümölcsből származó savak, mint például a citromsav, alma-, és borkősav, valamint az erjedés során képződő egyéb savak, mint az ecetsav, tej-, borostyánkő-, és fűmársav. Fontos, hogy az ecetsav mennyisége nem haladhatja meg a 0,5 g/liter értéket, ami az erjedés során keletkezhet. Amennyiben ennél nagyobb értéket tapasztalunk, az ecetsav baktériumos fertőzöttséget vagy oxidációt jelezhet, ami azt jelenti, hogy az erjedés irányítása vagy a cefre tárolása nem volt megfelelő. Az ecetsav és annak észterei illékonyak, így desztilláláskor átjutnak a párlatba, amiben jelentős minőségromlást okozhatnak (ecetes, savas jelleg, "technokolszag"). A finomítás során az előpárlattal elválasztható a jelentős része az etil-acetátnak. Az ecetsav okozza a rézhűtő elszíneződését vagy a párlat réztartalmának növekedését, mivel a sav hatására a réz a rézhűtőből kioldódik. Az ecetsav az etanol oxidációja révén is keletkezhet, így a fahordós érlelésnél figyelembe kell venni a megjelenését, habár általában nem okoz minőségromlást, mivel az tovább alakul észterekké. A tejsav főként az almasav malolaktikus fermentációja során képződik, ami azt jelenti, hogy a kiejedt cefre pH-értéke emelkedik a fermentáció végére, ami lehetővé teszi a tejsavbaktériumok számára az almasav lebontását. A tejsavnak pozitív hatása van a vörösbor készítésénél, konyakgyártásnál és pálinkakészítésnél is, mivel észterei kellemes aromaanyagokat képezhetnek.

(Panyik, 2013)

ÉSZTEREK

Az észterek az oxigéntartalmú szerves vegyületek egy csoportját alkotják. Alkoholokból (esetleg enolokból vagy fenolokból) és savakból keletkeznek egy molekula víz kilépésével (kondenzáció). A savak lehetnek karbonsavak vagy ásványi savak, ennek alapján megkülönböztetünk karbonsavésztereket, illetve szervesetlen (más néven anorganikus) savak észtereit. A karbonsavészterek a karbonsavszármazékok egyik csoportját alkotják. A legfontosabb szervesetlen savak, amelyekből észterek képződhetnek, a foszforsav, a kénsav, a salétromsav, a salétromossav és a bórsav. Az észter elnevezés a német "essig-äther" kifejezésből ered, az etil-acetát egyik régi neve nyomán. Egyszerű példaként tekinthetjük az etanol (etil-alkohol) és az ecetsav reakcióját, melynek végterméke az etil-acetát.

2.2 A LEPÁRLÁS elméleti háttere

A lepárlás egy olyan műveletti eljárás, amely a lepárolandó anyagokat a különböző forráspontú (illékonyságú) alkotóelemeire választja szét. Az elvnek az a lényege, hogy az alkohol-víz elegyet melegítéssel gőzzé alakítjuk, majd ezután a gőzhalmazállapotú részeket hőelvonással folyadékká kondenzáljuk. A lepárlás elméleti háttere a termodinamikai és anyagmozgási elveken alapul. Az alapvető elgondolás szerint az elegyet alkotó komponensek gőznyomása a keletkező gőzben arányos a komponens koncentrációjával a folyadékban. Ez a jelenség lehetővé teszi, hogy a gőz-folyadékliquid egyensúlyi állapotban lévő keveréket lehűtve és kondenzálva a komponenseket külön válasszuk. (Pach G., Ledő M., Raffai T. 2022)

A lepárlás folyamatának hatékonysága számos tényezőtől függ, mint például a elegy összetétele, a forráspontok (illékonyság) közötti különbség, a tárolóedények geometriája, a hőátadás hatékonysága és a választott eljárás típusa.

A célja tehát a lepárlásnak, hogy az illó és nem illó komponenseket elválasszuk egymástól, az alkoholtartalmat koncentráljuk, illetve a megfelelő PÁRLATFRAKCIÓKAT (elő-, közép-, utópárlat) elválasszuk egymástól.

2.2.1 FORRPONT TÁBLÁZAT – lepárlás szempontjából fontos

1. táblázat: A pálinka főbb alkotóelemeinek forrpont megjelenítése

(Forrás: saját készítés Dr. Kun Szilárd, 2023. órai előadás jegyzete alapján)

MEGNEVEZÉS	FORRPONT	MEGNEVEZÉS	FORRPONT
Acetaldehid	20,8°C	Acetát	103°C
Hidrogén-cianid	26°C	Izobutil-alkohol	108,4°C
Éter	34,5°C	Ecetsav	118°C
Akrolein	52,5°C	Vajsav-etilészter	121°C
Metil-alkohol	64,7°C	Amil-alkohol	132°C
Etil-alkohol	78,24°C	Furfurol	162°C
Izopropil-alkohol	82,3°C	Foszfor	290°C
Propil-alkohol	97°C	Kén	448°C
Víz	100°C	Szénsav	-78°C

2.2.2 Elgőzölögtetés

Akkor beszélünk elgőzölögtetésről, ha a folyadékokkal annyi hőt közlünk amíg el nem éri a forrpontját. Két típusra tudjuk bontani, a teljes és részleges elgőzölögtetésre. A teljes elgőzölögtetés esetében az egész folyadékelegyet elgőzölögtetjük, majd ezt követően az egyes komponenseik tekintetében cseppfolyósítva visszanyerjük. Ezzel szemben a részleges elgőzölögtetésnél a rendelkezésre álló folyadékelegynek csak egy részét párologtatjuk el, majd az elpárologtatott rész lesz a PÁRLAT (fejtermék – head), az edényben maradó folyadék pedig a fenéktermék.

Az anyagok különböző forrponttal rendelkeznek. Teljesen tiszta állapotban a forráspontjuknál teljesen gőz halmazállapotba mennek át.

FONTOS azonban kiemelni, hogy ha összetett elegyet melegítünk, akkor a forrpontjuk nem határozza meg az illékonyaságukat, kvázi csupán részlegesen tudjuk elválasztani őket.

Az elgőzölögtetés szempontjából szintén fontos megemlíteni tényezőként az időbeli lefutást, ugyanis ez alapján megkülönböztetünk fokozatos és egyidejű fokozat nélkülit is.

A fokozatos esetében a lepárlandó elegyet fokozatosan melegítjük, majd az egyes eltérő illékonyaságú komponensek egymást követően párolognak el. Az egyidejű, fokozat nélküli esetében pedig a folyadékelegyet túlhevítjük, ezt követően gőzt vezetünk be az elpárologtató berendezésbe. Itt a komponensek szétválasztása lehűtésekor lehetséges.

2.2.3 Gőz-folyadék egyensúlyi rendszerek

A különböző komponensek közötti vonzerő szempontjából a kétkomponensű rendszereket három csoportba soroljuk (Keller, 1977):

- egymásban egyáltalán nem oldódó alkotók elegye,
- egymásban részlegesen oldódó anyagok,
- egymásban tökéletesen oldódó anyagok

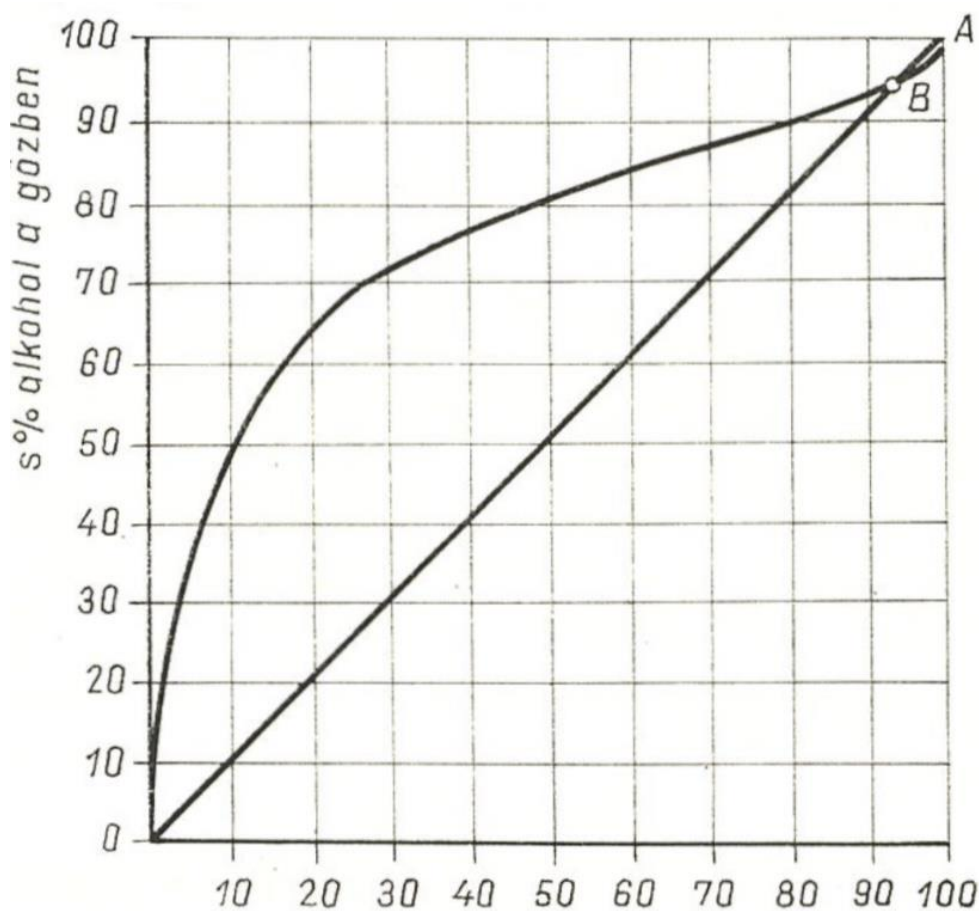
Az egymásban egyáltalán nem oldódó anyagok elegye a lepárlás folyamán úgy viselkedik, mintha az egyes komponensek tisztán, önmagukban lennének jelen. Forraláskor mindegyik alkotó külön-külön fejt ki a saját gőznyomását. Az egyes komponensek parciális nyomása mindig az illető hőmérsékleten mért gőznyomásával lesz azonos. A rendszer kisebb hőmérsékleten forr, mint a komponensek bármelyike.

Az egymásban korlátlanul oldódó anyagok forraláskor a parciális nyomások bármely folyadékösszetétel mellett kisebbek a megfelelő gőztenzióknál. Ilyen pl. a víz és butilalkohol kétalkotós elegye.

Az egymásban korlátlanul oldódó folyadékelegyek további három csoportba sorolhatók. Az egyes csoport az ideális elegyek csoportja, amelyben komponenseik egymással korlátlanul elegyednek. Azonos forrási hőmérsékleten az egyes alkotók parciális nyomása arányos az illető alkotóknak a folyadékelegyen levő százalékos mennyiségével (pl.: aceton-butanol). A sorban következő az maximum forráspontú elegyek. Ameddig az ideális elegyekben az alkotók parciális nyomása arányos az illető alkotók százalékos mennyiségével, addig a maximum forráspontú elegyek parciális nyomása aránylag kisebb. Ezen kívül megkülönböztetünk még Minimum forráspontú elegyeket is. (Keller, 1977)

3. ábra: Az etilalkohol-víz elegy egyensúlygörbéje

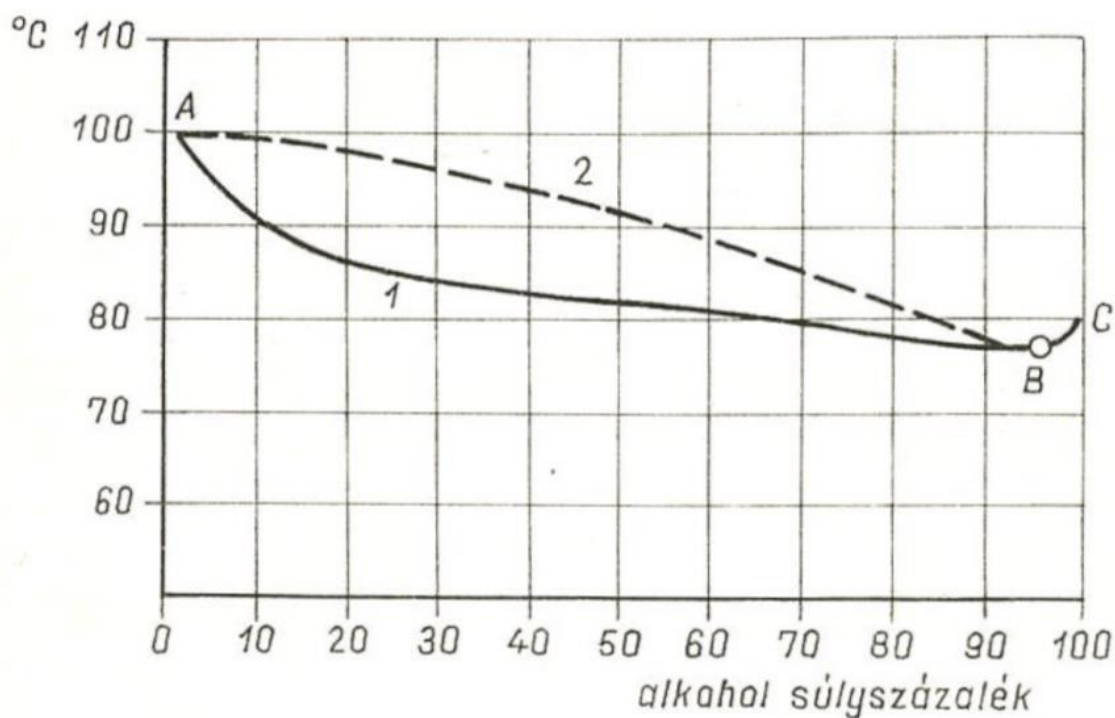
(Forrás: Keller, 1977; Borpárlat és gyümölcspálinka 84. oldal)



4. ábra: Az etilalkohol-víz elegy forrpont és harmatponti görbéje

(1. forrpontigörbe; 2. harmatpontigörbe)

(Forrás: Keller, 1977; Borpárlat és gyümölcspálinka 84. oldal)



2.2.4 Cseppfolyósítás

A cseppfolyósítás egyenlő az anyagok harmatpontjával, ahol is a hűtőközeg hőmérséklete és az úgynevezett hőátadási viszonyok szabják meg a cseppfolyósíthatóság mértékét. A részleges vagy parciális cseppfolyósításról akkor beszélünk, ha az elpárologtatott gőzeleg magasabb forráspontú alkotóit cseppfolyósítjuk, az illékonyabbat tovább vezetjük. A mérsékelt hűtéssel, hőmérséklet szabályozással befolyásolhatjuk a refluxot – ezt nevezzük DEFLEGMÁCIÓNAK, ahol is a gőz komponensek egymástól jobban elválaszthatóak.

A teljes cseppfolyósítás esetében a hűtő hőmérsékletét alacsonyabb hőmérsékleten kell tartanunk, mint az összes elpárologtatott anyag kondenzációs pontja. Itt elválasztásra nincs lehetőségünk. A hűtés hatására a távozó gőzeleg teljes mennyisége kondenzálódik.

2.2.5 Gőznyomás

A folyadékelegyek viselkedése szempontjából a folyadékok ismert tulajdonsága az, hogy nemcsak a forrásponton, hanem annál alacsonyabb hőmérsékleten is párolognak. Ha a folyadék molekulái elérik azt a mozgási energiát a melegítés hatására, amely elegendő az úgynevezett kohéziós erő leküzdésére, akkor a folyadékok felületéről a gőztérbe távozhatnak. A molekulák gőztérben végzett mozgása hozza létre a gőznyomást, amely jelentősen függ a hőmérsékleti adatoktól.

A folyadékelegyek viselkedése szempontjából a különböző komponensek közötti molekuláris erők szempontjából a kétkomponensű rendszereket három csoportba sorolhatjuk. Az egyik az egymásban nem oldódó elegyek (benzol-víz), a másik az egymásban részlegesen oldódó elegyek (butanol-víz) és harmadsorban az egymásban tökéletesen oldódó elegyek (alkohol-víz).

2.2.6 Alkohol-víz elegy lepárlása

Az alkohol-víz elegy azeotrópos, tehát minimum forráspontú, ami azt jelenti, hogy az adott összetételű elegy gőz-, és folyadékfázisának az összetétele és forráspontja a lepárlás során állandóan változik. (Panyik, 2013)

Az etanol forráspontja 78,24°C, a vízé pedig (1. számú táblázat) 100°C a normál légköri nyomás viszonyokat figyelembe véve. A desztilláció során az alacsonyabb forráspontja és a nagyobb gőznyomás miatt először az alkoholok kezdenek elpárologni. Ennek megfelelően a gőz fázis alkoholtartalma nagyobb lesz természetesen, mint a folyadéké.

Az etanol-víz elegy az azeotrópia és a minimum forráspont végett teljes mértékben nem választható el egymástól, ugyanis 95,57 m/m% (átszámítva 97,2% V/V) elérésénél az elegy változatlan összetételben desztillálható át, tehát a gőzfázis és a folyadékfázis koncentrációja azonos lesz.

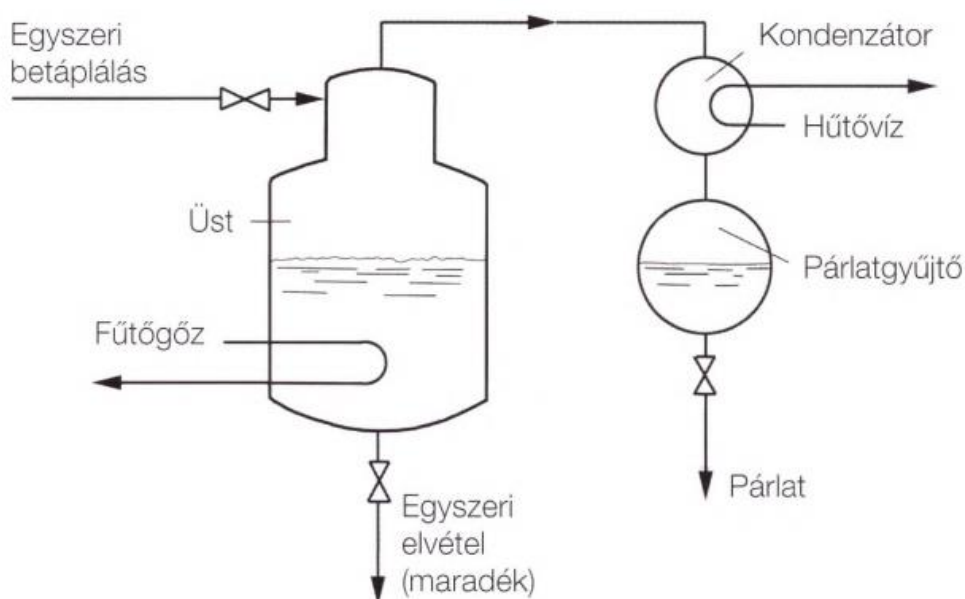
A lepárlás célja kettős: az illó alkotóelemek elválasztása a nem illó anyagoktól, de a finomításnál az alkoholtartalom növelése mellett a megfelelő párlatfrakciók elválasztása is feladat. (Pach G., Ledő M., Raffai T. 2022)

2.2.7 Az alkohol töményítése

A gyümölcscefrék kis alkoholtartalmú (1...8% V/V) elegyek, egyszeri lepárlással 10...30% V/V-ra lehet töményíteni a készülék típusától függően. Az így kapott desztillátumot alszesznek nevezzük. Az alszesz újbóli lepárlásával további töményítés érhető el. (Panyik, 2013)

5. ábra: A lepárlás vázlata

(Forrás: Panyik, 2013 – Pálinkafőzés 45. oldal)



2.3 A lepárlás célja és feladata

Ha két szóval szeretnénk leírni a lepárlás célját, akkor annyit írhatnánk, hogy a MELLÉKALKOTÓRÉSZEK ELVÁLASZTÁSA. Ennél azért picit bonyolultabb a téma. A cefre nagyon sokféle illó komponenst tartalmaz (lásd. 6. ábra), amelyek közül a kedvezőtleneket el kell választani. Az elválasztást az illékonyság határozza meg és nem a forrpon, ennek megfelelően felírható az elgőzölگési hányados:

$$K_m = M_g / M_f$$

K_m : a mellékalkotórész elgőzölگési hányadosa

M_g : a gőzben lévő mellékalkotórész koncentrációja

M_f : a folyadékban lévő mellékalkotórész koncentrációja

(Panyik, 2013)

Az egyes mellékalkotórészek elgőzölgesi hányadosát az alkohol elgőzölgesi hányadosára vonatkoztatva nyerjük a tisztulási hányadost:

$$K_t = K_m / K_a$$

K_t : a mellékalkotórész tisztulási hányadosa

K_m : a mellékalkotórész elgőzölgesi hányadosa

K_a : az alkohol elgőzölgesi hányadosa

$K_t > 1$ a komponens illékonyabb, mint az alkohol, ezért előpárlattal elválasztható,

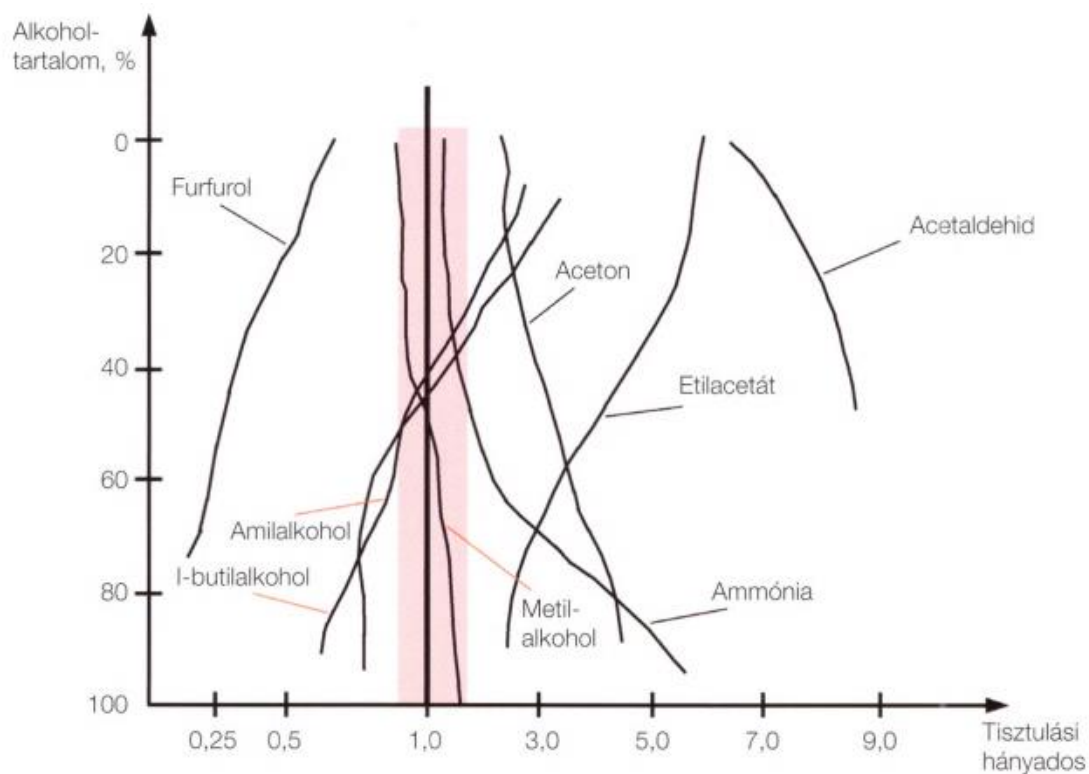
$K_t = 1$ a komponens illékonyasága az alkoholéval azonos, tehát attól nem választható el,

$K_t < 1$ a komponens kevésbé illékony, mint az alkohol, ezért utópárlattal elválasztható.

(Panyik, 2013)

6. ábra: A tisztulási hányadosok változása az alkoholtartalom függvényében

(Forrás: Panyik, 2013 – Pálinkafőzés 46. oldal)

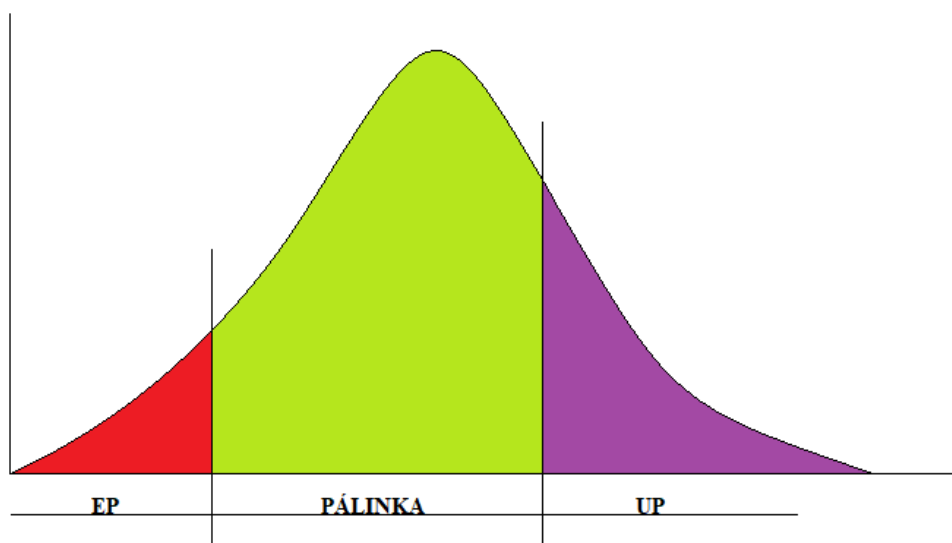


2.4 Párlat frakciók

A desztillációs folyamatokban az elkülönülő frakciókat legjobban a 5. számú ábrán látható Gauss-görbe tudja meghatározni. A frakciók EP – előpárlat vagy fejrész, PÁRLAT – középpárlat vagy szív rész, illetve UP – mint utópárlat vagy farok részre bonthatók.

7. ábra: A párlat frakciók megjelenítése Gauss-görbén – középen (zöld) középpárlat

(Forrás: saját készítés, Dr. Kun Szilárd előadás anyagai alapján)



Az EP – előpárlat azon illóanyagok összessége, amelyek tisztulási hányadosa nagyobb mint 1, tehát könnyen illó anyagok. Ilyen például: az Acetaldehid, Acetát-észter, Metanol.

A PÁLINKA vagy párlat, tehát a középpárlat esetében a ténylegesen fogyasztható párlatrész, megfelelő illat és íz karakterekkel rendelkezik. Ide sorolhatjuk az alkoholok „királyát” az ETANOLT, továbbá észtereket, gyümölcs aromakomponenseket, különféle savakat, illóolajokat és szintén a metanolt. Vizsgálati szempontból ezen frakció lesz górcső alá vonva.

Az UP, mint utópárlati részben a kellemetlen, kevésbé illó komponensek találhatók meg, ezeket tartalmazza ezen frakció. Itt a tisztulási hányados kisebb, mint „1”. Ide soroljuk például a magasabb rendű alkoholokat, furfurot, különféle észtereket, az etil-karbamátot, továbbá itt is megtalálható a metanol (lásd. 6. számú ábra).

2.5 A LEPÁRLÓ BERENDEZÉSEK

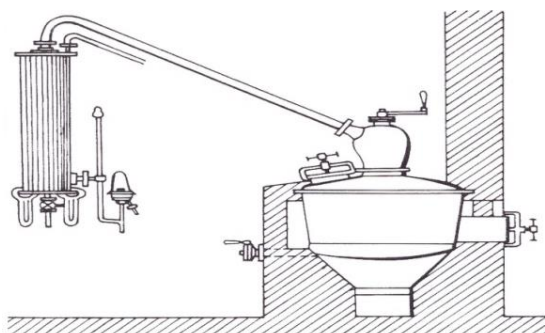
Típusok

Alapjában véve a lepárló berendezéseket két típusra bontjuk a hagyományos kétszeri lepárlására alkalmas kisüsti főzőberendezésekre, illetve az oszlopos (tornyos vagy erősítőfeltétes) lepárlóberendezésekre.

A hagyományos, kétszeri lepárlás esetében (kisüsti eljárás) a kifőző üstben alszeszt állítunk elő, amelynek az alkohol tartalma 12-28% V/V közé esik. Az előállított alszeszt ezt követően finomítani (töményíteni) szükséges, ahol a különféle frakciókat elválasztjuk egymástól.

8. ábra: Házi főzőberendezések, különböző méretekből, közvetlen tüzelésű keverővel

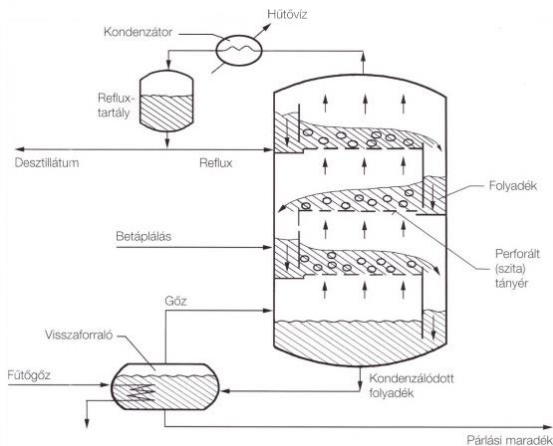
(Forrás: Panyik, 2013 – Pálinkafőzés 47. oldal)



Erősítőfeltétes lepárlás esetében egy lépésben történik a két folyamat, tehát nincs külön alszesz előállítás és az ezt követő finomítás. Ezen eljárás energia takarékosabb, finomabb elválasztást tesz lehetővé, továbbá jobb kihozatalra képes.

9. ábra: Oszlopos (tornyos) lepárlóberendezés működési elve

(Forrás: Panyik, 2013 – Pálinkafőzés 55. oldal)



2.5.1 A lepárló berendezés főbb részei (kisüsti és aromatornyos eljárások)

Üst (különböző tüzelésű lehet, a legjobb a gőzfűtésű, mivel jól szabályozható, leégés ellen célszerű keverővel ellátni az üstöt) – Sisak – léghütéses deflegmátor – Pistorius tányér – részleges deflegmáció vízhűtéssel (előmelegített víz) [aromatornyos lepárló berendezésnél] – Páracső – léghütéses deflegmátor – Hűtő (spirál, csököteges, tányéros, palackhűtő) – Epruvetta – fokoló a folyadékaramban – Szöllősy-féle szűrő – Szeszmérő – átfolyásmérő, mintatárolóval – Párlattároló tartályok

2.5.2 A páracső térállása

A páracső egyben egy léghütéses deflegmátor, amelyben a töményedett alkoholos gőz megjelenik. A páracső térállása a különféle desztillátumok meghatározására is szolgál.

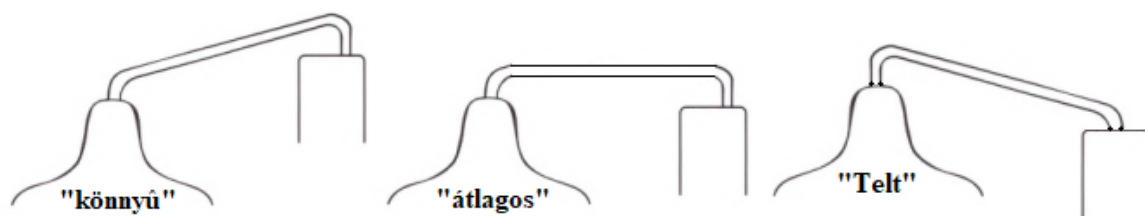
A felfelé ívelő páracső: az úgynevezett „könnyű” párlatok, amelyek gazdagok illókomponensekben és szakaszos lepárlással nyerik (ilyen például a PÁLINKA).

Az egyenes páracső: az „átlagos” párlatok, amelyek kiegyensúlyozott párlatösszetétellel rendelkeznek. Ezeket általában a folyamatos lepárlás esetében használják.

A lefelé ívelő páracső: „telt” párlatok, amelyek komplex összetétellel rendelkeznek. Ilyeneket használnak például a szakaszos kétszeri lepárlások esetében (például whisky).

10. ábra: Páracsővek térállása

(Forrás: saját készítés, Panyik, 2013 – Pálinkafőzés 54. oldal található rajzok felhasználásával)



2.6 Elektromágneses sugárzás

James Clark Maxwell skót fizikus által kidolgozott elektromágneses mező elmélete forradalmasította a fizikát a 19. században. Maxwell egyesítette az elektromosság és a mágnesesség korábbi elméleteit, és matematikai egyenletek formájában írta le az elektromágneses mező viselkedését (1873).

Maxwell négy alapvető egyenletet fogalmazott meg, amelyek ma is központi szerepet játszanak az elektromágnesesség elméletében. Ezek az egyenletek leírják az elektromos és mágneses mezők terjedését és kölcsönhatásait, és előre jeleztek olyan jelenségeket, mint például a fény hullámtermészete.

Maxwell munkássága alapvető fontosságú volt az elektromágnesesség megértésében, és hozzájárult az elektromágneses hullámok elméletéhez is, amely később az elektromágneses spektrum teljes skálájának felfedezéséhez vezetett. Maxwell elméletei alapján alakult ki az elektromágnesesség területén a modern fizika, és a mai napig alapvető fontosságúak a tudományos kutatásokban és technológiai fejlesztésekben.

H. Hertz német fizikusnak 1888-ban sikerült megfelelő kísérletekkel igazolnia az elektromos hullámok létezését, ezzel bebizonyítva mindazon elméleteket, amelyeket korábban Maxwell megjósolt. Ilyen volt például az interferencia, a törés, elhajlás és a polarizáció. Ennek megfelelően az elektromágneses hullámok hullámhossz (vagy frekvencia) szerinti sorozatát teljes elektromágneses színeknek nevezzük.

Az elektromágneses sugárzás energiája és frekvenciája között arányos kapcsolat van az $E = h \cdot \nu$ összefüggés értelmében, ahol az arányossági tényező a Planck-féle állandó ($h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s). A sugárzás frekvenciája (ν) és hullámhossza (λ) közötti kapcsolatot a $\nu = c / \lambda$ - a frekvencia (ν) és a $\lambda \sim 1/\nu$ hullámszám (ν) közötti kapcsolatot a $\nu = c \cdot \nu$ kifejezéssel adhatjuk meg, amely kifejezésekben c a fényterjedési sebessége vákuumban (Pokol, 2011).

A következő oldalon található 2. számú táblázat segítségével szeretném bemutatni a hullámhossztartományokat és a hozzájuk tartozó spektroszkópiai módszereket (Pokol, 2011).

2. táblázat: Hullámhossztartományok és spektroszkópai módszerek

(Forrás: saját készítés, Pokol 2011. Analitikai Kémia 133. oldal alapján található adatokból)

Hullámhossztartomány			Folyamat	Spektroszkópai módszer
GAMMA		0,5 – 10 pm	magátmenetek	Mössbauer vagy gammafluoreszcens spektroszkópia
RÖNTGEN	X-RAY	0,01 – 10 nm	belső elektronátmenetek	röntgen-emissziós, röntgen-abszorpciós, röntgen-fluoreszcenciás, elektronmikroszondás módszerek
TÁVOLI IBOLYA	FUV	10 – 180 nm	vegyértékelektronok gerjesztése: külső elektronátmenetek	tomabszorpciós, atomemissziós, atomfluoreszcenciás molekulaabszorpciós, molekulaemissziós, lumineszcenciás módszerek
ULTRAIBOLYA	UV	180 – 350 nm		
LÁTHATÓ	VIS	350 – 780 nm		
KÖZELI INFRAVÖRÖS	NIR	780 – 2000 nm	elektronátmenetek	
			rezgési és forgási	
INFRAVÖRÖS	IR	2 – 25 µm	átmenetek	infravörös spektroszkópia
TÁVOLI INFRAVÖRÖS	FIR	25 – 300 µm	forgási átmenetek	távoli infravörös spektroszkópia
MIKROHULLÁMOK		0,3 mm – 1 m	elektronspin átmenetek	mikrohullámú spektroszkópia elektronspin-rezonancia spektroszkópia
RÁDIÓHULLÁMOK		1- 300 m	magspin átmenetek	magmágneses rezonancia spektroszkópia

Az infravörös sugárzás széles spektrumát közeli = NIR ($\lambda = 780 - 2500 \text{ nm}$, $E = 2,5 \cdot 10^{-19} - 1,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$), középső = MIR ($\lambda = 2,5 - 25 \mu\text{m}$, $E = 1,9 \cdot 10^{-19} - 6,6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$) és távoli = FIR ($\lambda = 25 - 300 \mu\text{m}$, $E = 6,6 \cdot 10^{-21} - 6,6 \cdot 10^{-22}$) tartományra osztják (Pokol, 2011).

2.7 A molekulák kölcsönhatása az infravörös sugárzással

Az infravörös sugárzás és a molekulák kölcsönhatása alapvető fontosságú a kémia és az anyagtudomány szempontjából. Az molekulák által kisugárzott vagy befogadott infravörös sugárzás segítségével lehetőségünk van megérteni a molekulák rezgési és forgási mozgásait.

Az infravörös spektrum olyan tartomány az elektromágneses spektrumban, amely a látható fény alatt helyezkedik el. A molekulák rezgési és forgási mozgásai energiaváltozásokat okoznak, amelyek infravörös sugárzás formájában kibocsátódnak vagy felszívódnak. Az infravörös spektrum egyes sávjai specifikus molekuláris rezgéseket vagy forgási mozgásokat jelölnek, így az infravörös spektrum analízise lehetővé teszi a molekulák azonosítását és szerkezetének megértését.

Amikor az infravörös sugárzás egy molekulával kölcsönhatásba lép, a molekula rezgési mintázatai rezgésbe jönnek, és az infravörös spektrumban megfigyelhető abszorpciós vonalak jelennek meg. Ezek az abszorpciós vonalak egyediek az adott molekulára, így az infravörös spektrum analízise alapján azonosítani lehet az adott anyagot.

Az infravörös spektroszkópia széles körben használt, ezt az analitikai technikát a kémia, a biokémia, a gyógyszeripar, az anyagtudomány és más területek is alkalmazzák, például a pálinkakészítésben is van rá példa. Segítségével lehetőségünk van megérteni a molekulák szerkezetét, kölcsönhatásait és reakcióikat, valamint az anyagok minőségének és összetételének meghatározására is használják.

2.7.1 Szerves molekulák vizsgálata

Az IR – mint infravörös sugárzás – energiaszintje, ahhoz elegendő, hogy a molekulák rezgési átmeneteit, továbbá a rájuk szuperponálódó forgási átmeneteket gerjesszük.

Az infravörös spektrumban látható változások akkor történnek, amikor legalább három atomból álló molekulák rezgési és forgási állapota változik, és a molekula dipólusmomentuma is megváltozik. A dipólusmomentum a pozitív töltés és a töltések közötti távolság szorzata. Egy kétatomos molekulában a dipólusmomentum a kötés polaritásának mértéke, vagyis az átlagos elektrontöltés eltolódása egyik atom felé. Egy többatomos molekulában pedig a dipólusmomentum az egyes kötések dipólusmomentumainak vektoriális összege.

Ha a dipólusmomentum változatlan marad, akkor az adott rezgésnek nincs hatása az infravörös spektrumra (nem lesz "IR aktív"). Az infravörös spektrumban kialakuló sávok száma a molekula szimmetriájától függ. Minél kisebb a szimmetria, annál több sáv lesz megfigyelhető az infravörös spektrumban. A sávok jellemző helye (hullámhossza) a molekulában található atomok tömege, a kötések típusa és az atomok közötti környezet által meghatározott.

A molekulák vibrációi (rezgései) két fő típusba sorolhatók: vegyérték vibrációk és deformációs vibrációk. A vegyérték vibrációk esetén a kovalens kötések hossza periodikusan változik a kötés irányában, és az aszimmetrikus és szimmetrikus vegyérték vibrációkat különböztetjük meg egymástól. A deformációs vibrációk esetén csak a kötésszögek változnak periodikusan. A deformációs vibrációk típusok szerint lehetnek a molekula síkjában vagy a síkra merőlegesek.

A síkban végzett deformációs vibrációk közé tartozik az "ollózás" [scissoring] és "kaszálás" [rocking] vibráció. Az ollózás azonos oldalirányú, tehát szimmetrikus, míg a kaszálás aszimmetrikus vibráció. A síkra merőleges deformációs vibrációk közé tartoznak a "forgás-torzió" és "ingadozás-bólogató" vibrációtípusok. A forgás aszimmetrikus és síkra merőleges, míg az ingadozás szimmetrikus és síkra merőleges vibrációtípus. Az említett vibrációtípusokat "normál vibrációknak" nevezzük. Ezen típusok mellett megkülönböztetünk "keretvibrációkat" is, amelyeket hasonlóképpen csoportosítunk, mint a normál vibrációkat. A keretvibrációk között található a keretvegyérték vibráció, a gyűrű síkjában történő deformációs keretvibráció és a gyűrű síkjára merőleges deformációs vibráció. Vizsgáljuk meg, hogyan jön létre egy infravörös spektrum, és milyen tényezők befolyásolják azt.

Általában az infravörös spektrumot a C-H, C-C, C=C és C≡C kötések vegyérték és deformációs vibrációi hozzák létre. A szubsztituensek elektronvonzó vagy elektronküldő hatása befolyásolja a szomszédos kötések vibrációit, melyek hiperkonjugációs, induktív és mezomeres hatásokat okoznak. Ha a szénláncba térben közel eső atomcsoportok kapcsolódnak, ezek akadályozhatják egymás elmozdulását, és hullámhossz-csökkenést vagy frekvencia-növekedést eredményezhetnek. A kötéstípusok hatása alapján megállapítható, hogy minél nagyobb a kötésenergia, annál magasabb energiájú a vegyérték rezgés gerjesztése. Ennek eredményeként a kötésekhez tartozó sávok rövidebb hullámhosszon vagy nagyobb hullámszámon jelennek meg. (Szigedi, 2013)

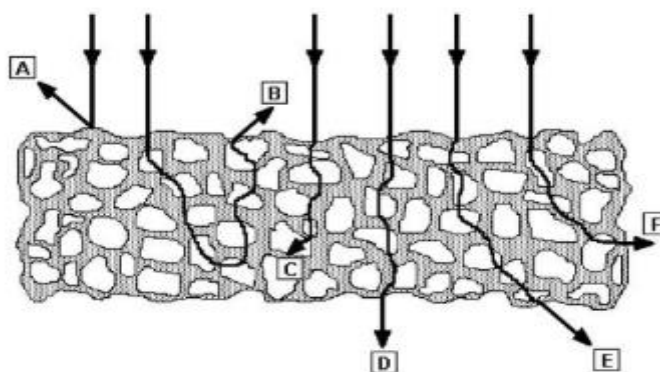
A C-C kötések tartománya általában 1100-1300 nm ($9090-7700\text{ cm}^{-1}$), a C=C kötések tartománya 1600-1700 nm ($6250-5880\text{ cm}^{-1}$), a C $\equiv$ C kötések tartománya 2100-2300 nm ($4760-4350\text{ cm}^{-1}$), míg az Ar-H kötések tartománya 2750-3000 nm ($3640-3330\text{ cm}^{-1}$). A delokalizált kötések esetén a kötésrend határozza meg a frekvenciát. Az alkoholok, fenolok és karbonsavak infravörös spektrumában megjelenik a hidroxilcsoport három rezgéstípusa: vegyérték rezgés, síkbeli deformáció és síkra merőleges deformáció. Jellemző az OH csoportra, hogy infravörös tartományban elnyelődés figyelhető meg akár intra-, akár intermolekuláris környezetben.

2.7.2 A minta kölcsönhatása az IR sugárzással

A minták esetében az infravörös sugárzás több jelenségét mutatja be az 11. számú ábra.

11. ábra: Az elektromos (IR) sugárzás kölcsönhatásai

(Forrás: Szigedi, 2013 – doktori értekezés 20. oldal)



A fény (fotonok) és az anyag közötti kölcsönhatás eredményei lehetnek:

- A – reflexió – spekuláris - (visszaverődés) [a sugárzás merőleges]
- B – diffúz reflexió (fénytörés) [sugárzás merőleges, majd behatol és visszaverődik]
- C – fényelnyelés (abszorpció) [maradék nélküli elnyelődés]
- D – transzmisszió [merőleges behatolás, ezt követően majdnem egyenes kilépés]
- E – fényelhajlás [behatolást követően véletlenszerűen lép ki a mintából]
- F – fényszóródás [behatolást követően csak egy részét érinti a mintának]

A felsorolt jelenségek közül az infravörös spektroszkópia a diffúz reflexió, a transzmisszió és a két folyamat kombinációjaként értelmezhető transzflexió jelenségét használja fel.

Gyakorlati módszerek alapján a legelterjedtebb a transzmissziós infravörös spektroszkópia, de elég elterjedt részben használatos a reflexiós technika is. (Pokol, 2011.)

A méréstechnikai alkalmazástól függetlenül kell az alábbi elvárásokat figyelembe venni:

- a spektrométer fényútba eső egységeinek, így a mérőcella anyagának is az infravörös sugárzás számára átlátszónak,
- a vizsgálandó mintával szemben kémiaiailag inertnek, valamint szilárdnak kell lennie.

2.7.3 Minták halmazállapota

A transzmissziós infravörös spektroszkópiával lehetőség van gázok, folyadékok és szilárd anyagok vizsgálatára. Gázok esetében speciális gázküvetéket használnak, amelyeknek a két végén tükröző felület található. Ennek köszönhetően a fény úthossza a mintában akár 100 méter is lehet. Ez lehetővé teszi, hogy kompenzálják a gázközegben lévő anyagok alacsony koncentrációját, amely sokszor ezredrésze a kondenzált fázisbeli koncentrációnak. Nagy úthosszú cellákkal ppm (parts per million) nagyságrendben is lehet méréseket végezni.

Az érzékenységet növelni lehet a nyomás emelésével, de ez a sávok kiszélesedéséhez vezethet, és veszélyeztetheti a sávok finom szerkezetét. Az ilyen mérések során a reprodukálhatóság érdekében általában egy adott értékre beállítják a nyomást és inert gázt (például nemesgázt) adnak a mintához. Ez a módszer lehetővé teszi a nagyobb koncentrációk pontosabb mérését.

A módszer alkalmas magas tenziójú anyagok vizsgálatára is, amelyek magas hőmérsékleten vagy nyomáson találhatók. Azonban a legtöbb szerves anyag gőznyomása túl kicsi ahhoz, hogy gázfázisban mérhető legyen.

Az infravörös spektroszkópia előnye, hogy nagyon specifikus és érzékeny módszer, amely lehetővé teszi az anyagok azonosítását és koncentrációjuk meghatározását. Azonban a módszernek néhány hátránya is van. Az úthosszak csökkentése nehézkes lehet anélkül, hogy az eredmények pontossága csökkenne, és jelentős vízgőztartalmú mintákat nem lehet vizsgálni.

2.7.4 A mennyiségi meghatározás alapjai

A mennyiségi meghatározáshoz – a spektroszkópai módszertől függően – szükséges: a beeső sugárzás (I_0), a transzmittált sugárzás (I_t), az emittált sugárzás (I_e), a fluoreszcenciasugárzás (I_f), és a kemilumineszcenciás sugárzás (I_{kl}) intenzitásának ismerete. (Pokol. 2011.)

Bouguer-Lambert törvény:

A spektroszkópia területén használatos törvény, amely leírja a fény abszorpcióját egy anyagban. A törvény szerint az abszorbancia (A) az anyag koncentrációjával (c) és a közeg vastagságával (d) arányos, azaz $A = \epsilon cd$, ahol ϵ az anyagra jellemző abszorbancia együttható (molaritási abszorpciós együttható). Ez a törvény alapvető fontosságú a transzmissziós folyadékspektroszkópia és más abszorpciós alapú technikák során.

Beer törvény:

A spektrofotometria területén használatos törvény, amely leírja a fény abszorpcióját egy anyagban. A törvény szerint az abszorbancia (A) az anyag koncentrációjával (c) és az anyagra jellemző abszorbancia együtthatóval (A_1) arányos, azaz $A = A_1 c$. Ez a törvény alapvető fontosságú a spektrofotometriai mérések során, amelyek segítségével meghatározható egy adott anyag koncentrációja. (Pokol. 2011.)

Bouguer-Lambert-Beer törvény:

A spektrofotometria területén használt törvény, amely meghatározza a fény abszorpcióját egy anyagban. A törvény szerint az abszorbancia (A) logaritmus a fényintenzitással szemben exponenciálisan arányos az anyag koncentrációjával (c), valamint az anyagra jellemző abszorbancia együtthatóval (ϵ). Tehát matematikailag kifejezve: $A = \log(I_0/I) = \epsilon cl$, ahol I_0 az eredeti fény intenzitása, I a szűrt vagy abszorbált fény intenzitása, és l a fény útjának hossza az anyagon keresztül. Ez a törvény hasznos az anyagok koncentrációjának meghatározásában a spektrofotometriai mérések során. (Pokol. 2011.)

Fényelnyelés (abszorpció):

Az abszorpció során az atomok, illetve molekulák elnyelik a beeső sugárzás bizonyos energiájú (hullámhosszú) komponenseinek egy részét, míg a sugárzás többi része továbbhalad és kilép a mintából. Ezt a kilépő sugárzást transzmittált sugárzásnak nevezzük. Az elnyelés úgy jön létre, hogy a megfelelő energiájú fotonok rugalmatlan ütközésben átadják energiájukat az atomoknak, illetve molekuláknak (Pokol, 2011.)

2.8 Az infravörös sugárzás analitikai alkalmazása – az infravörös spektroszkópia

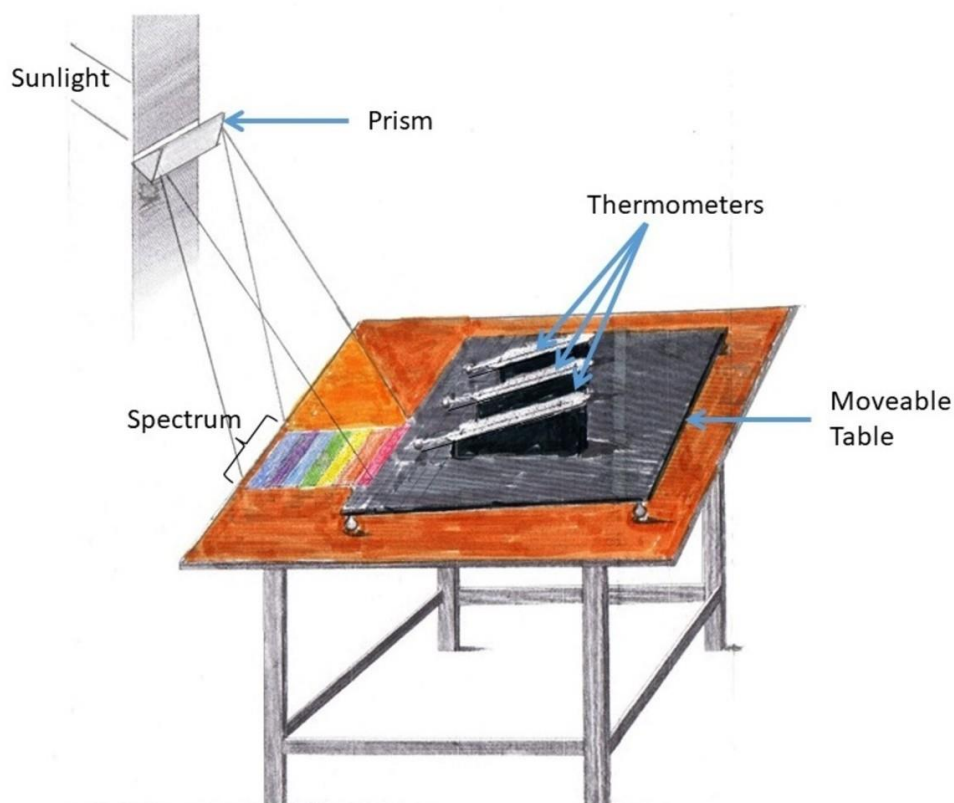
2.8.1 Történelmi áttekintés

Az infravörös spektroszkópia a közeli infravörös (NIR) és a hosszúhullámú infravörös (MIR) tartományban történő anyagok tanulmányozására szolgáló analitikai technika. Az alábbiakban röviden áttekintem az infravörös spektroszkópia történelmi hátterét egy oldalon keresztül.

Az infravörös spektroszkópia gyökerei az 1800-as évekre nyúlnak vissza, amikor William Herschel felfedezte az infravörös sugarakat a nap sugarainak hőhatására. Azóta a tudósok érdeklődést mutattak az infravörös tartomány iránt, de az analitikai alkalmazások előkészítéséhez további kutatásokra volt szükség.

12. ábra: William Herschel kísérlete

(Forrás: <https://owlcation.com/stem/William-Herschel-and-the-Discovery-of-Infrared-Radiation>)



A lila színtől a vörös színig emelkedő hőmérsékleti tartományt már nem lehet az emberi szemmel megfigyelni. Ennek ellenére William Herschel a vörös szín alá eső tartományt, amit a hőmérséklet tovább növel, infravörösnek nevezte el. (Burns és Ciurczak, 2008)

Ernő Abney és Edward Festing 1881-ben megállapították, hogy az abszorpciós sávok az atomcsoportokhoz kapcsolódnak, nem pedig az egész molekulához. Ezt követően 1885-ben építettek egy fotométert, amellyel folyadékmintákban végeztek méréseket a látható tartományban. (Osborne és Fearn, 1986)

A valódi áttörést a 20. század második felében hozta meg a Fourier-transzformációs infravörös spektrometria (FTIR) feltalálása. A FTIR spektroszkópia lehetővé tette, hogy gyorsan és pontosan mérjék az anyagok infravörös abszorpciós spektrumát, ami elengedhetetlen a vegyületek azonosításához és szerkezetmeghatározáshoz.

1901-ben Coblentz, saját maga által épített és kalibrált spektrométerével, különböző hullámhosszakon gyűjtött spektrumokat és készített táblázatokat az infravörös fény abszorpciójáról különböző anyagokban, a 1000 és 1600 nm-es tartományban.

Az 1950-es években jelentek meg olyan eszközök, amelyek egyszerre pásztázták az elektromágneses spektrum tartományait (UV, VIS, IR). A technikát azonban Karl Norris amerikai kutató eredményei tették igazán sikeressé az 1950-es években. 1963-ban publikált közleményükben lisztminták víztartalmát vizsgálták. Megállapították, hogy fehérjetartalom jelenléte zavarja a méréseket, és rájöttek, hogy a közeli infravörös tartomány alkalmas a víz-, fehérje- és nyerszsírtartalom meghatározására. Az infravörös technika széles körű alkalmazása 1970-es években kezdődött a gabonaiparban.

Az 1990-es években a közeli infravörös technika egyre több iparági területen vált ismertté és alkalmazottá, mint az élelmiszer-, gyógyszer-, festék-, textil-, műanyag-, kőolaj- és autóipar. Emellett számos egyéb területen is használják, mint a bűnügyi technika, állatgyógyászati diagnosztika, műemlékvédelem és régészeti vizsgálatok.

Az infravörös spektroszkópia további fejlesztéseket is átélt az évek során. Az álnyelves technika, az interferometria és a mikroszkópos infravörös spektroszkópia mind olyan új módszerek, amelyek még részletesebb információkat nyújtanak az anyagokról.

2.8.2 Műszaki megoldások az infravörös spektroszkópiában

Az optikai spektrométerek rendszerint tartalmaznak fényforrást, mintateret, referenciateret, hullámhossz kiválasztó egységet, detektort, illetve jelfeldolgozó egységet (Pokol, 2011.)

Az infravörös (IR) spektroszkópia műszeres hátterének megértése mérnöki szempontból segít felfedezni az alkalmazott technikákat és elveket. Az infravörös spektroszkópia alapelve (mint ahogyan azt már korábban is részleteztem) az, hogy a molekulák rezgési és forgási mozgásokat végeznek, amelyekben az elektronok nem vesznek részt. Ezeknek a mozgásoknak a frekvenciája a közepes infravörös tartományban található, körülbelül $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ hullámhosszal. Az infravörös spektroszkópia az anyagok rezgési és forgási mozgási módjait méri, és azokhoz a spektrumokhoz társítja, amelyeket a fotonok abszorbeálnak, ha a mintára irányítják.

Az infravörös spektroszkópia műszeres háttere főként az alábbi részekből áll:

- 1. Infravörös sugárforrás:** az infravörös sugárforrás feladata, hogy a megfelelő hullámhosszú infravörös fotonokat biztosítson a minták analizálásához. Az infravörös spektroszkópiában gyakran használnak hőforrásokat vagy infravörös lézereket.
- 2. Monokromátor:** a monokromátor segít a sugár irányát kiválasztani és szűrni az adott frekvencia tartományban. Ez biztosítja, hogy csak egy konkrét frekvenciájú infravörös foton juthasson a mintához.
- 3. Mintaváltó és fókuszáló rendszer:** az a részegység irányítja a mintát a fénysugarak útjába, hogy az infravörös fotonok átjussanak rajta. A rendszer tartalmazza a mintatartók különböző típusait, amelyek lehetővé teszik a különböző minták vizsgálatát.
- 4. Detektor:** a detektor feladata az infravörös sugárzás intenzitásának és spektrális tartományának mérésére. Ez lehet fényérzékelő, félvezető vagy más típusú detektor a mérési tartománytól és teljesítménytől függően.
- 5. Adatfeldolgozó egység és szoftver:** a mért adatokat a műszer hatékonyan feldolgozza, digitalizálja és általában a spektrum készítésére használt szoftvert is alkalmazza. Ez lehetővé teszi a spektrumok értelmezését és az adatok elemzését.

Az infravörös spektroszkópia műszeres háttere tehát magában foglalja a megfelelő infravörös fotonok előállítását, a minták megfelelő úton történő irányítását, a detektálást és az adatok feldolgozását a kívánt információ eléréséhez.

3 ALKALMAZOTT MÓDSZEREK (ANYAG ÉS MÓDSZER)

Szakedolgozatomhoz igyekeztem releváns információkat gyűjteni, amely értelmében megszondáztattam több nagyobb pálinkafőzdet, pálinka berendezés gyártót, illetve pálinkakészítés képzéssel kapcsolatos intézményeket, oktatókat. A kérdés felvetés egyértelműen az volt, hogy a pálinka készítés során, vagy nevezzük csak általánosan párlat desztillációnak, milyen valós idejű releváns információkkal rendelkeznek. A pálinkagyártó berendezések szinte mindegyike már rendelkezik a mai kornak megfelelő automatizálási lehetőségekkel, de ezen elektronikai berendezések csupán hőmérsékleti adatokat gyűjtenek, az adatokat az idő függvényében bizonyos algoritmusokon keresztül feldolgozzák (elhanyagolható számban), így jutnak el egy félautomata rendszer működéshez.

Ki merem jelenteni, hogy csupán az idő (t) és a hőmérséklet (T) függvényében, illetve össz-alkohol szintmérésben képes gondolkodni a jelen kor pálinkakészítő társadalma. Ezt persze ki lehet egészíteni „versenyre felkészített” érzékszervekkel, de ezzel csupán a korábban már leírt szubjektivitás erősíthető.

Az elképzelés, hogy valós időben mérjük a pálinka „lelkét”, jelenleg még igencsak gyermekcipőben jár, amely értelmében csupán elméleti felvázolás lehetőségét tudom jelen pillanatban rendelkezésre bocsájtani.

A párlatok alkoholtartalom vizsgálatában kerestem hazai információkat, továbbá megvizsgáltam több külföldi szakleírást is (egyik nemzet sem büszkélkedhet ezen a téren túl sok információval), így jutottam el azon pontra, hogy megfelelő módon előzetesen keressek olyan (magyar adatok hiányában) külföldi szacikket, amely a párlat desztillációs folyamatait vizsgálja, ezzel látva, hogy elméleti elképzeléseim megállják-e helyüket majd a gyakorlatban.

Az anyag és módszer részben két témakört fogok feldolgozni. Az egyik részében egy kutatási cikket felhasználva próbálom vizsgálni a lepárlási frakciók különféle vegyületeinek koncentrációját, a másik részben pedig releváns információkat gyűjtöttem a különféle frakciókban megtalálható vegyületekről, amelyek tartalmazzák a teljes IR spektrális képet, továbbá a majd vizsgálandó gőz fázisú vegyületeket is.

Az 1. számú és a 2. számú mellékletek megfelelő módon tartalmazzák a párlat frakciók fontosabb vegyületeinek grafikonos ábrázolását Muscat Blanc és Muscat Ruža Porečki szőlőtörkölyök hagyományos kisüsti (alembik) eljárással történt desztillációjával kapcsolatban.

A forrásból [Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Dordano P. (2011), Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123 (11 o.)] kigyűjtésre kerültek a fontosabb vegyületek értékei a forrásban lévő táblázatok kiragadásával, amelyekből elkészítettem a párlat frakciók fontosabb vegyületeinek grafikonos ábrázolását a szőlőtörköly párlat előállításánál hagyományos kisüsti eljárással történt desztillációjával kapcsolatban.

A mellékletekben megtalálható grafikonok a szakdolgozat elméleti részének bizonyításaként jelennek meg, ugyanis arra voltam kíváncsi, hogy a különféle alkoholok, mint makrokomponensek, továbbá a mikrokomponensek a különféle frakciókban milyen jelleggörbét írnak le. Ezen információkat összevetettem az alkoholok fényelnyelő (abszorpciós) tulajdonságával, amely alapján megfelelő következtetések levonhatók. A kutatás célja az etil-alkohol változása felé vette az irányt, de megfelelő módon érdekes adatok mutatkoztak a különféle frakciók, különféle vegyületeivel kapcsolatban.

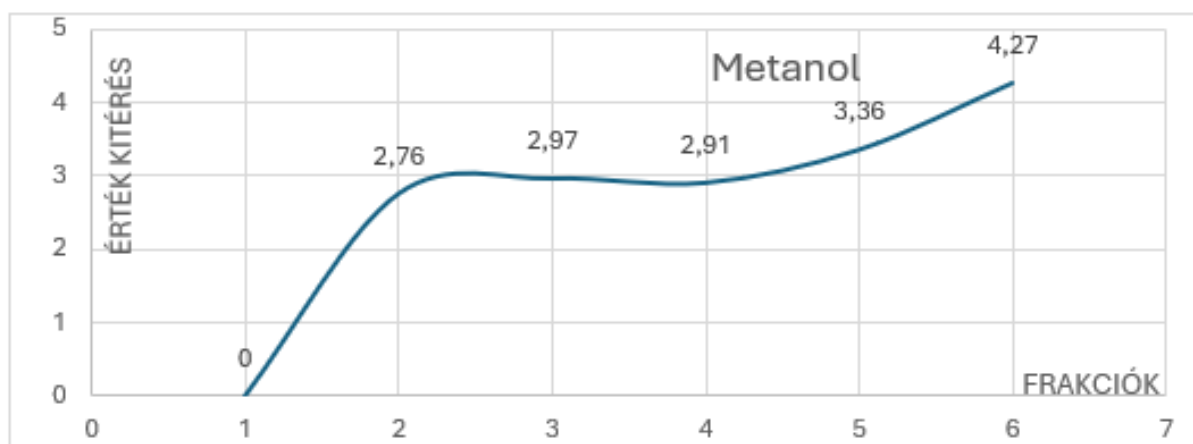
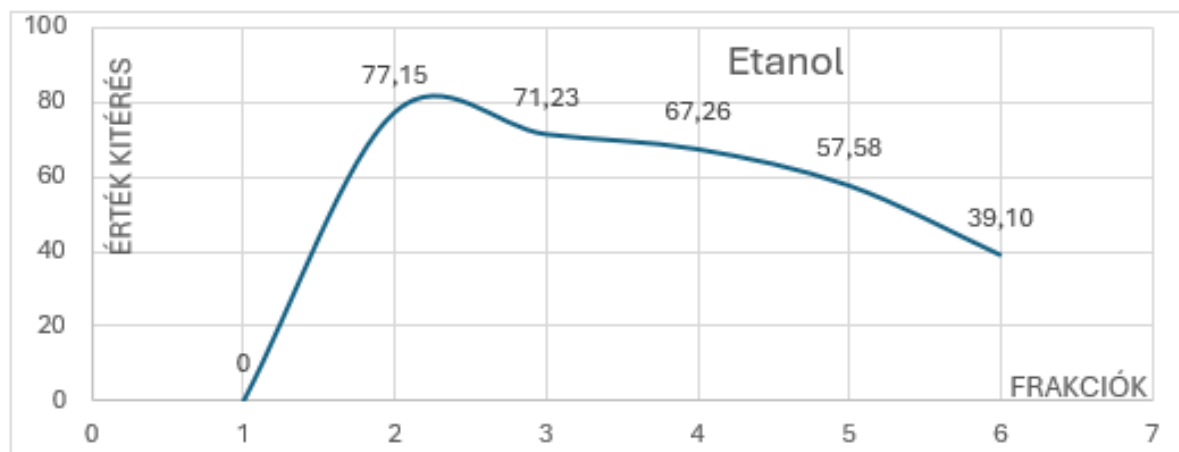
A grafikus megjelenés – mint ahogyan azt fentebb is írtam – azért fontos, hogy lássuk valós időben „ppm” vagy „%” arányban milyen vegyületet lehet infravörös spektroszkópiás módszerrel megjeleníteni, hogy egy adott információhalmaz miként mutatkozik meg „real-time” módon, milyen le-, és felfutási mutatói vannak, az adott szakaszok mennyire meredek, vagy épp ellenkezőleg mennyire adnak konstans adatot.

Példaként a 1. számú és a 2. számú mellékletekben található diagrammok (jelleggörbék) értelmezése a következő példán keresztül magyarázható, amely adatok feldolgozását a párlatok frakcióiban idő / értékváltozás függvényében ábrázoltam – kvázi az értékek alakulása és kimozdulása / változása volt lényeges.

Természetesen ezen jelleggörbék más további információt is adhatnak a lepárlási műveletek értelmezésében, melyben példának említeném a metanolt, amelyről „sokan” szent meggyőződéssel állítják, hogy csak az előpárlatban található, illetve kisebb részben jelen van a lepárlás folyamán, viszont mivel vízben jól oldódik az utópárlati (tail-farok) szakaszban képes nagyfokú dúsulásra.

13. ábra: Alembic lepárlóval végzett szőlőtörköly etanol és metanol jelleggörbéje

(Forrás: saját készítésű diagramm az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškati Ruža Porečki Grape Marcs, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123 szakkcióból)



A grafikonok értelmezése céljából a frakciók tekintetében 0-2 szakasz az előpárlat (HEAD), a 2-3 szakasz a középpárlat-1 (HEART-1), a 3-4 szakasz a középpárlat-2 (HEART-2), illetve az „x” tengelyen lévő frakciók közül a 4-5 szakasz a középpárlat-3 (HEART-3). Az 5-7 szakasz pedig az utópárlat (TAIL). A lepárlást a leírtak szerint alembik típusú, kétszeri lepárlóval végezték, tehát ennek megfelelően láthatunk jelen állás szerint adatokat.

Az 3. számú mellékletben a párlat frakciókban megtalálható fontosabb vegyületeket gyűjteményét állítottam fel. Az eddigiekben ilyen jellegű (szubjektív információim alapján) adathalmazzal nem találkoztam. A PubChem oldala, egy olyan nyílt kémiai adatbázis, amelybe megfelelő tartalmi előírások mellett fel lehet tölteni információkat, kvázi a kémia „Wikipédiája”.

A mellékletben nemcsak a Pálinka fontosabb frakció vegyületei találhatók meg, hanem különféle spektrális információk is. Ezek között található meg az adott anyag gőzfázisú IR spektruma is, amely a jövőben sokat segítő információ lehet az alkoholok valós időben történő mérésről.

A gőzfázisú információk a John Wiley & Sons, Inc. tulajdonában vannak, akik mérését jelen szakdolgozathoz felhasználtam.

A releváns információk között jelen dolgozatban összegyűjtöttem az alábbi adatokat:

- ✓ molekulaképlet
- ✓ molekulatömeg (g / mol)
- ✓ szín/forma/íz
- ✓ szag
- ✓ forráspont
- ✓ szerkezet 3D alakja
- ✓ gőzfázisú IR spektrum
- ✓ IR spektrális kép

Ezen gyűjtemény a jövőben azonnali információt ad majd a tényleges (gyakorlati) munkafolyamataiban, továbbá a gőzfázis IR spektrumképek jelen állapotban is jól felhasználhatóak. A szénhidrogén-származékok tekintetében ugyanis egy hidroxilcsoport hidrogén-oxigén kötése jellegzetes abszorpciós sávot ad az infravörösben, de ahogyan ezt várhatjuk is az abszorpciót jelentősen befolyásolhatja a hidrogénkötés. Fontos megjegyezni, hogy például gőz állapotban (itt lényegében nincs hidrogénkötés) az etanol infravörös spektrumot ad, amely meglehetősen éles abszorpciós sávval rendelkezik.

4 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK (MEGVITATÁS)

A szakdolgozati ciklusok felépítése egymásra épülve próbálta az eddigiekben bemutatni a dolgozat címében is megjelenő pálinka készítési/előállítási folyamatok alkohol mérésének lehetőségeit.

Fontosnak tartom hangsúlyozni és jelen fejezetben is kiemelni, hogy a szakdolgozati kutatásom és annak eredményei csak elméleti rendszereket vázolnak fel, amelynek folytatására remélem lesz lehetőségem, ahol mind elméleti, mind pedig gyakorlati síkon is sikerül bebizonyítani az itteni téziseket.

A szakdolgozatom pillanatában ezen szakaszban kívánom bemutatni mindazt az elméleti eredményt és kismértékű tapasztalatokat, amelyek nagy százalékban a jövőben a fentebb leírtak szerinti bizonyíthatóak lesznek és ezzel a közös célunk felé mozdulhatunk el, a pálinka minőségének javítása és gyártásával kapcsolatban objektivitásának emelése, a szubjektivitás csökkentésével.

Az általam gondolati síkon megalkotott berendezés neve: **RT-VAM[®]***

[*REAL-TIME VAPOR-ALCOHOL-METER]

Az alábbiakban és a következő oldalakon a **RT-VAM[®]** felépítését, működését és a készülékkel kapcsolatos jövőbeni elképzeléseket szeretném bemutatni.

A névválasztás talán picit tudatos is, ugyanis az itthoni jövedékiadó alá eső alkoholos termékek elsődleges ellenőrző hatósága a NAV, amelynek teljes olvasata a VÁM szót magában foglalja, így pici áthallás lehet az RT-VAM és VÁM szó között.

4.1 NDIR technológia

NDIR (Non-Dispersive Infrared) berendezések a gázösszetétel meghatározására és mérésekre szolgáló eszközök, amelyek az infravörös sugárzás elvét alkalmazzák. Ezek a berendezések gyakran használatosak a légszennyező anyagok, például a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és más gázok koncentrációjának meghatározására. Az NDIR technológia alapja az, hogy bizonyos gázok egyedi infravörös spektrális "ujjakat" hoznak létre az abszorpciójuk során. Ezek az ujjlenyomatok lehetővé teszik a specifikus gázok azonosítását és mennyiségük mérését.

Az **NDIR** berendezésekben van egy infravörös sugárzás forrás, amely általában egy infravörös lámpa vagy lézer. Ez a forrás folyamatosan infravörös fényt bocsát ki. Az infravörös sugárzásnak át kell haladnia egy diffúzoron, hogy egyenletesen oszlassa el a környezetben. Ez biztosítja, hogy az összes gáz elérje a detektort. A gázmintát a környezetből vagy a vizsgált területről mintavételi csőrendszeren vagy más megfelelő módon juttatják az eszközbe.

Az **NDIR** berendezésekben vannak spektrális szűrők, amelyek az infravörös tartományban specifikus hullámhosszokat engednek át. Ezek a szűrők kiválasztják azokat a hullámhosszokat, amelyekre a vizsgált gázok jellemzően abszorbeálják az infravörös fényt. A berendezésekben egy detektor detektálja az infravörös sugárzás intenzitását az előző lépésben kiválasztott hullámhosszon. A detektor jele azt mutatja, hogy mennyi infravörös sugárzás vonatkozik a vizsgált gázra. Általában vannak reaktív kompenzációs rendszerek is, amelyeknek célja a háttérvilágítás kiküszöbölése. Ezek a rendszerek kezelik az olyan zavaró tényezőket, mint például a por, a hőmérsékletváltozások vagy a háttérsugárzás.

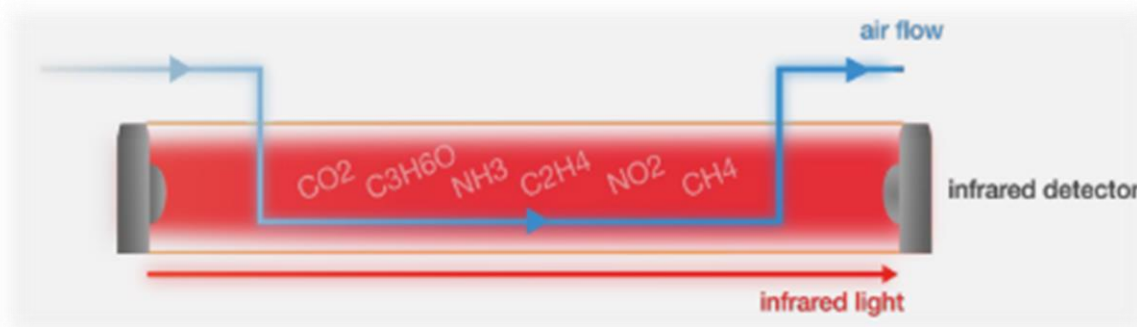
A rendszerekben használt mérőberendezéseknél az infravörös sugárzás intenzitását értékeli a detektor, és a kapott adatokat eljuttatja az adatfeldolgozó egységnek. Az adatfeldolgozó egység kiszámítja a vizsgált gáz koncentrációját a kapott jelek alapján.

A technológia kiemelkedő előnyei közé tartozik a magas érzékenység, a pontos mérési eredmények, a hosszú élettartam, a stabil működés és a megbízhatóság. Ezért az NDIR berendezések széles körben alkalmazottak a környezetvédelem, az ipar, az emissziós ellenőrzés és a gázmérések területén.

Az ilyen készülékek legfontosabb előnyei egyrészt a gyors válaszidő / a magas szelektivitás / és a kevés interferencia. Az eszköz elvi vázlata az alábbi ábrán látható.

14. ábra: NDIR készülékek elvi vázlata

(Forrás: az ábra az Olythe cég – Franciaország - saját illusztrációja)



Ennek megfelelően tehát az NDIR egy detektor, amely méri, hogy pontosan mekkora hullámhosszú infravörös fényt nyel el egy minta. Ezt a mérést ezt követően az adott koncentráció kiszámítására használják. A dolgozatban az irodalmi háttérnél már bővebben foglalkoztam a Beer-Lamberttörvénnyel, amely itt az alábbi módon valósul meg:

$$\text{koncentráció} = \log_{10} (\text{IR intenzitás} / \text{IR intenzitás referencia}) / \text{optikai hossz}$$

4.2 Kontextus és cél

Pálinkakészítésnél - vagy inkább említtem általánosságban - a gyümölcslepárlási folyamatoknál a hőközlés során különféle gőzök keletkeznek, amelyek értékes részei a produktumnak, tehát a Pálinkának/párlatnak.

A cél az volt, hogy megfelelő módon az etanolt vagy etil-alkoholt ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) a lepárlási ciklusban közvetlenül (real-time módon) mérni tudjuk a gyártás különféle folyamatainak irányításához. Az etanol koncentrációja maximálisan 100% lehet és az NDIR érzékelőnek folyamatos mérést kell biztosítani a különféle frakciók során, ezzel segíti a szakemberek munkáját, amivel „objektívabb” módon készülhet el elsőszámú hungarikumunk. A készülékkel szemben felállított pontosság az feldolgozott adatok alapján 1-5%. A méréseket a legmagasabb ponton a páraesőben végezzük, ahol a hőmérséklet átlagos módon 72-77°C, maximálisan 80°C.

A páraesőben más anyagok, vegyületek gőzei is megjelennek, amelyek szinten minden cefrében megtalálhatóak, mint például metil (CH_4O), az acet-aldehid ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$), butanol, benzaldehid és természetesen a víz (H_2O). A folyamatban mért értékeket egy kijelzőn, valós időben meg kell jeleníteni.

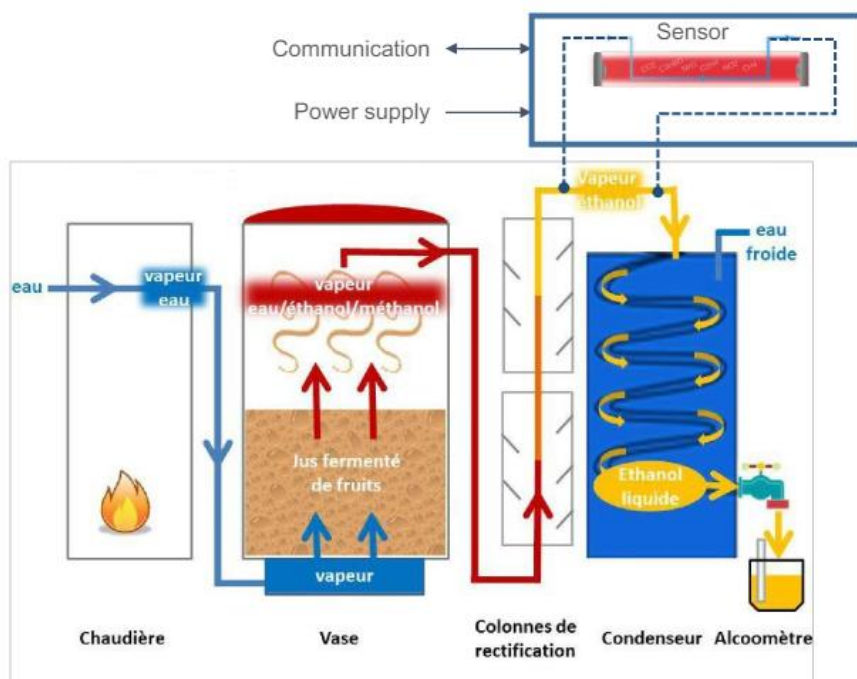
A cél elérése teljesen egyedi fejlesztést igényel, amelyet, mint arról írtam is, jelen szakdolgozat nem tartalmaz, ugyanis a fejlesztés több hónapot, akár évet is igénybe vehet jelentős anyagi ráfordítások mellett. De ahhoz, hogy egy jól használható, pontos adatokat rendelkezésre bocsájto készüléket kapjunk, az elvi felépítés már elegendő lesz.

A fejlesztésben és az előkészületekben Guillaume Nesa Úr volt segítségemre, aki Olythe cég (Franciaország) ügyvezetője. Ezen cég két területen végez mérnöki munkákat – egyrészt a real-time alkoholszondás mérések fejlesztésében, továbbá légtechnikai rendszerekben jelentkező (VOC) különféle gázok mérésében. A cég honlapja: www.sensors.olythe.io

A készülék megvalósításának sematikus vázát a következő oldalon található 15. számú ábrán mutatom be részletesen.

15. ábra: lepárló berendezésen elhelyezett NDIR készülék sematikus rajza

(Forrás: az ábra az Olythe céggel – Franciaország – történ egyeztetés alapján készült saját illusztráció)



4.2.1 A működés elméleti vázának felépítése

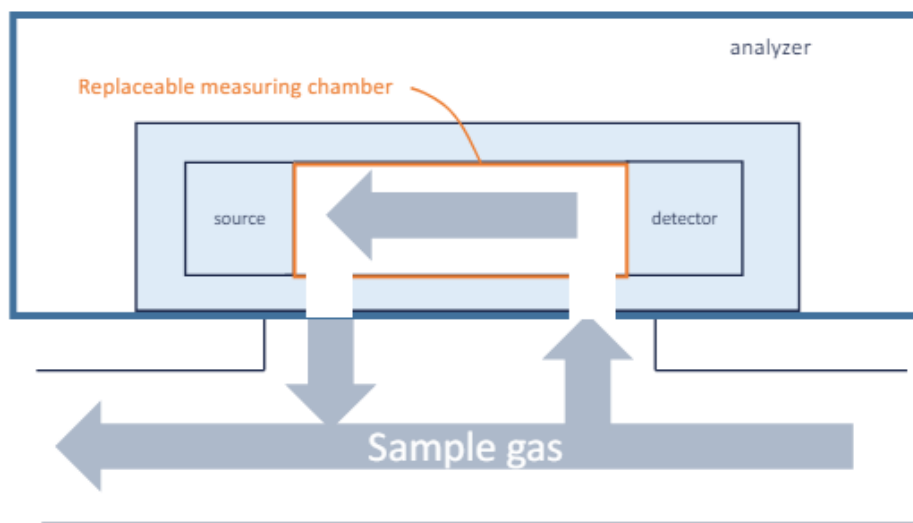
A 15. számú ábrán jól látható módon vizualizálva van a szenzor, amelyet a páracsőbe építenénk be. A páracső a készülékek legmagasabb pontja és a gravitáció következtében ide koncentrálódik az összes hő – mint kész párlat (vaporizált állapotban), legyen szó kisüsti vagy aroma tornyos berendezésről. A lényeg nem a hőmérsékleten van, hanem azon, hogy a páracsőben már a tiszta párlat található vaporizált állapotban, teljesen mindegy, hogy léghűtéses vagy vízhűtéses deflegmációt alkalmazunk.

A páracsőben készül egy mintavételi kivezetés, amelynél fontosnak tartom megjegyezni, hogy olyan mintavételi kivezetést találtunk ki, amely bármely már működő berendezésbe beépíthető, nagyobb roncsolás nélkül, de a készülékgyártó cégekkel egyeztetve egy opcionális beépítést tervezünk, hasonlóan az egészségügyben használatos Luer-lock csatlakozáshoz. Ez a csatlakozási pont segítséget nyújthat bármilyen későbbi mintavételezési technológia beépítésére.

A mintavételezés kivezető ágán a minta (gőz) feltölti az **RT-VAM®** készüléket, amelyben megtörténik a mérés. Ezt követően a mintát nem „dobjuk el”, ugyanis az pl. aromaveszteséget okozhat, hanem hasonlóan a kivezetési ághoz egy bevezetési (minta visszavezetési) csatlakozás is lesz. Ez a csatlakozás már a páracső léghűtési deflegmátor szakaszának alacsonyabb hőmérsékleti részébe menne. Ezzel a mérés elvégzésre kerül, közben a mintavevő készülék megjelenítené az adott információt (lásd. bővebben alábbi ábrán)

16. ábra: RT-VAM® sematikus felépítése

(Forrás: az ábra az Olythe céggel – Franciaország – történt egyeztetés alapján készült saját illusztráció)



4.2.2 A gyakorlati megvalósítás elméleti felvetései

Már korábban említésre került, hogy a várható mérési adatokat 0-100% közötti skálán szükséges beállítani, amire jó példa lehet a 1-2.számú mellékletekben található etil-alkoholos lepárlási jelleggörbe.

Nagyon fontos tényező, hogy az NDIR készülék megfelelő belső úthosszal rendelkezzen, amely az IR mérés egyik sarkalatos pontja, amely alapján pontos és legfőképp valós értékeket kapunk. Előírányozható és ez a feldolgozott szakirodalomban is jól látszik, hogy a gyümölcs párlatok esetében számolni kell olyan egyéb olajos maradványokkal, amelyek a mérést zavarhatják, ezzel az optikai rendszerben a mérés az idő függvényében nem fog valós értékeket adni. Ezen hibák kiküszöbölésére a felhasználóknak egy cserélhető MÉRŐCELLA lenne rendelkezésre bocsájtván, amely ezáltal tisztíthatóvá válna és a mérési zavarok nem állnának fent.

Gyakorlati szempontból egy másik fontos tényezővel is számolnunk kellett, mégpedig a relatíve magas hőmérséklet, amelyek a készülék bizonyos alkatrészeit befolyásolhatnák, továbbá meghibásodásához vezethetnek, ezért bizonyos alkatrészeket a megvalósítás folyamatában el kell szigeteljünk.

Hőmérsékleti oldalról még egy kritikus pont volt, ez pedig nem más, mint a mérőcella hőmérséklete, ugyanis a mintavevő egységet fűteni szükséges. A mintavevő egységet azonos hőmérsékletre kell hozni a páracsőben található anyagokkal, ugyanis, ha ezt nem tesszük meg akkor az **RT-VAM®** készülékben harmatponti hőmérséklet jön létre és a mintánk gőz fázisból, folyadék fázisba váltanak, amely a készülék mérésében hamis adatokat idézne elő.

Amivel még szintén szembe kell nézzünk a kivitelezés szempontjából, azok a zavaró gázok. Ugyanis a páracsőben található gázok között, amelyek bejutnak a mintavevő készülékbe, nagyon sok hasonló szénláncú alkohol található, amelyek gőzfázisú IR spektruma szinte azonos, így a mérés nagyon nehezen különíthető el. A megvalósulás során fog kiderülni, hogy a használatos szűrőkkel az IR mérési folyamatban az etil-alkoholt fogjuk-e mérni, tehát minden más gáz „kitakarunk” alul és felülvágó szűrőkkel, vagy épp az etil-alkoholt „takarjuk” ki szűrők segítségével és ezzel látjuk az etil-alkohol változását százalékos arányban.

3. táblázat: Előzetes specifikációk

(Forrás: saját készítés, az Olythe céggel – Franciaország – történ egyeztetés alapján)

MINTAVÉTELI JELLEMZŐK	
Mért vegyület	etil-alkohol (C ₂ H ₆ O)
Mértékegység	% [százalék]
Érzékelő mérési tartomány	0-100%
Mérési pontosság	1-5%
Mintavételi periódus	4 sec
A minta maximális hőmérséklete	80°C
A minta páratartalma	magasabb mint 100% HR
Jellegzetes indulási idő	meghatározott hőmérsékleti pontnál
Nyomás	légtörő

*a táblázatban felsorolt specifikációk, amelyek nem kötelező érvényűek – elvi vázlat

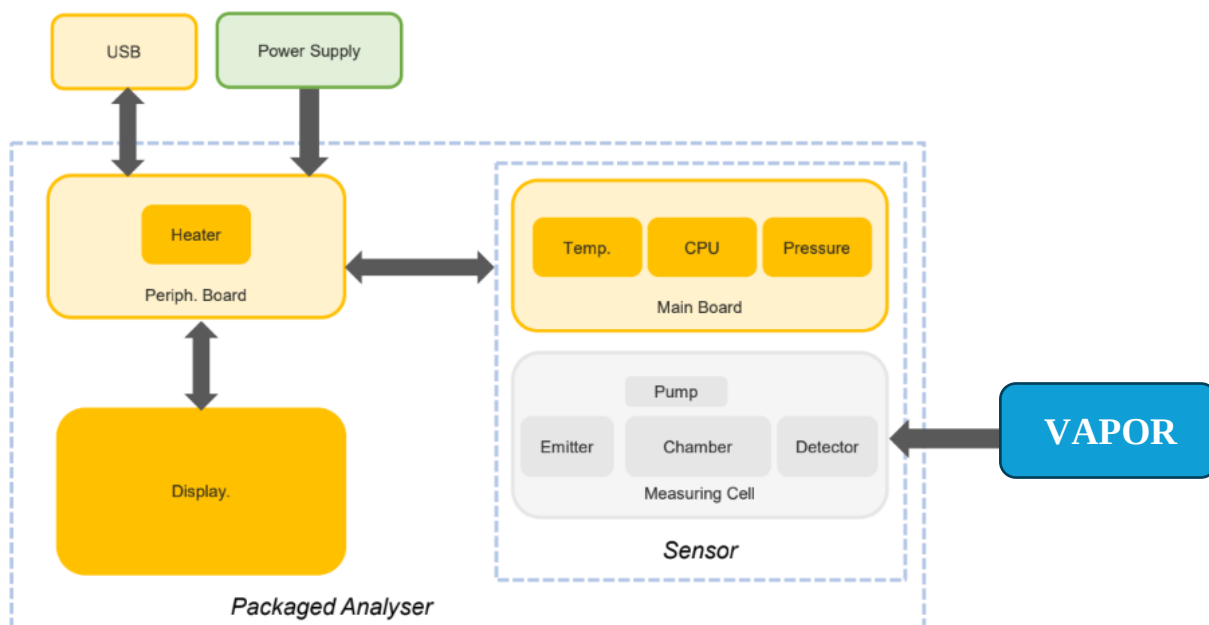
Egyéb specifikációk:

- ✓ LCD kijelző
- ✓ zárt érzékelő
- ✓ tápfeszültség: 5Vdc
- ✓ tömeg és méretek – kialakítás függvényében

Elemző modul elvi felépítése

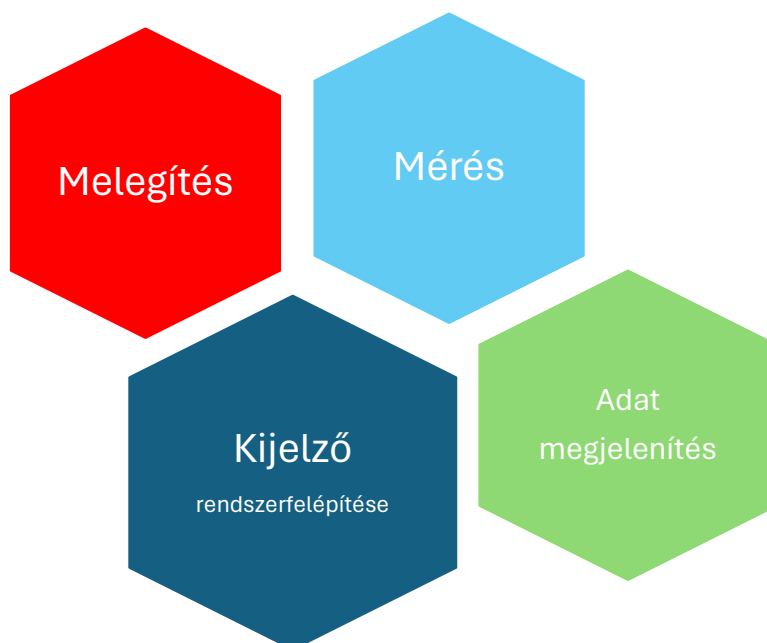
17. ábra: az RT-VAM® elvi modul felépítése

(Forrás: az ábra az Olythe céggel – Franciaország – történ egyeztetés alapján készült saját illusztráció)



18. ábra: az RT-VAM® kijelző elvi felépítése

(Forrás: az ábra az Olythe céggel – Franciaország – történ egyeztetés alapján készült saját illusztráció)



5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Szakdolgozatom elkészítése elméleti következtetések megalapozott rendszerére épül, amelyhez sikerült egy francia cég közreműködésével (jelenleg) elméleti megvalósítást társítani.

Az Olythe cég mérnökcsoportja biztosítja a szaktudást a megvalósítási szakaszokban, a folyamatos együttműködésünk során.

Ha következtetéseket kellene levonjak az elméletben elkészült készülékkel kapcsolatban és kettő percben meg kellene győzzem a szakmát az **RT-VAM**[®] használatának fontosságáról, akkor az alábbi mondandóm lenne:

Az **RT-VAM**[®] egy olyan objektív adatokon alapuló real-time készülék, amely a „pálinkafőzés” során valós időben méri azon adatok koncentrációját/jelenlétét (etanol, metanol, stb. – igény szerint), ezáltal a hőmérsékleti adatokat és az össz alkohol-fokos mérést tudja objektív alapokra állítani. A készüléknél a cél az, hogy végre megszűnjön a hibás párlat, az elválasztás tökéletesebben valósuljon meg és a desztillációs folyamat optimalizáltabb, költséghatékonyabb legyen.

Az **RT-VAM**[®] készülék valós idejű folyamatai olyan korábbi adatgyűjtéseken alapulnak, amelyek a pálinka mikro-, és makrokomponenseinek összefüggéseiben **TRENDEK** formájában előrejelzik a felhasználónak, hogy pontosan a munkája során melyik frakcióban jár, mikor érdemes az elválasztást létrehozni, továbbá a makrokomponenseket és mikrokomponenseket milyen, az adott gyümölcshöz tartozó jelleggörbe jellemzi.

A készülék elkészítésével kapcsolatban az alábbi ciklusokat fogjuk figyelembe venni:

1. lépés **megvalósulási idő ciklus: kb. 12 hét**

- a jelen tanulmány (szakdolgozat) megerősítése, előzetes fejlesztések
- megvalósítandó fejlesztések:
 - A) optikai komponensek meghatározása (emitter, detektor, szűrők)
 - B) az érzékelő első abszolút jellemzése a mérési módban
 - C) mérőcella kialakítása
 - D) a műszer dobozolása és a kijelző megtervezése
 - E) különféle alkatrészek beszerzése (kb. három hónapos beszerzési idő)

2. lépés

megvalósulási idő ciklus: kb. 18 hét

- a cél, hogy a fejlesztések megvalósulása gyakorlatban is működjön
- megvalósítandó fejlesztések:
 - A) algoritmusok létrehozása a vaporizált alkoholokra (hőmérséklet és páratartalom kompenzációval)
 - B) kijelző végleges fejlesztése
 - C) mechanikai integráció
 - D) tesztelés véglegesítése, próbák (több helyszínen) végrehajtása

3. lépés

megvalósulási idő ciklus: első két lépéstől függ

- a teszt eredmények beérkezését követően a feldolgozás után érvényesítés
- az első prototípus elkészítése
- gyártás (darabszámok meghatározása)
- marketing
- értékesítés

Előzetes költségvetés (BUDGET)

Előzetesen az elméleti szinten, csak egy egyszerűsített költségbecslést készítettünk, amelyeket az alábbi táblázatban szeretnék összefoglalni,

4. táblázat: előzetes költségszámok

(Forrás: saját készítés, az Olythe céggel – Franciaország – történ egyeztetés alapján)

SZENZOR BECSÜLT ELŐÁLLÍTÁSI költsége	
készülék darabár (előállítási)	2500 EUR
Mérnöki fejlesztés költségei (egyszeri, bekerülési költségek)	
NRE Firmware Design	6000 EUR
NRE Mechanics / Housing Design	4000 EUR
NRE Electronic Design	1500 EUR
NRE Testing Design	3500 EUR
NRE Sampling / Sensor Design	7000 EUR

A prototípus készülék mérnöki, megvalósítási költsége (amelyek egyszeri költségeket jelentenek), tehát 22.000 EUR, amely jelenlegi árfolyamon átszámolva (400 Ft / EUR) 8.800.000 Ft.

A készülék darabára pedig (nagyobb mennyiség előállítása esetén ez az összeg csökkenni fog) 2500 EUR, amely szintén a fentebb említett árfolyamon 1.000.000 Ft körül lenne, amely 30-40%-os haszonkulccsal történő értékesítés esetén 1.350.000 Ft + áfa az eladási ára, amely természetesen nem tartalmazza a beépítési költségeket.

Az **RT-VAM**[®] létrehozásával kapcsolatban meggyőződésem, hogy az eszköznek nem csak a jó pálinka / párlat előállításának segítségével lesz szerepe, hanem egyéb olyan üzemeltetéssel összefüggésbe hozható megoldásokat fog kínálni, amelyek költségcsökkenést okozhatnak egy főzdeben – ilyen lehet például a **RT-VAM**[®] használatával a felfűtési intenzitás szabályozása is. Ezeken kívül pedig a pálinka / párlat minőségének javítása az értékesítésben fog pozitív hatást okozni, hiszen ezáltal a vevők elégedettsége nő, a frakciók tisztulásával az egészségügyi kockázatok kiszűrésének hatékonysága is növekszik.

Következtetés és javaslatként nulladik lépésben adatokhoz kell jutni, amelyben nagy hiányt szenved a pálinkafőzési tudományunk, ugyanis nincsenek valós időben lemérve a különböző vegyületek a lepárlási ciklusok során. Szinte még külföldi szakcikkék is igen hiányos (ilyen jellegű) adatokat tartalmaznak. Ezen nulladik lépés lesz az azonnali beavatkozási munkám, hogy górcső alá vonom a kétlépcsős, kisüsti és a tornyos lepárló berendezéseket. Azt gondolom, hogy ezeket a mérési adatokat tovább kell fejleszteni – rengeteg gyümölcs tekintetében – ahhoz, hogy a későbbiekben releváns adathalmazzal rendelkezünk és ebből kiindulva megfelelő jelleggörbék álljanak rendelkezésre.

A fenti sorok talán jövőbeni útmutatást adnak számomra, hogy komolyabban foglalkozzak ezen területtel és megfelelő módon mélyebb kutatási célokat, majd eredményeket tudjak elérni.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

Szakedolgozatom megírásának célja az volt, hogy kórház-, és orvostechnológiai szakmérnök tudásom összekössem a pálinka készítés művészetével – mert pálinkát főzni mindenki tud, készítéséhez művészet szükséges (Marton, 2014). Talán minden feltalálót a maga korában picit bolondnak tartanak és kinevetnek. Pontosan én is így érzem magam ezen sorok megírása közben és lehet jelen dolgozat csak épp egy mérföldkő a jobb, tökéletesebb pálinka oltárán, de ha nem is egy innovációt sikerült jelenleg megalkossak tudom, hogy leíratom egy mérföldkő lehet a későbbiekben az innováció megszületésében.

Az **RT-VAM®**, amelyet az előző ötven oldalon elvi mértékben felvázoltam az egészségügyben használatos valós idejű monitorozáson alapul. A gyümölcsök sokszínűségéhez a legközelebb talán mi emberek állunk. Mint ahogyan nincs két egyforma ember sem, nincs két egyforma (évjárat, méret, aroma, stb.) gyümölcs sem. Ha az elmúlt évszázadokban sikerült olyan trendeket felállítsunk, amelyek a terápiás módszerekben segítségünkre vannak a gyógyászati területen, akkor miért ne lehetne az elsőszámú hungarikumunknak is objektív alapon tökéletesnek lenni? Persze nem arra gondolok, hogy egy egysíkú gyümölcsös párlatot hozzunk létre és nem lehet szubjektivitás (ízlés) pálinka és pálinka között, hanem arra, hogy megszűnjön „nagyapáink berögzött nedűje” a rossz, hibás párlat. Itt szándékosan nem írok rossz Pálinkát, mert épp azt szeretném elérni, hogy a Pálinkára a jövőben a fiatalok, középkorúak és szépkorúak egyformán úgy gondoljanak, ahogy azt nemzeti italunk méltó módon megérdemli.

A fenti gondolatmenet tehát arra ösztönzött, hogy a jelenleg rendelkezésre álló minimális adatok gyűjtése lendületet adjon a későbbi tervekhez, amelyben el fogok indulni a pálinka objektív, valós-idejű adatgyűjtésének rögzös, nehéz és hosszadalmas útján. Ezen adatok feldolgozásával egyidőben elkezdődik a dolgozatban taglalt real-time vapos-alcohol-monitor (RT-VAM) kifejlesztése, amelynek elkészültével egy időben már annyi minőségi információ fog a birtokomban állni, amivel egy új és forradalmi készüléket tudok bemutatni a pálinkagyártó társadalomnak.

Az **RT-VAM®** készülék egy olyan NDIR infravörös spektroszkópiás elven működő eszköz, amelyet a lepárló berendezés páracsővébe építünk be. A berendezés valós időben, vaporizált állapotban mérni tudja egy, vagy akár több (több készülék esetén) a párlatban jelenlévő makrokomponensünk vegyületét, amelyet „%-os arányban megmutat számunkra.

Ezen információk a hőmérséklettel és az össz-alkoholfokkal kapcsolatban (ezeket minden pálinkafőző berendezés már jelenleg is tartalmaz) objektívebb elválasztásra fogják készíteni a berendezés kezelőjét.

Az **RT-VAM®** készülék algoritmusai, a készülékben található fényforrás és detektor, továbbá az eszköz fűthető és kivehető (tisztítható) küvettája, 1-5%-os mérési pontosságot tud majd rendelkezésre bocsájtani. A készülékbe épített trendek segítségével pedig gyümölcsre bontva tudjuk meg azon releváns információkat, amelyek jobb, szebb, aromadúsabb pálinkákat biztosítanak a fogyasztók számára, nem is beszélve arról, hogy a különféle párlat frakciók elválasztásának finomabb hangolása is megvalósulhat ezzel, kvázi megszűnik az elő-, és utópárlatos pálinka, ezzel fogyasztóbarátabb és jobban eladható alkoholos italt fogunk kapni, ami nem más, mint nemzetünk itala a **PÁLINKA**.

Az **RT-VAM®** készülékhez tartozó szükséges indulási adathalmaz már megvan, a készülék elvi vázlata és elvi megvalósítási folyamata előállt. Találtam gyártót, akinek - velem karöltve - mérnökcsoportja képes kifejleszteni jelen eszközt. Látszik egy elsődleges költségvetés és felállítottam jelen dolgozatban az elkészülés idővonalát is.

A közeljövőben szeretnék találni egy olyan befektetőt, aki a készülék gyártásának finanszírozását vállalja, továbbá doktori iskola keretén belül szeretném elkezdni a mérési folyamatokat, hogy a készülékhez tartozó trendek mihamarabb rendelkezésre álljanak.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aaron H.** (2023): SZESZFŐZÉS HÁZILAG, Budapest Scholar Kiadó (223 o.)
- ALAN J. B.** (2011): Handbook of Alcoholic Beverages, Printed in Malaysia by Ho Printing
- Annie H., Frances J.** (2023): DISTILLED SPIRITS, UK Academic Press (337 o.)
- Balázs G.** (2004): PÁLINKA, A HUNGARIKUM, Budapest Állami Nyomda Rt. (80 o.)
- Békési Z. – Csarnai E.** (2010): Házi Pálinkafőzés, Bp. Mezőgazda Kiadó
- Békési Z. – Pándi F.** (2005): Pálinkafőzés, Bp. Mezőgazda Kiadó
- Burns, D. A., Ciurczak, E. W.** (2008): "Handbook of near-infrared analysis 3rd edition ", CRC Press
- Csapó J., Albert Cs., Kiss D.** (2020): ANALITIKAI KÉMIA ÉLELMISZERMÉRŐKÖKNEK, Kolozsvár, Scientia Kiadó (366 o.)
- Csepregi-Zilai** (1955): Szőlőfajtáink – Ampelográfia, Bp. Szikra Nyomda (386 o.)
- Furka Á.** (1988): Szerves kémia, Budapest Tankönyvkiadó (930 o.)
- Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P.** (2011): Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškát Ruža Porečki Grape Marcs, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123 (11 o.)
- Inge R., Graham S., Charlie B.** (2003): Whyski, ISBN: 978-0-12-669202-0 (349 o.)
- Josep P.** (2004): PÁRLATOK KÉSZÍTÉSE – 9., kieg. kiadás, Bp. Agroinform Kiadó (187 o.)
- Jónás J.** (2006): MESTERPÁLINKÁK PÁLINKAMESTEREK, Bp. Korona Kiadó (235 o.)
- KA Jacques, TP Lyons and DR Kelsall** (2003): The Alcohol Textbook, Nottingham University Press (441 o.)
- Keller M.** (1977): Borpárlat és gyümölcs pálinkák, Budapest Mezőgazdasági Kiadó (207 o.)
- Marton Sz.** (2014): MINDENNAPI ITALUNK, Budapest Design Könyvkiadó (247 o.)
- Pach G., Ledő M., Raffai T.,** (2022): A lepárlástechnológiája tankönyv, Völgy Hangja Fejlesztési Társaság Közhasznú Egyesület Siófoki Szakképzési Centrum.
- Panyik G. dr.** (2013): PÁLINKAFŐZÉS, Budapest Cser Kiadó (115 o.)
- Panyik G. dr.** (2006): Minőségi pátlatkészítés. Budapest: BCE Élelmiszertudományi Kara és Mezőgazda Kiadó (ISBN: 963 286 310 0)
- Pokol Gy.** (2011): ANALITIKAI KÉMIA, Budapest Typotex Kiadó (410 o.)
- Szigedi T.** (2013): Módszerfejlesztés Fourier-transzformációs közeli infravörös technika (FT-NIR) alkalmazási körének kibővítésére élelmiszeripari mintákon, Bp. Doktori é. (142 o.)
- Takács L.** (2020): Quintessence A pálinkák világa, Onga Bíbor Kiadó (251 o.)
- Tamás J.** (2021): Pálinka és más nemes párlatok, Pécs Alexandra Kiadó (103 o.)

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni **Dr. Kun Szilárd tanár Úrnak**, hogy hitt bennem, az elképzelésemben, illetve segítette munkám.

Köszönettel tartozom **Takács László tanár Úrnak**, hogy szakmai munkájával és a Pálinka iránti elkötelezettségével segítette munkámat és inspirált.

Köszönettel tartozom **Dr. Panyik Gáborné tanárnőnek**, akit bár igaz nem ismerhettem, de tudom, hogy szakmai pályámra nagyon nagy hatással van és ha a távolból is, de segítette munkám.

Köszönetemet szeretném kifejezni **Guillaume Nesa Úrnak**, aki nagymértékű segítségemre volt a szakmai munkában, aki az **Olythe cég** (Franciaország) ügyvezetője

Végül köszönetet szeretnék mondani **Családomnak és Barátaimnak**, végtelen türelmükért és támogatásukért.

I. SZÁMÚ MELLÉKLET

Muscat Blanc szőlőtörköly – hagyományos alembik lepárlásának mutatói

Az etanol térfogati hányada (térfogat%) és koncentráció átlaga $\pm$ az illékony vegyületek standard deviációja (mg/L a.a.) a különböző frakciókban

5/1. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškato Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 443. oldal)

Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
Volume fraction of ethanol		77.15	71.23	67.26	57.58	39.10
<i>Monoterpenes</i>						
Lilac alcohol C ^b	1096	0.11 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.02	0.14 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.02
Epoxylinalool ^c	1111	1.74 $\pm$ 0.14	3.66 $\pm$ 0.24	5.36 $\pm$ 0.33	6.40 $\pm$ 0.29	0.63 $\pm$ 0.48
δ -3-Carene ^c	1147	tr.	tr.	0.22 $\pm$ 0.03	0.38 $\pm$ 0.03	0.16 $\pm$ 0.03
β -Myrcene ^c	1162	0.35 $\pm$ 0.00	0.74 $\pm$ 0.05	0.98 $\pm$ 0.11	0.89 $\pm$ 0.10	0.56 $\pm$ 0.07
Limonene ^d	1196	0.30 $\pm$ 0.07	0.56 $\pm$ 0.05	0.90 $\pm$ 0.05	0.75 $\pm$ 0.07	0.33 $\pm$ 0.05
<i>trans</i> - β -Ocimene ^c	1253	1.51 $\pm$ 0.14	1.87 $\pm$ 0.12	1.90 $\pm$ 0.18	1.41 $\pm$ 0.17	0.41 $\pm$ 0.07
α -Terpinolene ^c	1281	0.97 $\pm$ 0.11	1.63 $\pm$ 0.19	2.17 $\pm$ 0.15	2.11 $\pm$ 0.21	0.61 $\pm$ 0.09
<i>trans</i> -2-Pinanol ^b	1327	1.22 $\pm$ 0.10	2.19 $\pm$ 0.13	3.30 $\pm$ 0.19	3.14 $\pm$ 0.21	1.17 $\pm$ 0.16
<i>trans</i> -Rose oxide ^c	1367	0.15 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.02	0.10 $\pm$ 0.02	0.06 $\pm$ 0.02	0.05 $\pm$ 0.01
Monoterpene (unidentified)	1374	0.27 $\pm$ 0.03	0.52 $\pm$ 0.04	0.97 $\pm$ 0.11	1.45 $\pm$ 0.10	1.79 $\pm$ 0.13
<i>trans</i> -Linalool-furan-oxide ^d	1436	2.71 $\pm$ 0.14	4.39 $\pm$ 0.49	5.38 $\pm$ 0.35	11.67 $\pm$ 0.76	14.48 $\pm$ 0.93
<i>cis</i> -Linalool-furan-oxide ^d	1464	2.11 $\pm$ 0.16	3.50 $\pm$ 0.27	5.21 $\pm$ 0.44	8.80 $\pm$ 0.51	14.99 $\pm$ 0.87
α -Terpinene ^b	1506	0.10 $\pm$ 0.01	0.30 $\pm$ 0.04	0.48 $\pm$ 0.04	0.59 $\pm$ 0.03	0.64 $\pm$ 0.04
Linalool ^d	1542	31.68 $\pm$ 1.56	48.47 $\pm$ 3.62	66.15 $\pm$ 3.76	57.38 $\pm$ 4.76	53.41 $\pm$ 2.16
Monoterpene (unidentified)	1567	0.01 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.00	0.07 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.01	0.21 $\pm$ 0.03
4-Terpineol ^c	1593	0.10 $\pm$ 0.00	0.33 $\pm$ 0.03	0.83 $\pm$ 0.06	1.53 $\pm$ 0.08	1.79 $\pm$ 0.15
Ho-trienol ^c	1601	3.46 $\pm$ 0.43	8.91 $\pm$ 0.70	13.64 $\pm$ 1.13	30.07 $\pm$ 2.14	12.94 $\pm$ 1.21
<i>trans</i> , β -Terpineol ^c	1620	tr.	0.04 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.02	0.27 $\pm$ 0.02	0.57 $\pm$ 0.03
Citronellyl acetate ^c	1645	0.03 $\pm$ 0.01	0.18 $\pm$ 0.00	0.66 $\pm$ 0.06	1.61 $\pm$ 0.07	3.52 $\pm$ 0.15
<i>cis</i> -Sabinene hydrate acetate ^b	1667	n.d.	0.25 $\pm$ 0.11	0.87 $\pm$ 0.09	1.84 $\pm$ 0.12	3.83 $\pm$ 0.28
Monoterpene (unidentified)	1672	0.51 $\pm$ 0.02	0.66 $\pm$ 0.05	0.79 $\pm$ 0.07	1.13 $\pm$ 0.12	1.50 $\pm$ 0.13
<i>trans</i> -Verbenol ^c	1673	0.11 $\pm$ 0.03	0.24 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.04	0.55 $\pm$ 0.07	1.02 $\pm$ 0.07
α -Terpineol ^d	1684	4.35 $\pm$ 0.52	10.54 $\pm$ 0.99	18.35 $\pm$ 1.42	31.52 $\pm$ 2.10	49.12 $\pm$ 2.92
Terpinenyl acetate ^d	1688	0.01 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.02	0.49 $\pm$ 0.06
<i>trans</i> -Linalool-pyran-oxide ^c	1726	1.16 $\pm$ 0.20	2.45 $\pm$ 0.23	3.44 $\pm$ 0.31	6.38 $\pm$ 0.50	14.72 $\pm$ 2.01
Ethyl geranate ^b	1737	0.60 $\pm$ 0.08	0.71 $\pm$ 0.08	0.94 $\pm$ 0.10	1.32 $\pm$ 0.11	1.04 $\pm$ 0.08
<i>cis</i> -Linalool-pyran-oxide ^c	1752	0.52 $\pm$ 0.05	0.60 $\pm$ 0.06	0.79 $\pm$ 0.05	1.29 $\pm$ 0.11	2.18 $\pm$ 0.20
Citronellol ^d	1758	7.46 $\pm$ 1.01	12.12 $\pm$ 1.25	15.72 $\pm$ 2.12	21.48 $\pm$ 1.99	28.35 $\pm$ 2.42
Nerol ^d	1791	6.61 $\pm$ 0.77	10.81 $\pm$ 1.02	12.67 $\pm$ 1.11	15.85 $\pm$ 1.21	18.42 $\pm$ 1.65
Lilac alcohol D ^b	1816	0.01 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.03	0.27 $\pm$ 0.04
Geraniol ^d	1838	4.84 $\pm$ 0.48	9.42 $\pm$ 1.17	12.85 $\pm$ 0.80	18.22 $\pm$ 1.55	25.35 $\pm$ 2.03
<i>p</i> -Menth-1-en-9-ol ^c	1920	0.02 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.02	0.06 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.03	0.20 $\pm$ 0.03
Monoterpene (unidentified)	1943	n.d.	tr.	0.09 $\pm$ 0.02	0.20 $\pm$ 0.04	0.75 $\pm$ 0.06
Monoterpene (unidentified)	1955	n.d.	n.d.	tr.	0.06 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.09
3,7-Dimethyl-1,7-octadien-3,7-diol ^c	1962	n.d.	0.02 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.02	0.66 $\pm$ 0.04
Monoterpene (unidentified)	1974	0.02 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.02	0.20 $\pm$ 0.02	0.30 $\pm$ 0.02
<i>p</i> -Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol ^b	1981	0.03 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.03	0.39 $\pm$ 0.06	0.87 $\pm$ 0.08
Monoterpene (unidentified)	1988	n.d.	0.02 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.03	0.33 $\pm$ 0.05
Monoterpene (unidentified)	2015	n.d.	n.d.	0.04 $\pm$ 0.02	0.18 $\pm$ 0.04	0.40 $\pm$ 0.04
Monoterpene (unidentified)	2184	tr.	0.04 $\pm$ 0.02	0.05 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.03	0.38 $\pm$ 0.03
5,6-Dihydro-6-pentyl-2H-pyran-2-one ^c	2204	n.d.	tr.	0.01 $\pm$ 0.00	0.06 $\pm$ 0.03	0.31 $\pm$ 0.05
Geranic acid ^d	2319	0.73 $\pm$ 0.09	1.71 $\pm$ 1.23	3.44 $\pm$ 0.76	8.25 $\pm$ 1.19	15.85 $\pm$ 1.21
Artemiseole ^b	2356	n.d.	n.d.	n.d.	tr.	0.20 $\pm$ 0.03
Total		73.80 $\pm$ 2.21	127.42 $\pm$ 4.54	179.55 $\pm$ 5.01	238.42 $\pm$ 6.50	275.20 $\pm$ 5.92
<i>Sesquiterpenes and diterpenes</i>						
α -Farnesene ^c	1743	0.22 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.02	0.24 $\pm$ 0.02	0.36 $\pm$ 0.04	0.21 $\pm$ 0.03
Calacorene ^c	1903	0.03 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.03	0.13 $\pm$ 0.03	0.17 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.03
<i>trans</i> -Nerolidol ^d	2031	0.05 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01	0.15 $\pm$ 0.02	0.35 $\pm$ 0.05	0.76 $\pm$ 0.05
t-Murolol ^c	2182	tr.	0.06 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.03	0.14 $\pm$ 0.02
Aristolene ^b	2194	n.d.	tr.	0.04 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.01	0.24 $\pm$ 0.02
α -Cadinol ^c	2214	n.d.	tr.	0.02 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.03
<i>E-cis</i> , <i>epi</i> - β -Santalol ^b	2266	n.d.	n.d.	n.d.	0.06 $\pm$ 0.02	2.33 $\pm$ 0.29
Isophytol ^b	2284	n.d.	tr.	0.03 $\pm$ 0.00	0.05 $\pm$ 0.01	n.d.
α -Farnesol ^c	2341	0.28 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.04	0.62 $\pm$ 0.07	1.19 $\pm$ 0.14	3.62 $\pm$ 0.41
Phytol ^c	2603	3.03 $\pm$ 0.50	0.31 $\pm$ 0.03	0.59 $\pm$ 0.09	1.29 $\pm$ 0.15	0.87 $\pm$ 0.14
Total		3.60 $\pm$ 0.50	1.08 $\pm$ 0.06	1.88 $\pm$ 0.12	3.72 $\pm$ 0.22	8.55 $\pm$ 0.53

...folytatás a következő oldalon

5/2. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškato Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)

Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
<i>C₁₃-norisoprenoids</i>						
Vitispirane A ^c	1521	0.08 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.37 ± 0.03	0.59 ± 0.03	0.58 ± 0.04
Vitispirane B ^c	1523	0.06 ± 0.03	0.20 ± 0.03	0.39 ± 0.05	0.59 ± 0.04	0.50 ± 0.06
TDN ^c	1731	0.01 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.07 ± 0.01
β-Damascenone ^d	1809	0.10 ± 0.03	0.19 ± 0.05	0.26 ± 0.04	0.48 ± 0.07	0.58 ± 0.06
Total		0.24 ± 0.05	0.61 ± 0.06	1.09 ± 0.07	1.77 ± 0.09	1.73 ± 0.09
Methanol ^f		2,759.97 ± 100.34	2,971.06 ± 202.45	2,919.63 ± 54.66	3,365.15 ± 198.73	4,274.05 ± 122.11
<i>C₆-alcohols</i>						
1-Hexanol ^d	1356	97.34 ± 5.66	98.30 ± 3.41	94.87 ± 7.18	74.68 ± 6.19	54.26 ± 3.72
<i>trans</i> -3-Hexen-1-ol ^d	1361	0.82 ± 0.07	1.15 ± 0.15	1.17 ± 0.21	1.13 ± 0.14	0.95 ± 0.10
<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol ^d	1379	2.32 ± 0.32	3.02 ± 0.27	3.02 ± 0.40	3.24 ± 0.53	3.02 ± 0.32
<i>trans</i> -2-Hexen-1-ol ^d	1399	1.34 ± 0.30	1.67 ± 0.19	1.77 ± 0.17	1.81 ± 0.20	1.49 ± 0.10
<i>cis</i> -2-Hexen-1-ol ^g	1408	0.20 ± 0.04	0.27 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.24 ± 0.03	0.18 ± 0.03
Total		102.03 ± 5.68	104.41 ± 3.43	101.11 ± 7.20	81.10 ± 6.22	59.90 ± 3.74
<i>Higher alcohols</i>						
1-Propanol ^d	1025	1,167.01 ± 11.99	1,152.12 ± 34.84	1,122.67 ± 32.55	982.79 ± 43.02	778.93 ± 26.37
Isobutanol ^d	1100	744.14 ± 10.43	671.83 ± 24.65	546.87 ± 5.18	351.41 ± 12.22	200.51 ± 9.12
1-Butanol ^d	1137	24.43 ± 1.05	25.53 ± 0.99	24.53 ± 1.23	19.69 ± 0.77	13.47 ± 0.55
Isoamyl alcohol ^d	1206	2,535.46 ± 4.35	2,565.17 ± 19.80	2,249.10 ± 9.21	1,578.63 ± 22.54	999.17 ± 3.94
Benzyl alcohol ^d	1857	0.56 ± 0.05	1.01 ± 0.05	2.10 ± 0.12	3.39 ± 0.54	7.78 ± 0.65
2-Phenylethanol ^d	1893	3.88 ± 0.04	7.07 ± 0.45	11.96 ± 1.02	19.71 ± 1.22	53.37 ± 2.63
Total		4,475.48 ± 16.51	4,422.73 ± 47.06	3,957.22 ± 34.26	2,955.61 ± 50.10	2,053.23 ± 28.31
Volatile acidity (acetic acid)		91.25 ± 1.22	204.41 ± 4.34	130.84 ± 4.12	130.60 ± 7.65	274.17 ± 6.74
<i>Fatty acids</i>						
Isobutyric acid ^d	1554	0.12 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.25 ± 0.03	0.38 ± 0.04	0.60 ± 0.04
Butyric acid ^d	1612	0.10 ± 0.03	0.17 ± 0.04	0.25 ± 0.02	0.42 ± 0.06	0.57 ± 0.07
Pentanoic acid ^d	1720	0.12 ± 0.03	0.23 ± 0.05	0.36 ± 0.04	0.43 ± 0.04	0.70 ± 0.10
Hexanoic acid ^d	1830	1.37 ± 0.11	3.08 ± 0.22	4.64 ± 0.51	9.15 ± 0.49	19.51 ± 1.12
Octanoic acid ^d	2043	1.96 ± 0.23	3.00 ± 0.45	5.40 ± 0.42	11.19 ± 0.77	25.68 ± 1.96
Decanoic acid ^d	2257	2.00 ± 0.32	2.70 ± 0.25	5.46 ± 0.66	8.93 ± 0.12	31.19 ± 1.74
Dodecanoic acid ^c	2467	4.47 ± 0.23	0.60 ± 0.13	0.82 ± 0.04	2.27 ± 0.19	6.81 ± 0.18
Hexadecanoic acid ^c	>2800	11.60 ± 1.05	0.75 ± 0.09	0.64 ± 0.09	1.39 ± 0.17	0.90 ± 0.10
Total		21.74 ± 1.15	10.73 ± 0.59	17.82 ± 0.94	34.17 ± 0.96	85.95 ± 2.86
<i>Ethyl esters of short and middle-chain fatty acids</i>						
Ethyl isobutyrate ^d	<1000	1.52 ± 0.23	0.68 ± 0.11	0.33 ± 0.08	0.23 ± 0.03	n.d.
Ethyl butyrate ^d	1030	25.55 ± 1.74	13.20 ± 1.24	5.60 ± 0.62	4.83 ± 0.70	2.96 ± 0.25
Ethyl hexanoate ^d	1236	91.74 ± 3.63	52.10 ± 2.33	44.11 ± 4.76	20.98 ± 0.88	9.16 ± 0.95
Ethyl octanoate ^d	1435	125.07 ± 5.34	107.71 ± 7.71	105.44 ± 3.14	91.76 ± 3.14	64.03 ± 5.65
Ethyl decanoate ^d	1637	76.30 ± 4.55	68.45 ± 2.34	99.99 ± 9.21	92.21 ± 4.32	64.30 ± 4.88
Total		320.18 ± 8.09	242.14 ± 8.48	255.48 ± 10.85	210.02 ± 5.46	140.45 ± 7.53
<i>Ethyl esters of long-chain fatty acids</i>						
Ethyl dodecanoate ^d	1842	29.07 ± 2.11	29.26 ± 2.35	38.60 ± 1.98	49.29 ± 3.86	46.04 ± 3.44
Ethyl tetradecanoate ^c	2045	11.05 ± 2.05	8.03 ± 0.87	11.34 ± 1.65	14.92 ± 1.12	14.13 ± 1.88
Ethyl hexadecanoate ^c	2255	75.11 ± 6.15	27.99 ± 2.67	41.04 ± 3.45	60.00 ± 2.32	40.35 ± 3.55
Ethyl palmitoleate ^c	2276	4.20 ± 0.66	1.62 ± 0.20	2.73 ± 0.35	4.28 ± 0.54	3.72 ± 0.29
Ethyl octadecanoate ^c	2454	6.21 ± 0.37	1.63 ± 0.09	2.42 ± 0.21	4.12 ± 0.29	1.38 ± 0.11
Ethyl oleate ^c	2474	9.95 ± 0.45	1.89 ± 0.15	2.64 ± 0.16	4.61 ± 0.32	3.05 ± 0.15
Ethyl linoleate ^c	2524	65.72 ± 5.11	16.19 ± 1.45	24.22 ± 1.62	41.41 ± 3.12	25.98 ± 1.36
Ethyl linolenate ^b	2586	30.30 ± 1.85	7.29 ± 0.32	10.93 ± 0.77	19.59 ± 2.00	14.64 ± 0.87
Total		231.61 ± 8.76	93.90 ± 3.96	133.91 ± 4.69	198.23 ± 5.98	149.29 ± 5.54
<i>Other ethyl esters</i>						
Ethyl salicylate ^c	1795	0.28 ± 0.01	0.36 ± 0.02	0.41 ± 0.01	0.50 ± 0.04	0.54 ± 0.03
Ethyl cinnamate ^c	2111	0.05 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.51 ± 0.02
Total		0.33 ± 0.01	0.45 ± 0.02	0.52 ± 0.01	0.73 ± 0.04	1.05 ± 0.04
<i>Acetate esters</i>						
Ethyl acetate ^f	-	1,885.70 ± 12.34	1,047.22 ± 9.25	550.21 ± 3.43	168.02 ± 3.65	64.95 ± 0.99
Isobutyl acetate ^d	1009	1.25 ± 0.06	0.73 ± 0.03	0.27 ± 0.03	0.27 ± 0.01	0.18 ± 0.02
Isoamyl acetate ^d	1120	6.81 ± 0.45	3.75 ± 0.22	2.52 ± 0.11	1.00 ± 0.12	0.43 ± 0.04
Hexyl acetate ^d	1272	0.44 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.30 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.09 ± 0.01
Total		1,894.21 ± 12.35	1,052.05 ± 9.25	553.30 ± 3.43	169.48 ± 3.65	65.65 ± 0.99

...folytatás a következő oldalon

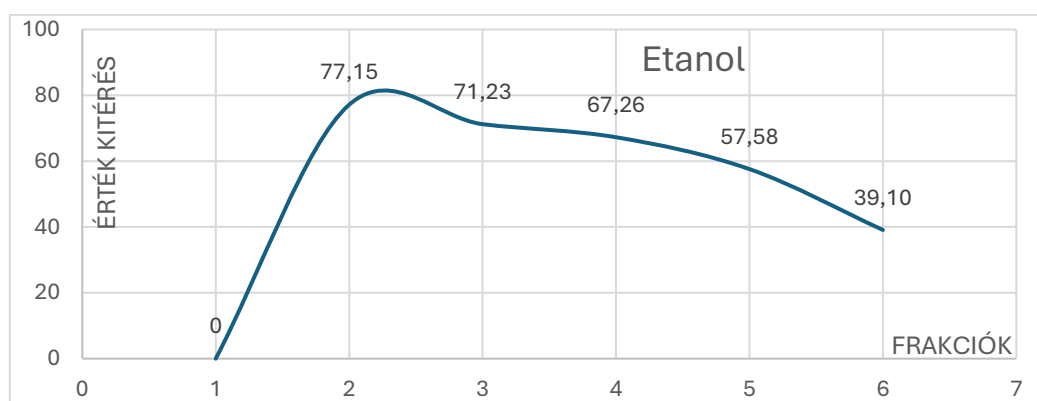
5/3. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 445. oldal)

Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
<i>Esters of hydroxyl and dicarboxylic acids</i>						
Ethyl lactate ^d	1341	6.45 ± 0.88	15.77 ± 1.25	24.35 ± 3.11	41.74 ± 3.54	87.69 ± 10.05
Isoamyl lactate ^b	1561	0.13 ± 0.02	0.36 ± 0.02	0.54 ± 0.04	0.82 ± 0.04	1.16 ± 0.08
Diethyl succinate ^d	1667	0.42 ± 0.00	0.93 ± 0.03	1.55 ± 0.10	1.88 ± 0.12	3.74 ± 0.28
Total		7.00 ± 0.88	17.06 ± 1.25	26.43 ± 3.11	44.44 ± 3.54	92.59 ± 10.05
<i>Other esters</i>						
Isoamyl butyrate ^c	1266	0.24 ± 0.02	0.16 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.00	0.04 ± 0.00
Isobutyl hexanoate ^b	1358	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.03	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.02 ± 0.01
Methyl octanoate ^c	1387	1.05 ± 0.10	0.85 ± 0.06	0.70 ± 0.05	0.55 ± 0.04	0.34 ± 0.04
Propyl octanoate ^b	1517	0.43 ± 0.02	0.38 ± 0.03	0.45 ± 0.02	0.47 ± 0.03	0.28 ± 0.03
Isobutyl octanoate ^c	1550	0.29 ± 0.01	0.34 ± 0.02	0.34 ± 0.03	0.60 ± 0.05	0.31 ± 0.02
Isoamyl octanoate ^c	1655	2.55 ± 0.19	2.83 ± 0.15	3.47 ± 0.26	4.09 ± 0.30	3.66 ± 0.29
Methyl dodecanoate ^c	1798	0.35 ± 0.02	0.34 ± 0.02	0.42 ± 0.04	0.50 ± 0.04	0.81 ± 0.04
Hexyl octanoate ^c	1807	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.02	0.24 ± 0.02	0.32 ± 0.02	0.22 ± 0.01
Isoamyl decanoate ^c	1862	1.33 ± 0.06	1.47 ± 0.09	1.53 ± 0.12	2.19 ± 0.11	1.43 ± 0.09
Isobutyl dodecanoate ^b	1955	0.13 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.04 ± 0.01
Butyl dodecanoate ^b	2008	0.19 ± 0.03	0.12 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.02 ± 0.01
Isoamyl dodecanoate ^b	2063	0.73 ± 0.04	0.40 ± 0.06	0.58 ± 0.04	1.06 ± 0.05	0.98 ± 0.05
Total		7.74 ± 0.23	7.37 ± 0.20	8.21 ± 0.30	10.24 ± 0.34	8.14 ± 0.32
<i>Aldehydes and ketones</i>						
Acetaldehyde ^f	-	443.17 ± 0.26	356.02 ± 10.84	380.43 ± 9.12	360.40 ± 5.33	427.08 ± 1.88
Furfural ^c	1451	n.d.	2.16 ± 0.27	4.57 ± 0.36	6.36 ± 0.47	9.27 ± 1.00
Benzaldehyde ^c	1508	0.28 ± 0.01	0.37 ± 0.02	0.35 ± 0.02	0.56 ± 0.03	0.88 ± 0.06
Dihydro-5-pentyl-2(3H)-furanone ^b	2005	n.d.	0.22 ± 0.02	0.33 ± 0.04	0.60 ± 0.04	1.34 ± 0.09
Total		443.45 ± 0.26	358.77 ± 10.84	385.68 ± 9.13	367.92 ± 5.35	438.57 ± 2.13

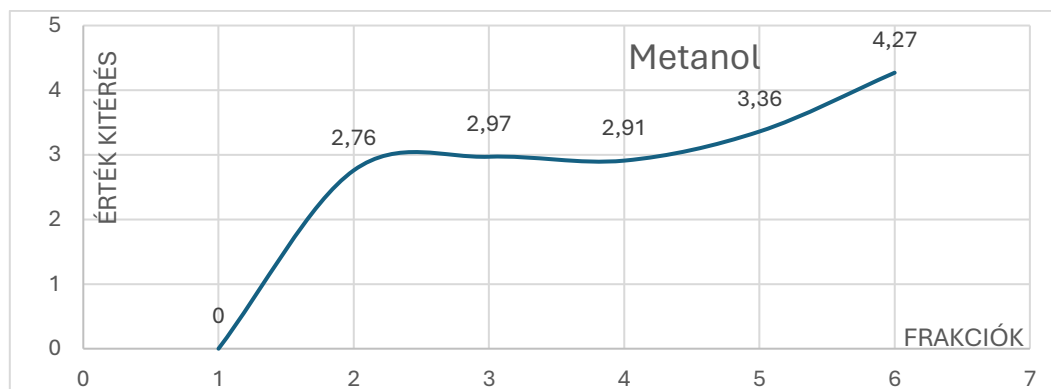
19. ábra: az etanol jelleggörbéje a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 443. oldal)



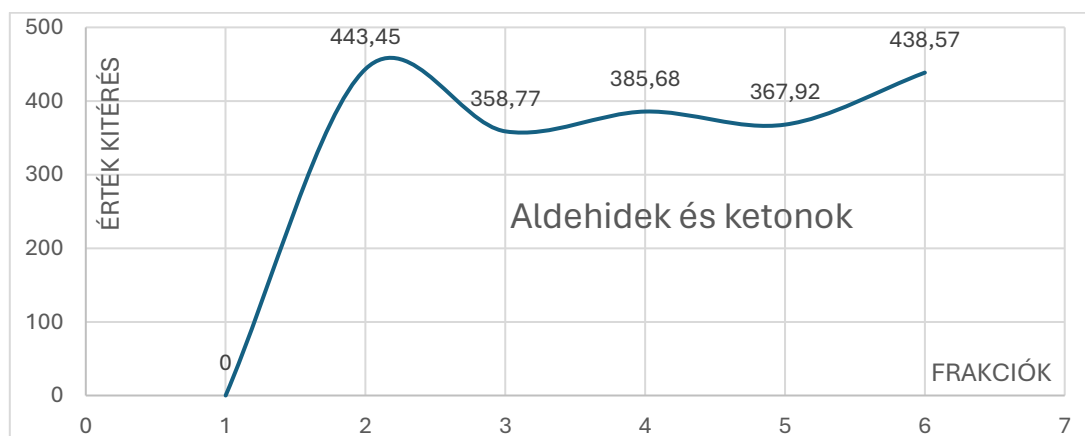
20. ábra: a metanol grafikonja a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)



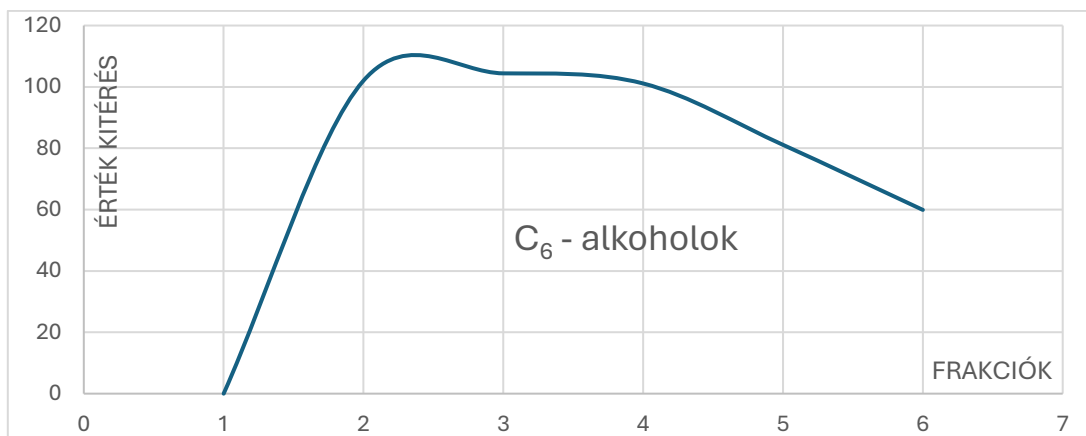
21. ábra: az aldehidek és ketonok a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 445. oldal)



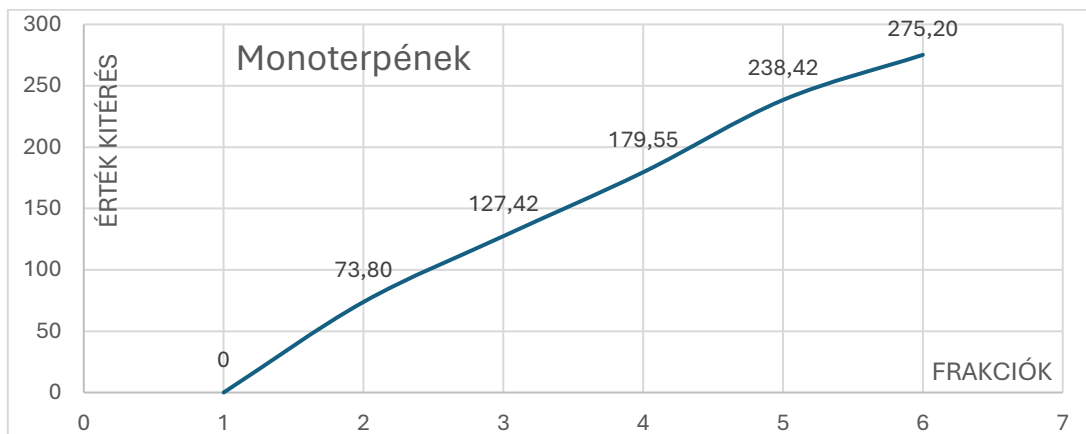
22. ábra: a C₆ alkoholok a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)



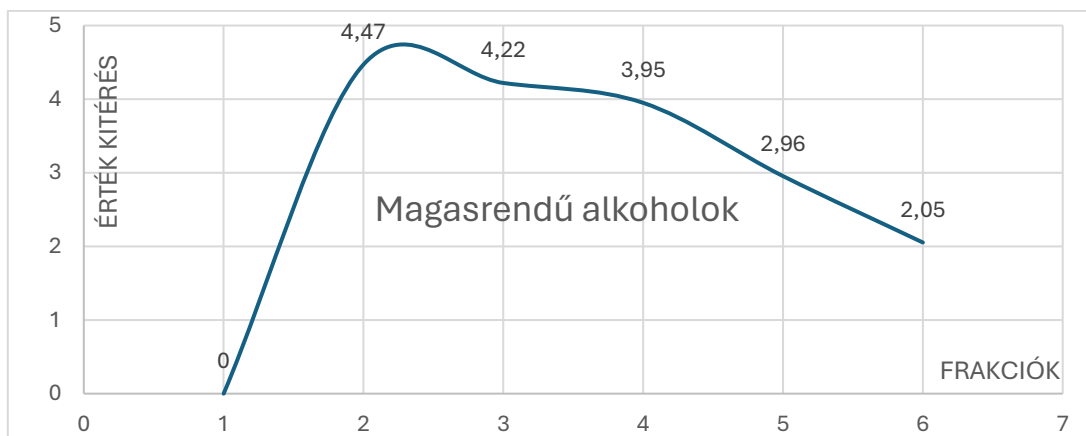
23. ábra: monoterpének a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 443. oldal)



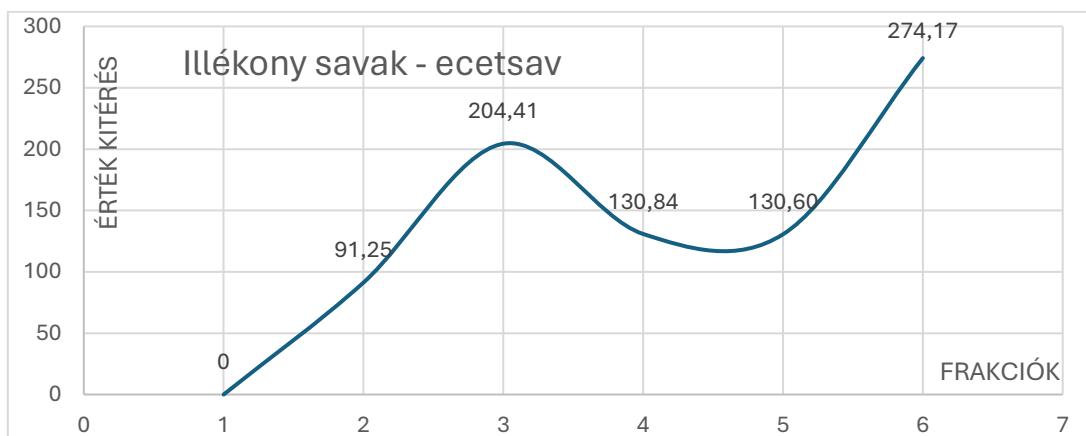
24. ábra: magasrendű alkoholok a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)



25. ábra: illékony savak-ecetsav a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)



26. ábra: zsírsavak savak a Muscat Blanc szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 444. oldal)



II. SZÁMÚ MELLÉKLET

Muškat ruža porečk szőlőtörköly – hagyományos alembik lepárlásának mutatói

Az etanol térfogati hányada (térfogat%) és koncentráció átlaga $\pm$ az illékony vegyületek standard deviációja (mg/L a.a.) a különböző frakciókban

6/1. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 446. oldal)

Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
Volume fraction of ethanol		72.06	70.49	65.56	56.92	40.35
<i>Monoterpenes</i>						
Epoxylinolol ^b	1111	2.08 $\pm$ 0.27	2.88 $\pm$ 0.55	3.46 $\pm$ 0.17	3.99 $\pm$ 0.21	5.70 $\pm$ 0.44
δ -3-Carene ^b	1147	0.07 $\pm$ 0.01	0.15 $\pm$ 0.01	0.29 $\pm$ 0.02	0.53 $\pm$ 0.03	0.33 $\pm$ 0.02
β -Myrcene ^b	1162	tr.	0.27 $\pm$ 0.01	0.55 $\pm$ 0.04	0.58 $\pm$ 0.04	0.50 $\pm$ 0.02
Limonene ^c	1196	0.17 $\pm$ 0.02	0.18 $\pm$ 0.02	0.36 $\pm$ 0.02	0.48 $\pm$ 0.04	0.28 $\pm$ 0.03
<i>trans</i> - β -Ocimene ^b	1253	0.90 $\pm$ 0.06	1.58 $\pm$ 0.10	1.24 $\pm$ 0.10	1.00 $\pm$ 0.08	0.51 $\pm$ 0.06
α -Terpinolene ^b	1281	0.71 $\pm$ 0.03	1.15 $\pm$ 0.07	1.34 $\pm$ 0.12	1.35 $\pm$ 0.08	0.68 $\pm$ 0.09
<i>trans</i> -2-Pinanol ^d	1327	0.89 $\pm$ 0.05	1.68 $\pm$ 0.13	1.93 $\pm$ 0.12	1.79 $\pm$ 0.08	0.92 $\pm$ 0.08
<i>trans</i> -Rose oxide ^b	1367	0.05 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00
Monoterpene (unidentified) ^d	1374	0.29 $\pm$ 0.02	0.38 $\pm$ 0.03	0.48 $\pm$ 0.03	0.69 $\pm$ 0.03	0.87 $\pm$ 0.04
<i>cis</i> -Linalool-furan-oxide ^c	1464	0.66 $\pm$ 0.05	0.87 $\pm$ 0.09	1.59 $\pm$ 0.12	3.29 $\pm$ 0.17	6.48 $\pm$ 0.44
α -Terpinene ^d	1506	0.19 $\pm$ 0.03	0.32 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.04	0.29 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.02
Linalool ^c	1542	20.99 $\pm$ 2.11	27.89 $\pm$ 1.43	31.88 $\pm$ 1.51	32.59 $\pm$ 0.77	35.69 $\pm$ 1.37
Monoterpene (unidentified) ^d	1567	tr.	0.04 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.02	0.16 $\pm$ 0.01	0.23 $\pm$ 0.02
4-Terpineol ^b	1593	0.12 $\pm$ 0.02	0.32 $\pm$ 0.02	0.87 $\pm$ 0.05	1.07 $\pm$ 0.08	1.21 $\pm$ 0.07
Ho-trienol ^b	1601	0.40 $\pm$ 0.03	0.53 $\pm$ 0.03	0.61 $\pm$ 0.04	1.13 $\pm$ 0.11	1.53 $\pm$ 0.10
<i>trans</i> , β -Terpineol ^b	1620	tr.	0.03 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.01	0.18 $\pm$ 0.01	0.39 $\pm$ 0.03
Citronellyl acetate ^c	1645	n.d.	0.04 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.02	0.63 $\pm$ 0.04	1.80 $\pm$ 0.07
<i>cis</i> -Sabinene hydrate acetate ^d	1667	tr.	0.04 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.04	0.82 $\pm$ 0.07	2.00 $\pm$ 0.20
Monoterpene (unidentified) ^d	1672	tr.	0.05 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.01	0.23 $\pm$ 0.02
<i>trans</i> -Verbenol ^b	1673	tr.	0.10 $\pm$ 0.02	0.23 $\pm$ 0.02	0.39 $\pm$ 0.02	0.73 $\pm$ 0.06
α -Terpineol ^c	1684	3.48 $\pm$ 0.15	5.44 $\pm$ 0.35	10.60 $\pm$ 0.49	18.00 $\pm$ 1.07	28.92 $\pm$ 1.64
Terpinenyl acetate ^b	1688	0.01 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00	0.11 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.02	0.46 $\pm$ 0.03
<i>trans</i> -Linalool-pyran-oxide ^b	1726	tr.	0.06 $\pm$ 0.01	0.18 $\pm$ 0.01	0.32 $\pm$ 0.04	0.64 $\pm$ 0.04
Ethyl geranate ^d	1737	0.15 $\pm$ 0.04	0.23 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.03	0.32 $\pm$ 0.03	0.31 $\pm$ 0.03
Geranyl acetate ^c	1749	0.56 $\pm$ 0.03	0.65 $\pm$ 0.06	0.72 $\pm$ 0.04	0.77 $\pm$ 0.03	0.68 $\pm$ 0.04
<i>cis</i> -Linalool-pyran-oxide ^b	1752	n.d.	n.d.	n.d.	0.10 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.03
Citronellol ^c	1758	6.12 $\pm$ 0.33	6.41 $\pm$ 0.43	7.82 $\pm$ 0.70	9.05 $\pm$ 0.45	10.09 $\pm$ 0.56
Nerol ^c	1791	3.11 $\pm$ 0.12	3.01 $\pm$ 0.14	3.25 $\pm$ 0.27	3.22 $\pm$ 0.13	3.66 $\pm$ 0.30
Geraniol ^c	1838	6.65 $\pm$ 0.66	6.57 $\pm$ 0.58	7.51 $\pm$ 0.43	8.08 $\pm$ 0.63	9.31 $\pm$ 0.85
Monoterpene (unidentified) ^d	1943	n.d.	n.d.	tr.	0.14 $\pm$ 0.03	0.35 $\pm$ 0.04
3,7-Dimethyl-1,7-octadien-3,7-diol ^b	1962	n.d.	n.d.	tr.	0.04 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.04
<i>p</i> -Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol ^d	1981	tr.	tr.	0.07 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.01	0.40 $\pm$ 0.03
Monoterpene (unidentified) ^d	1988	n.d.	n.d.	tr.	0.07 $\pm$ 0.02	0.17 $\pm$ 0.02
Monoterpene (unidentified) ^d	2015	n.d.	n.d.	tr.	0.04 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.01
5,6-Dihydro-6-pentyl-2H-pyran-2-one ^d	2204	n.d.	n.d.	tr.	0.03 $\pm$ 0.01	0.15 $\pm$ 0.03
Geranic acid ^c	2319	0.30 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.03	0.52 $\pm$ 0.04	1.65 $\pm$ 0.09	4.23 $\pm$ 0.19
Total		47.89 $\pm$ 2.26	61.11 $\pm$ 1.75	77.06 $\pm$ 1.84	93.30 $\pm$ 1.58	120.25 $\pm$ 2.49
<i>Sesquiterpenes and diterpenes</i>						
Calacorene ^b	1903	0.02 $\pm$ 0.00	0.05 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.02
<i>trans</i> -Nerolidol ^c	2031	0.11 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.02	0.84 $\pm$ 0.05
t-Murolol ^b	2182	0.02 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.01	0.07 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.02	0.17 $\pm$ 0.02
Aristolene ^d	2194	0.03 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.01	0.19 $\pm$ 0.02
α -Cadinal ^b	2214	n.d.	n.d.	tr.	0.04 $\pm$ 0.02	0.10 $\pm$ 0.02
Isophytol ^d	2284	0.30 $\pm$ 0.03	0.05 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.02	0.17 $\pm$ 0.01	0.26 $\pm$ 0.02
α -Farnesol ^b	2341	0.36 $\pm$ 0.04	0.16 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.02	0.57 $\pm$ 0.05	1.29 $\pm$ 0.10
Phytol ^b	2603	3.98 $\pm$ 0.35	0.42 $\pm$ 0.11	0.66 $\pm$ 0.06	1.30 $\pm$ 0.11	1.45 $\pm$ 0.12
Total		4.81 $\pm$ 0.35	0.84 $\pm$ 0.11	1.52 $\pm$ 0.07	2.80 $\pm$ 0.13	4.43 $\pm$ 0.17
<i>C₁₃-norisoprenoids</i>						
Vitispirane A ^c	1521	0.10 $\pm$ 0.01	0.24 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.02	0.73 $\pm$ 0.05	0.66 $\pm$ 0.07
Vitispirane B ^c	1523	0.10 $\pm$ 0.01	0.24 $\pm$ 0.02	0.47 $\pm$ 0.02	0.65 $\pm$ 0.03	0.57 $\pm$ 0.03
TDN ^b	1731	tr.	0.02 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.01
β -Damascenone ^c	1809	0.06 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.02	0.18 $\pm$ 0.02	0.26 $\pm$ 0.02
Total		0.26 $\pm$ 0.02	0.58 $\pm$ 0.03	1.11 $\pm$ 0.04	1.64 $\pm$ 0.06	1.58 $\pm$ 0.08
Methanol ^f		2,263.22 $\pm$ 111.12	2,251.17 $\pm$ 54.43	2,261.24 $\pm$ 21.80	2,708.35 $\pm$ 29.38	3,609.45 $\pm$ 77.78

...folytatás a következő oldalon

6/2. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškát Ruža Porečki Grape Marcs*, *The Institute of Brewing & Distilling*; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)

Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
<i>C₆-alcohols</i>						
1-Hexanol ^c	1356	83.35 ± 2.12	87.27 ± 1.99	67.24 ± 3.55	50.44 ± 2.26	37.26 ± 2.18
<i>trans</i> -3-Hexen-1-ol ^c	1361	0.81 ± 0.05	0.79 ± 0.07	0.64 ± 0.06	0.68 ± 0.05	0.63 ± 0.02
<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol ^c	1379	3.72 ± 0.15	3.66 ± 0.33	3.80 ± 0.34	3.74 ± 0.26	3.65 ± 0.34
<i>trans</i> -2-Hexen-1-ol ^c	1399	0.38 ± 0.02	0.38 ± 0.04	0.36 ± 0.02	0.35 ± 0.03	0.34 ± 0.03
<i>cis</i> -2-Hexen-1-ol ^g	1408	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Total		88.29 ± 2.13	92.14 ± 2.02	72.08 ± 3.57	55.25 ± 2.28	41.94 ± 2.21
<i>Higher alcohols</i>						
1-Propanol ^f	1025	461.97 ± 9.63	449.66 ± 21.18	409.13 ± 22.76	350.93 ± 25.79	281.93 ± 19.75
Isobutanol ^c	1100	935.93 ± 33.12	825.40 ± 25.43	547.05 ± 26.85	332.82 ± 20.55	201.24 ± 11.08
1-Butanol ^c	1137	21.37 ± 0.87	19.99 ± 1.06	17.23 ± 1.55	12.51 ± 0.88	10.88 ± 0.73
Isoamyl alcohol ^c	1206	4,081.04 ± 123.63	3,630.40 ± 154.76	2,597.56 ± 63.33	1,736.52 ± 43.83	1,248.91 ± 77.47
1-Octen-4-ol ^d	1535	0.23 ± 0.03	0.26 ± 0.02	0.36 ± 0.04	0.52 ± 0.04	0.61 ± 0.05
Benzyl alcohol ^c	1857	0.13 ± 0.01	0.28 ± 0.02	0.53 ± 0.03	0.87 ± 0.06	2.07 ± 0.12
2-Phenylethanol ^c	1893	8.49 ± 0.48	11.38 ± 0.73	16.34 ± 1.11	28.60 ± 1.58	57.83 ± 5.04
Total		5,509.16 ± 128.36	4,937.37 ± 158.26	3,588.20 ± 72.48	2,462.76 ± 54.88	1,803.48 ± 80.87
Volatile acidity (acetic acid)	-	131.00 ± 6.12	190.67 ± 10.22	122.03 ± 9.43	129.30 ± 2.00	222.06 ± 12.55
<i>Fatty acids</i>						
Isobutyric acid ^c	1554	0.13 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.24 ± 0.03	0.40 ± 0.06	0.62 ± 0.09
Butyric acid ^c	1612	0.16 ± 0.04	0.22 ± 0.03	0.24 ± 0.04	0.29 ± 0.03	0.50 ± 0.07
Pentanoic acid ^c	1720	0.12 ± 0.02	0.16 ± 0.02	0.20 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.33 ± 0.04
Hexanoic acid ^c	1830	1.86 ± 0.12	1.76 ± 0.12	2.74 ± 0.20	4.45 ± 0.39	8.98 ± 0.38
Octanoic acid ^c	2043	5.59 ± 0.23	2.29 ± 0.19	4.62 ± 0.42	8.17 ± 0.54	15.79 ± 1.12
Decanoic acid ^c	2257	10.75 ± 1.00	4.47 ± 0.23	5.89 ± 0.32	10.52 ± 0.42	23.45 ± 1.15
Dodecanoic acid ^b	2467	13.91 ± 1.22	1.03 ± 0.25	1.11 ± 0.29	2.59 ± 0.19	6.95 ± 0.33
Hexadecanoic acid ^b	>2800	2.34 ± 0.45	0.70 ± 0.09	0.39 ± 0.07	0.92 ± 0.07	0.90 ± 0.10
Total		34.86 ± 1.66	10.81 ± 0.42	15.42 ± 0.64	27.54 ± 0.82	57.54 ± 1.69
<i>Ethyl esters of short and middle-chain fatty acids</i>						
Ethyl isobutyrate ^c	<1000	1.85 ± 0.14	0.99 ± 0.10	0.26 ± 0.06	0.32 ± 0.02	0.23 ± 0.03
Ethyl butyrate ^c	1030	35.97 ± 5.11	18.37 ± 2.44	6.67 ± 0.55	5.16 ± 0.62	4.84 ± 0.33
2-Methylethyl butyrate ^b	1049	1.64 ± 0.11	1.17 ± 0.11	0.34 ± 0.03	0.17 ± 0.03	0.14 ± 0.01
3-Methylethyl butyrate ^b	1065	0.70 ± 0.03	0.32 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.02
Ethyl hexanoate ^c	1236	78.80 ± 0.25	58.17 ± 2.12	24.93 ± 1.85	15.97 ± 1.02	8.81 ± 0.32
Ethyl octanoate ^c	1435	122.71 ± 3.12	128.62 ± 3.45	85.23 ± 3.44	76.00 ± 2.10	61.34 ± 2.65
Ethyl decanoate ^c	1637	83.20 ± 4.44	95.08 ± 3.12	74.09 ± 2.32	80.17 ± 3.65	51.68 ± 2.66
Total		324.87 ± 7.46	302.71 ± 5.67	191.66 ± 4.58	177.89 ± 4.38	127.12 ± 3.78
<i>Ethyl esters of long-chain fatty acids</i>						
Ethyl dodecanoate ^c	1842	36.07 ± 1.32	32.14 ± 0.88	34.74 ± 2.00	40.74 ± 0.89	37.08 ± 1.66
Ethyl tetradecanoate ^b	2045	13.41 ± 0.94	9.46 ± 0.89	11.54 ± 1.02	14.77 ± 1.55	14.02 ± 0.79
Ethyl hexadecanoate ^b	2255	61.59 ± 2.76	17.84 ± 1.33	24.62 ± 1.54	39.10 ± 0.67	34.41 ± 0.89
Ethyl palmitoleate ^b	2276	3.29 ± 0.12	0.71 ± 0.05	0.98 ± 0.05	1.67 ± 0.09	1.82 ± 0.04
Ethyl octadecanoate ^b	2454	5.44 ± 0.21	1.20 ± 0.10	1.79 ± 0.09	3.14 ± 0.15	2.26 ± 0.12
Ethyl oleate ^b	2474	10.84 ± 0.59	1.64 ± 0.12	2.28 ± 0.16	4.21 ± 0.21	4.36 ± 0.20
Ethyl linoleate ^b	2524	41.73 ± 2.32	8.11 ± 0.55	11.77 ± 0.63	21.58 ± 1.76	21.02 ± 0.75
Ethyl linolenate ^d	2586	27.57 ± 0.60	3.46 ± 0.25	4.72 ± 0.35	9.34 ± 0.99	9.50 ± 1.02
Total		199.94 ± 4.05	74.56 ± 1.93	92.45 ± 2.82	134.55 ± 2.79	124.47 ± 2.41
<i>Other ethyl esters</i>						
Ethyl cinnamate ^b	2111	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.23 ± 0.01
<i>Acetate esters</i>						
Ethyl acetate ^f	-	2,574.21 ± 89.66	1,342.96 ± 64.95	354.38 ± 12.44	175.54 ± 8.85	102.77 ± 2.05
Isobutyl acetate ^c	1009	2.41 ± 0.12	1.50 ± 0.05	0.59 ± 0.03	0.26 ± 0.02	0.19 ± 0.02
Isoamyl acetate ^c	1120	15.89 ± 0.89	8.55 ± 0.32	2.55 ± 0.17	1.64 ± 0.08	1.26 ± 0.08
Hexyl acetate ^c	1272	0.64 ± 0.02	0.49 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.08 ± 0.01
2-Phenethyl acetate ^c	1803	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.17 ± 0.01	0.23 ± 0.02
Total		2,593.24 ± 89.66	1,353.59 ± 64.95	357.84 ± 12.44	177.74 ± 8.85	104.54 ± 2.05
<i>Esters of hydroxyl and dicarboxylic acids</i>						
Ethyl lactate ^c	1341	1.10 ± 0.05	1.40 ± 0.06	1.88 ± 0.09	3.27 ± 0.77	9.22 ± 0.33
Diethyl succinate ^c	1667	0.50 ± 0.03	0.58 ± 0.03	1.03 ± 0.04	2.03 ± 0.16	4.12 ± 0.27
Total		1.60 ± 0.06	1.98 ± 0.07	2.91 ± 0.10	5.30 ± 0.79	13.34 ± 0.43

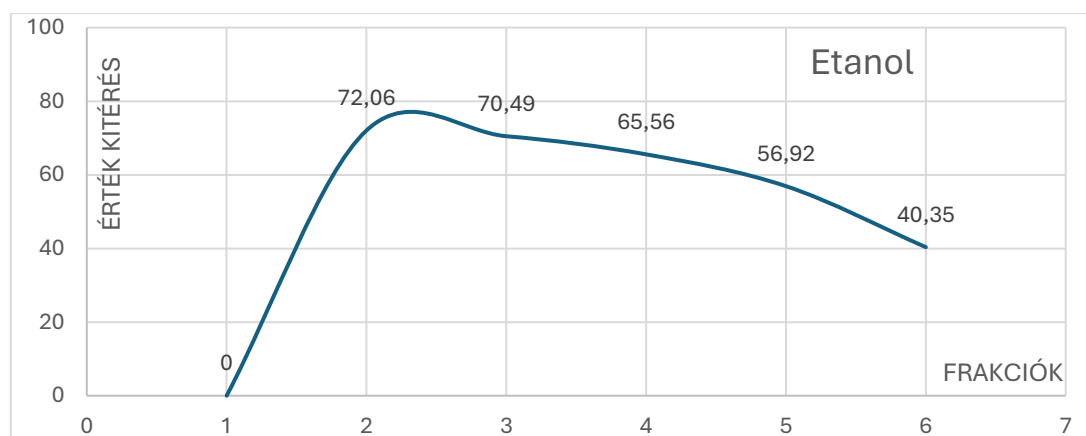
...folytatás a következő oldalon

6/3. táblázat: illékony aromavegyületek a különféle frakciókban

(Forrás: Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 448. oldal)

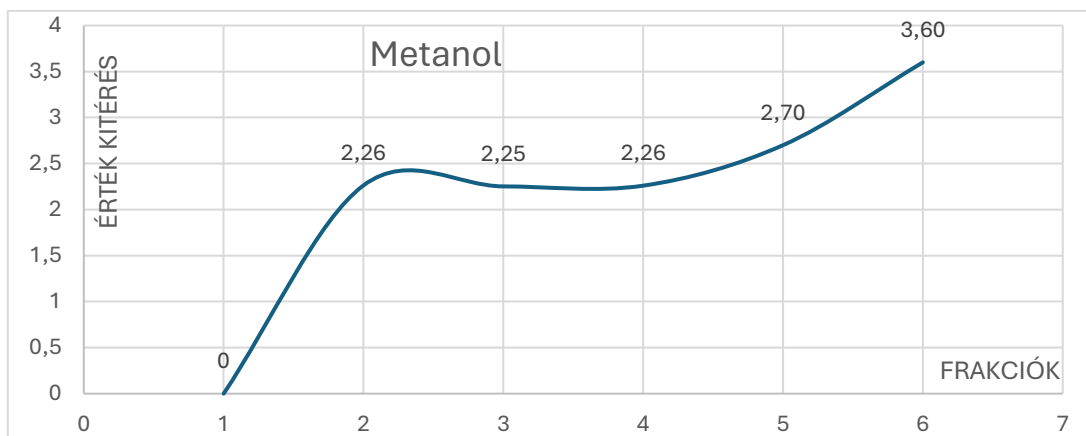
Volatile aroma compound	RI ^a	Distillate fraction				
		Head	Heart 1	Heart 2	Heart 3	Tail
<i>Other esters</i>						
Isoamyl butyrate ^b	1266	0.25 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.05 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Isobutyl hexanoate ^d	1358	0.38 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Isoamyl hexanoate ^b	1457	1.79 ± 0.10	1.76 ± 0.05	1.45 ± 0.06	1.27 ± 0.04	0.90 ± 0.04
Propyl octanoate ^d	1517	0.12 ± 0.02	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.06 ± 0.01
Isobutyl octanoate ^b	1550	0.30 ± 0.02	0.25 ± 0.01	0.27 ± 0.02	0.26 ± 0.01	0.22 ± 0.01
Isoamyl octanoate ^b	1655	4.15 ± 0.22	4.52 ± 0.19	4.67 ± 0.38	5.07 ± 0.23	5.15 ± 0.41
Methyl dodecanoate ^b	1798	0.33 ± 0.02	0.31 ± 0.02	0.31 ± 0.02	0.38 ± 0.02	0.45 ± 0.03
Hexyl octanoate ^b	1807	0.46 ± 0.03	0.20 ± 0.02	0.21 ± 0.02	0.25 ± 0.01	0.20 ± 0.02
Isoamyl decanoate ^b	1862	2.50 ± 0.16	2.08 ± 0.11	2.32 ± 0.05	2.68 ± 0.26	1.94 ± 0.09
2-Phenethyl isobutyrate ^d	1949	0.13 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.18 ± 0.01
Isobutyl dodecanoate ^d	1955	0.19 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.18 ± 0.02	0.14 ± 0.01
Butyl dodecanoate ^d	2008	0.21 ± 0.02	0.25 ± 0.02	0.27 ± 0.02	0.37 ± 0.02	0.28 ± 0.01
Isoamyl dodecanoate ^d	2063	1.03 ± 0.07	0.59 ± 0.04	0.89 ± 0.03	1.03 ± 0.09	1.26 ± 0.08
Total		11.84 ± 0.30	10.49 ± 0.23	10.83 ± 0.39	11.79 ± 0.36	10.84 ± 0.43
<i>Aldehydes and ketones</i>						
Acetaldehyde ^f	-	323.52 ± 3.44	333.42 ± 5.94	293.14 ± 5.32	291.12 ± 7.53	340.88 ± 9.10
Octanal ^b	1286	0.16 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.10 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01
Nonanal ^b	1389	0.78 ± 0.06	0.54 ± 0.04	0.36 ± 0.04	0.32 ± 0.03	0.32 ± 0.02
Furfural ^c	1451	n.d.	0.83 ± 0.06	1.47 ± 0.13	3.02 ± 0.27	9.88 ± 1.22
Decanal ^b	1493	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.10 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01
Benzaldehyde ^c	1508	0.88 ± 0.06	1.49 ± 0.12	2.01 ± 0.18	2.39 ± 0.10	2.86 ± 0.12
Dihydro-5-pentyl-2(3H)-furanone ^d	2005	0.07 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.26 ± 0.02	0.51 ± 0.03
Total		325.55 ± 3.44	336.57 ± 5.94	297.35 ± 5.32	297.24 ± 7.54	354.59 ± 9.18

27. ábra: az etanol jelleggörbéje a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval
(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 446. oldal)



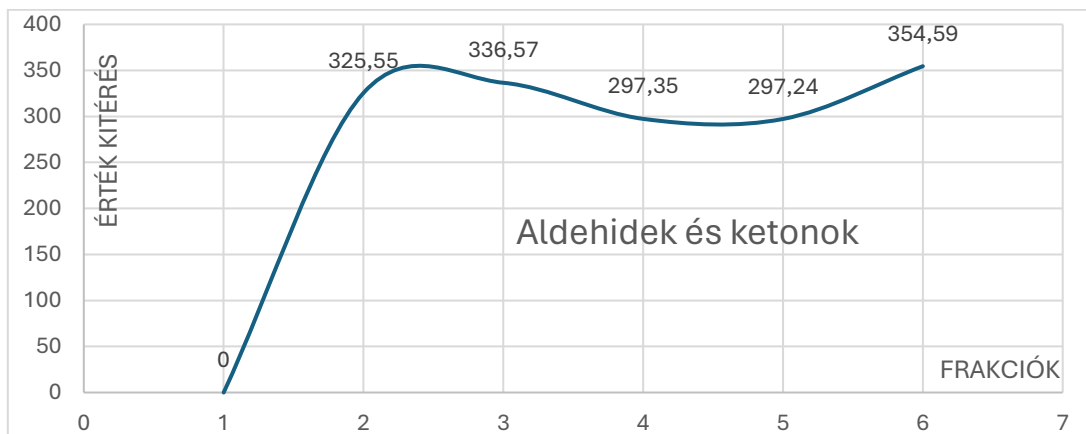
28. ábra: a metanol grafikonja a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)



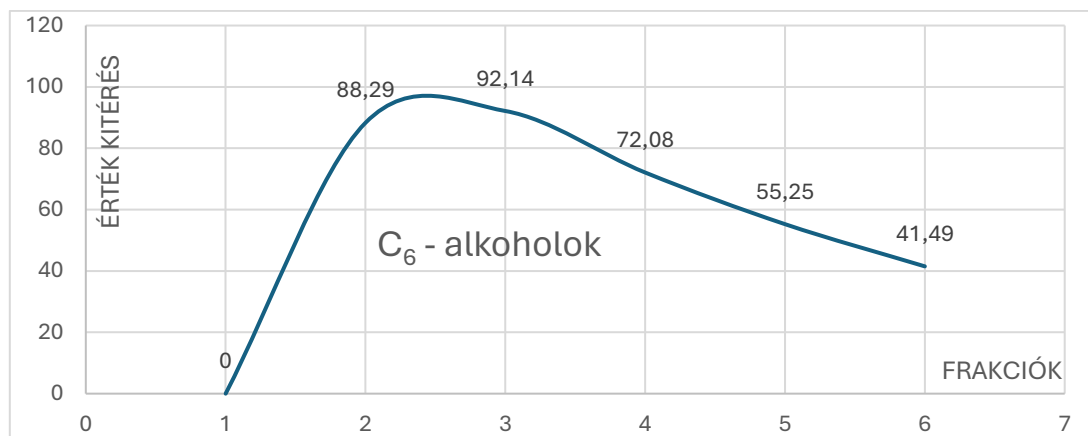
29. ábra: az aldehidek és ketonok a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 448. oldal)



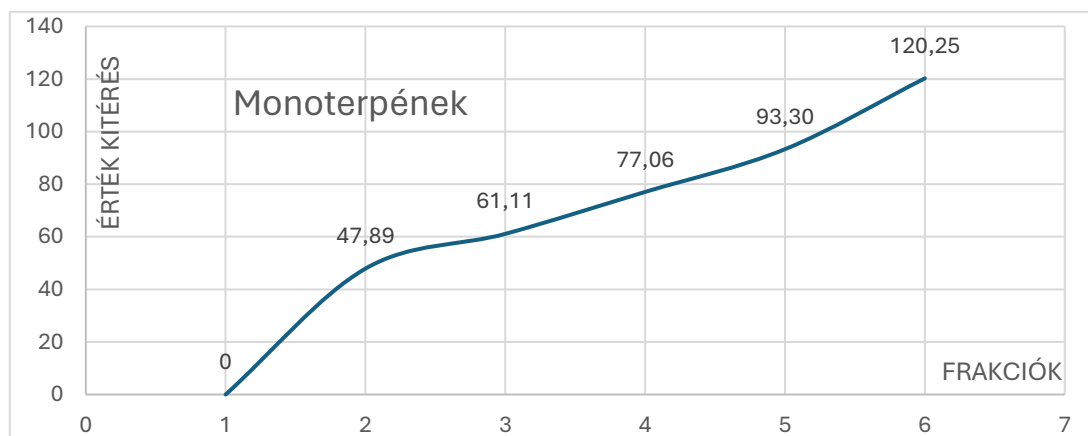
30. ábra: a C₆ alkoholok a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)

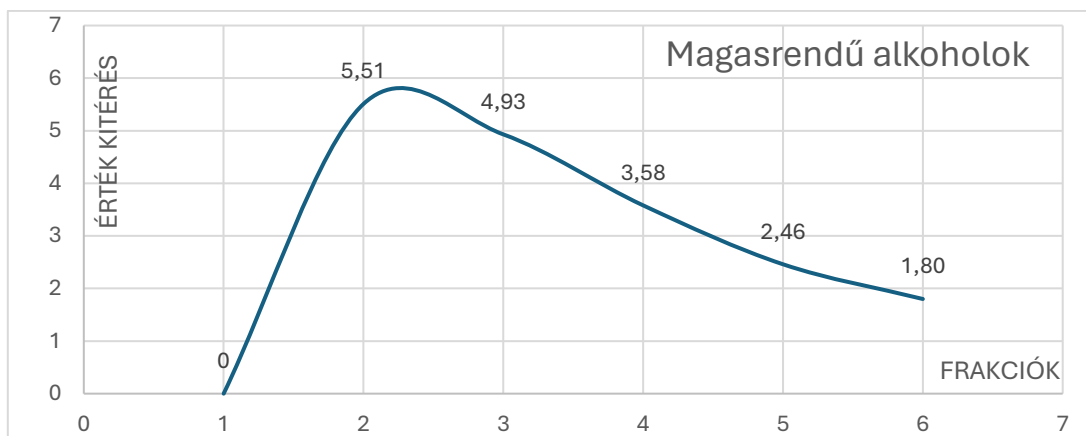


31. ábra: monoterpének a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

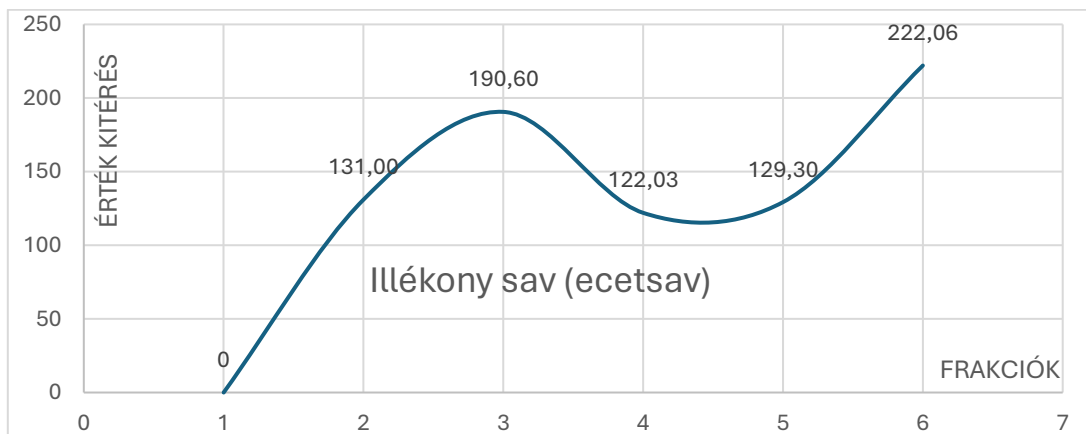
(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 446. oldal)



32. ábra: magasrendű alkoholok a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval
(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)



33. ábra: illékony savak-ecetsav a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval
(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)



34. ábra: zsírsavak savak a Muškat ruža porečk szőlőtörköly lepárlásánál - alembik lepárlóval

(Forrás: saját készítésű jelleggörbe az Igor L., Srećko T., Borislav M., Sanja R., Đordano P. (2011), *Behaviour of Volatile Compounds During Traditional Alembic Distillation of Fermented Muscat Blanc and Muškat Ruža Porečki Grape Marcs*, The Institute of Brewing & Distilling; Publication no. G-2011-0926-1123; 447. oldal)



III. SZÁMÚ MELLÉKLET

etanol – etil-alkohol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/702>)

Molekulaképlet: **C₂H₆O**

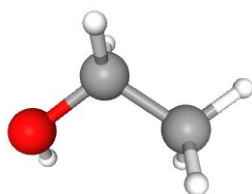
Molekulatömeg: **46,07 g/mol**

Szín/forma/íz: **tiszta színtelen folyadék, jellegzetes, tiszta alkoholos íz**

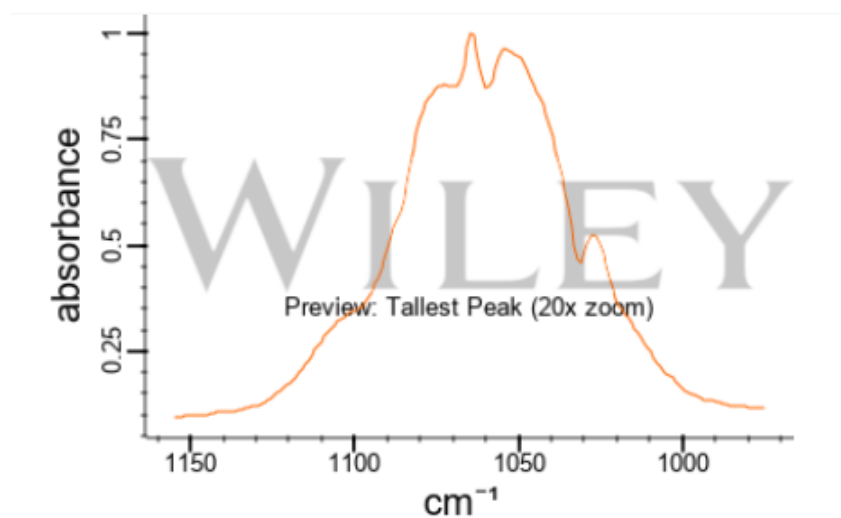
Szag: **alkoholos szag, tiszta, kellemes**

Forráspont: **78,24 °C 760 Hgmm-nél**

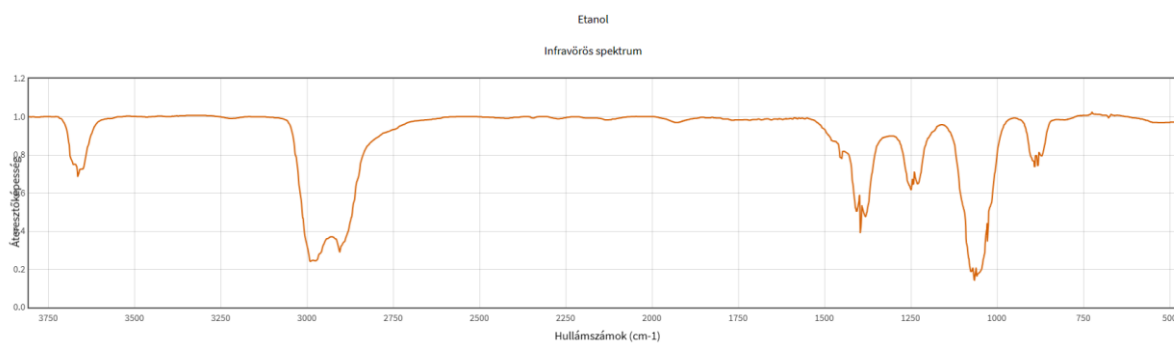
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



metanol – metil-alkohol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/887>)

Molekulaképlet: **CH₄O**

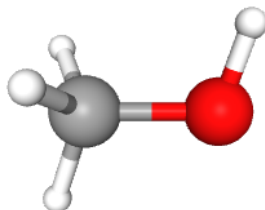
Molekulatömeg: **32,042 g/mol**

Szín/forma/íz: **tiszta, színtelen folyadék, erősen mérgező**

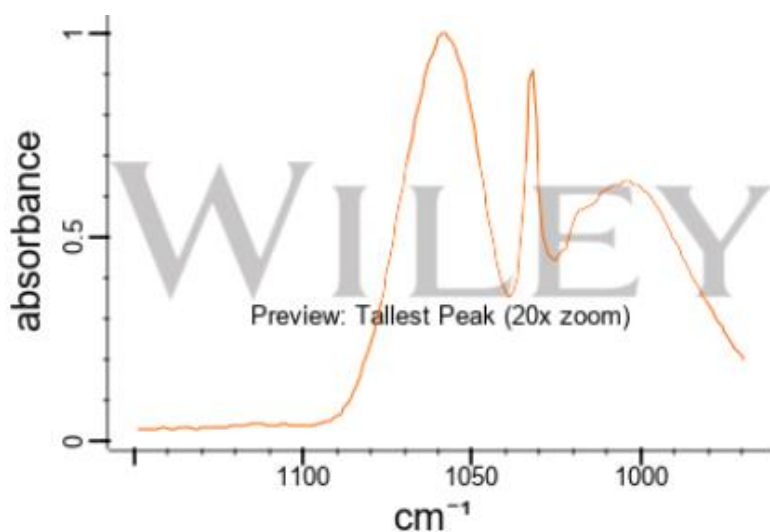
Szag: **enyhe alkoholos szag, ha tiszta; visszataszító, csípős szag nyersen**

Forráspont: **64,7 °C 760 Hgmm-nél**

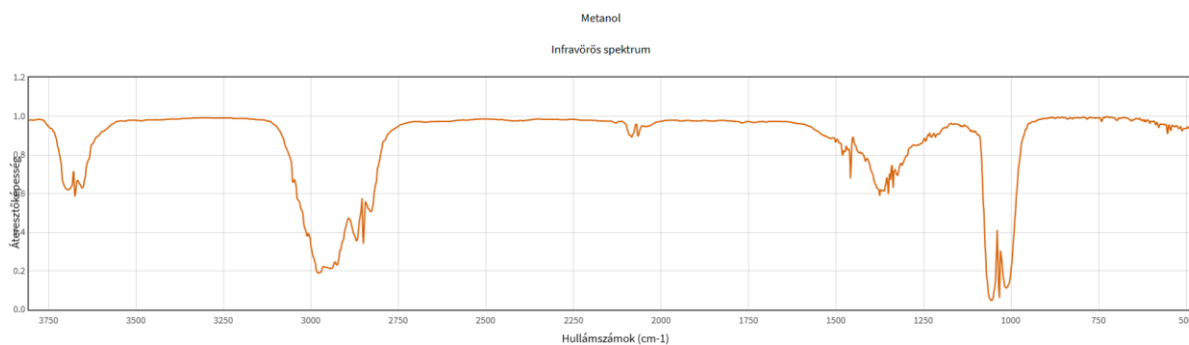
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



acet-aldehyd – etanal

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/177>)

Molekulaképlet: **C₂H₄O**

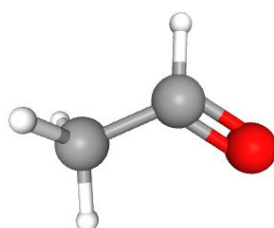
Molekulatömeg: **44,05 g/mol**

Szín/forma/íz: **illékony folyadék, ecetes**

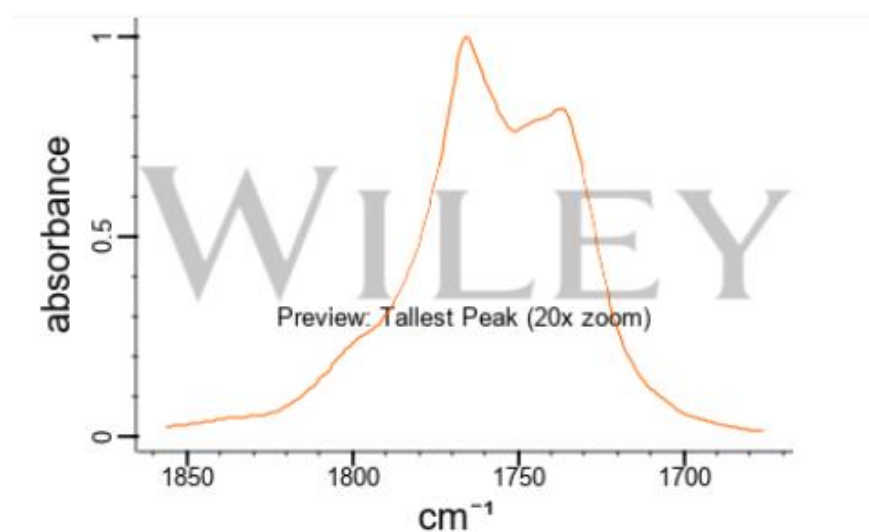
Szag: **csípős, gyümölcsös illat**

Forráspont: **20,8 °C 760 Hgmm-nél**

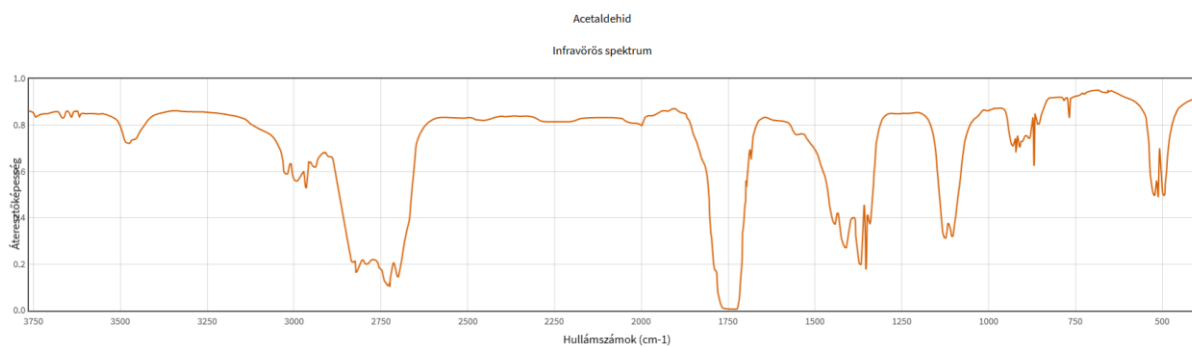
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Izopropil-alkohol – 2-propanol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3776>)

Molekulaképlet: **C₃H₈O**

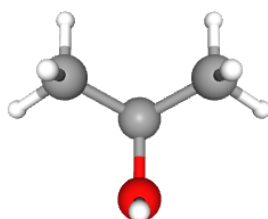
Molekulatömeg: **60,10 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen folyadék, enyhén keserű íz**

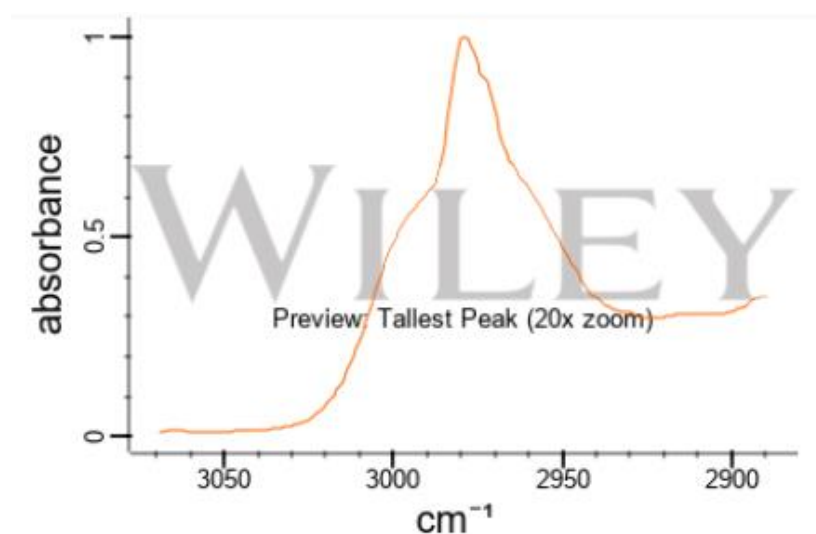
Szag: **kellemes illat**

Forráspont: **82,3 °C 760 Hgmm-nél**

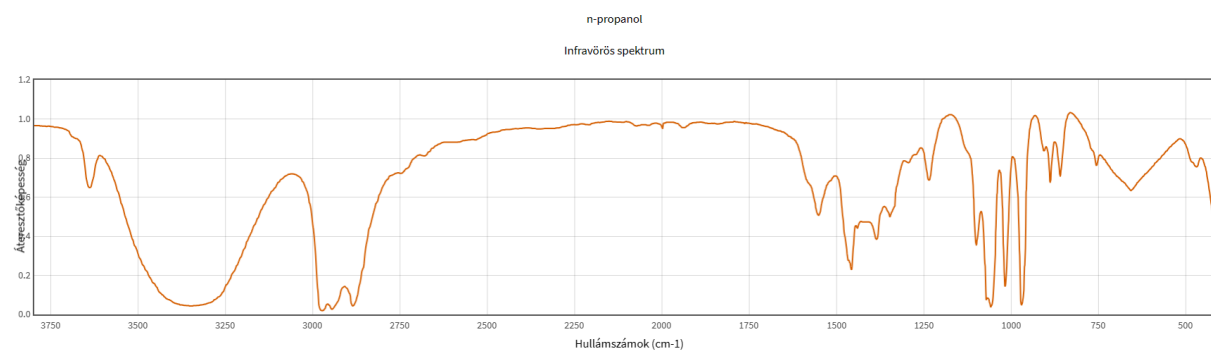
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Butanol – n-butanol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/263>)

Molekulaképlet: **C₄H₁₀O**

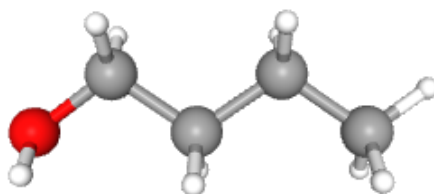
Molekulatömeg: **74,12 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen folyadék, banános, tüzes íz**

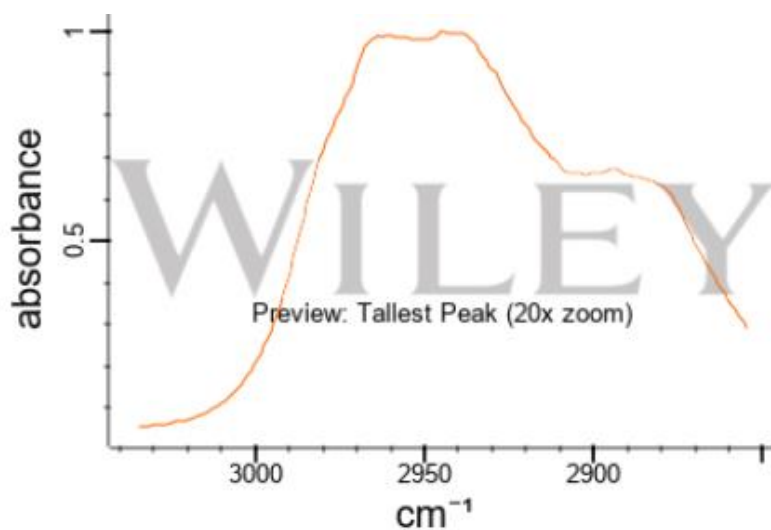
Szag: **kemény tüzes szag, banánnal**

Forráspont: **117,7 °C 760 Hgmm-nél**

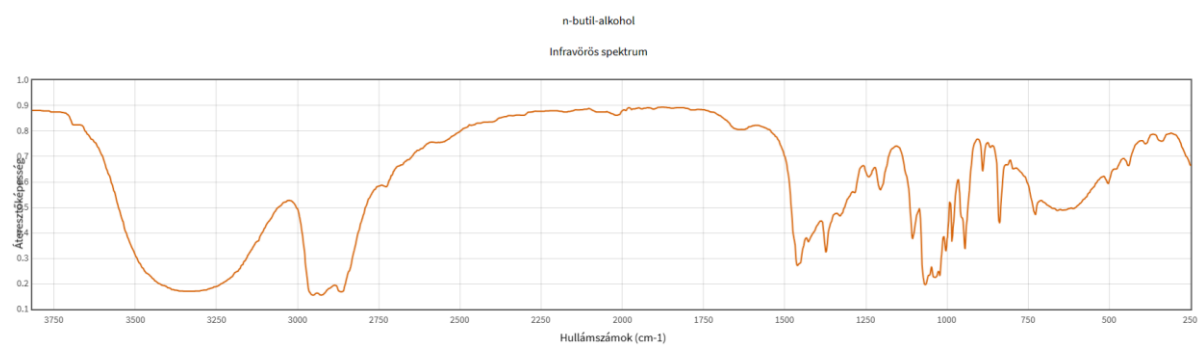
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Benzaldehid

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/240>)

Molekulaképlet: **C₇H₆O**

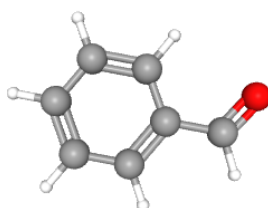
Molekulatömeg: **106,12 g/mol**

Szín/forma/íz: **erősen fénytörő folyadék, sárgássá tartás során, égő, aromás íz**

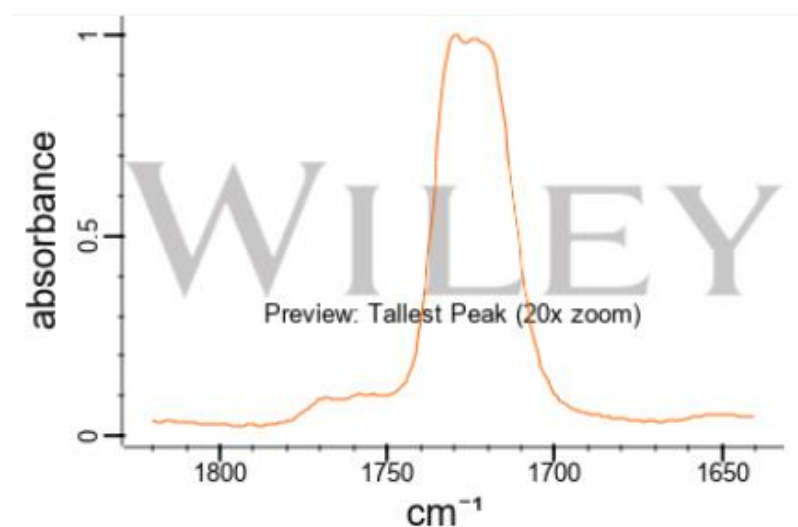
Szag: **a mandula jellegzetes szaga vagy illékony olaja**

Forráspont: **178,7 °C 760 Hgmm-nél**

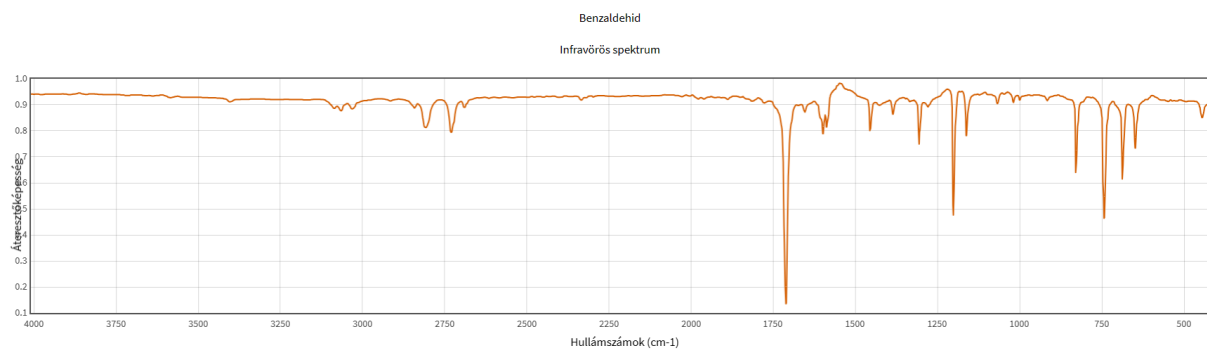
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Etil-acetát – etil-atonát – ecetsav-etil-észter

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/264>)

Molekulaképlet: **C₄H₈O₂**

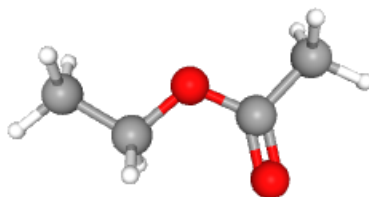
Molekulatömeg: **88,11 g/mol**

Szín/forma/íz: **tiszta, illékony, hígítva kellemes ízzel**

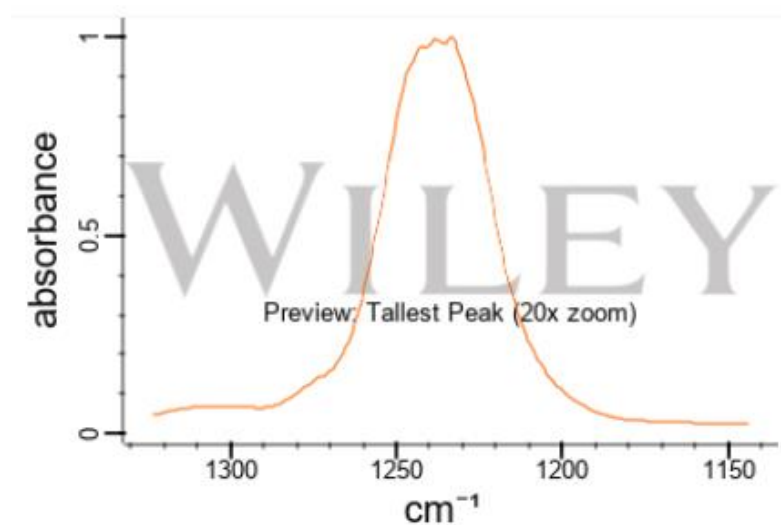
Szag: **jellegzetes észterszerű szag, ananászos**

Forráspont: **77,1 °C 760 Hgmm-nél**

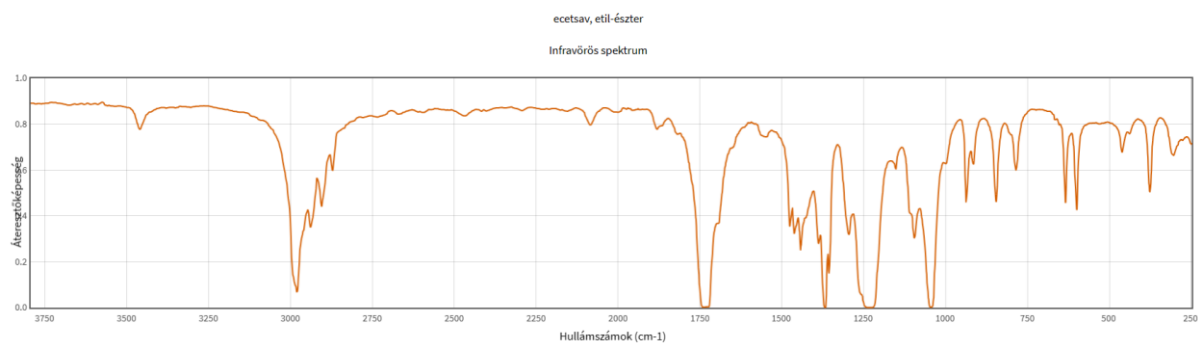
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Vajsav – butánsav

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/264>)

Molekulaképlet: **C₄H₈O₂**

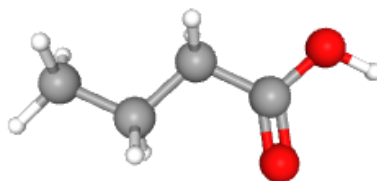
Molekulatömeg: **88,11 g/mol**

Szín/forma/íz: **olajos folyadék, átlátható, vajzsíros íz**

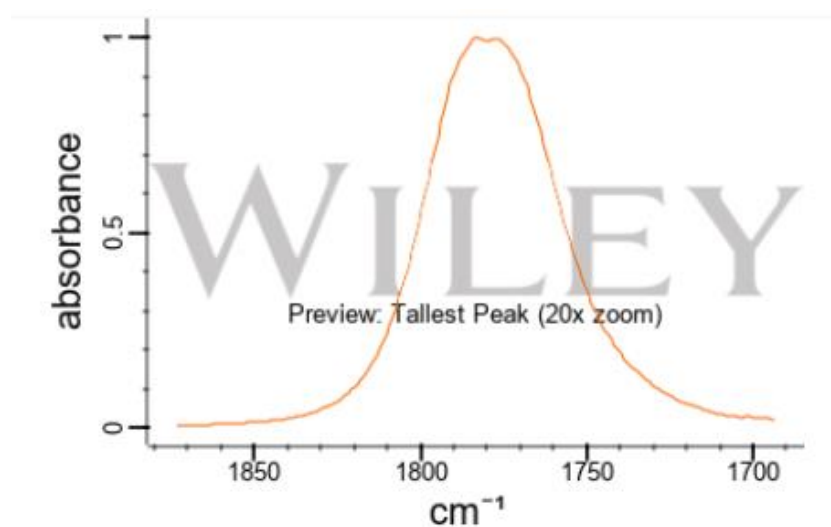
Szag: **kellemetlen, avas, sajtszag**

Forráspont: **163,7 °C 760 Hgmm-nél**

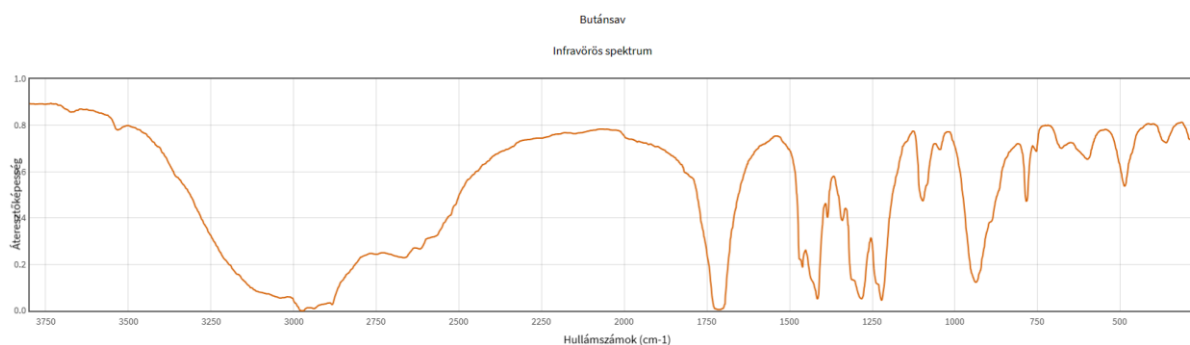
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Hexanol – Hexil-alkohol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8103>)

Molekulaképlet: **C₆H₁₄O**

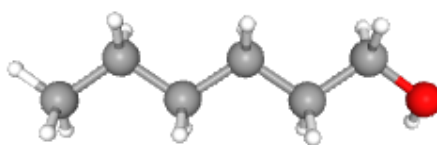
Molekulatömeg: **102,17 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen folyadék, zsíros, gyümölcsös**

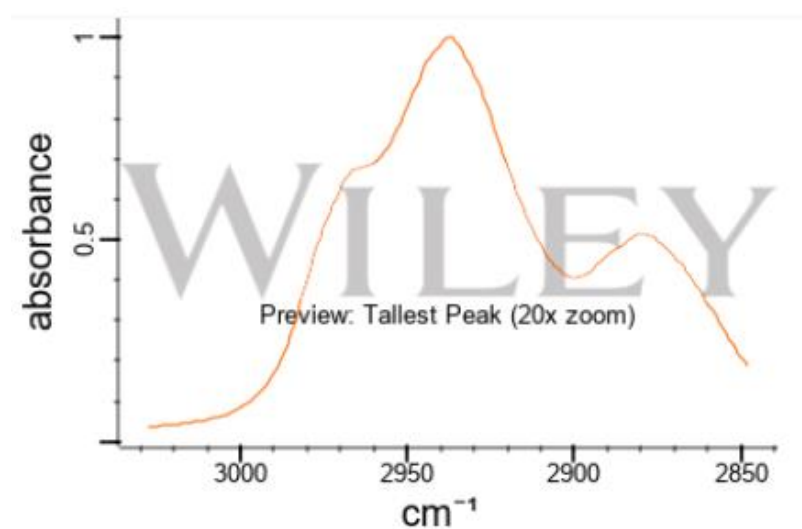
Szag: **jellemző, édes alkohol, kellemes; zsíros, gyümölcsös ízzel**

Forráspont: **157 °C 760 Hgmm-nél**

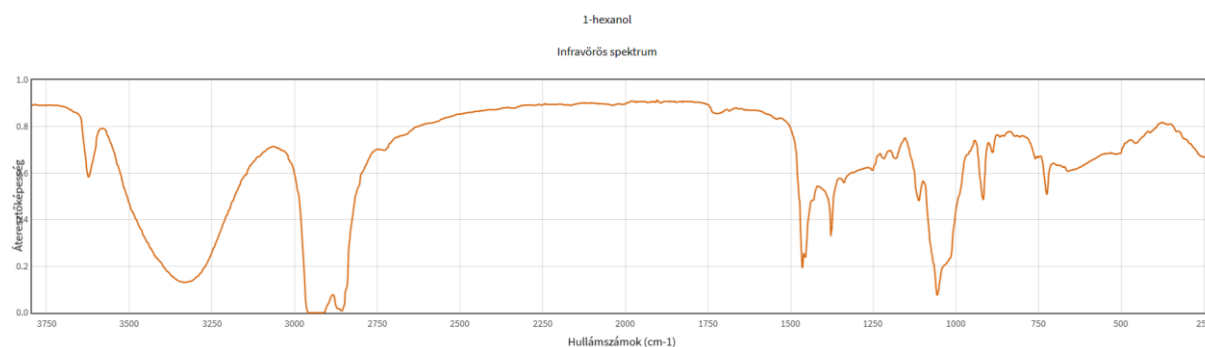
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Izoamil-alkohol – izopektil-alkohol

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/31260>)

Molekulaképlet: **C₅H₁₂O**

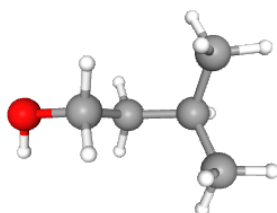
Molekulatömeg: **88,15 g/mol**

Szín/forma/íz: **olajos, tiszta; csípős, visszataszító ízzel**

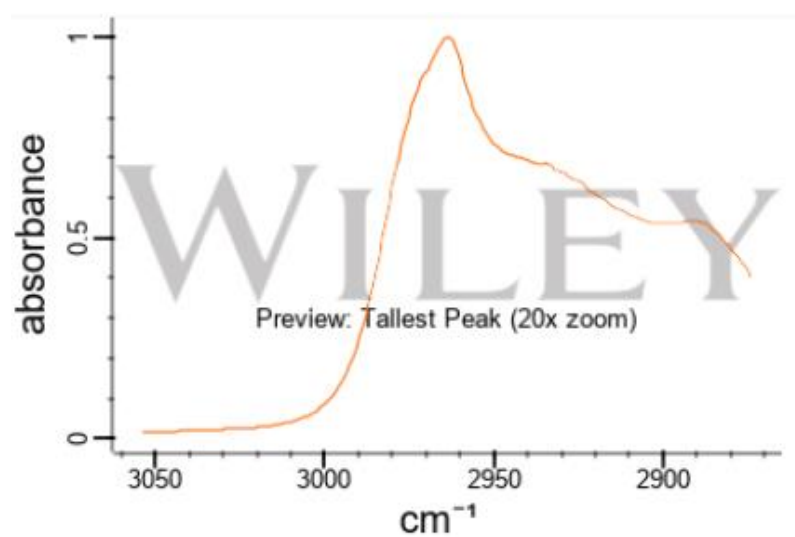
Szag: **jellegzetes kellemetlen szag**

Forráspont: **132,5 °C 760 Hgmm-nél**

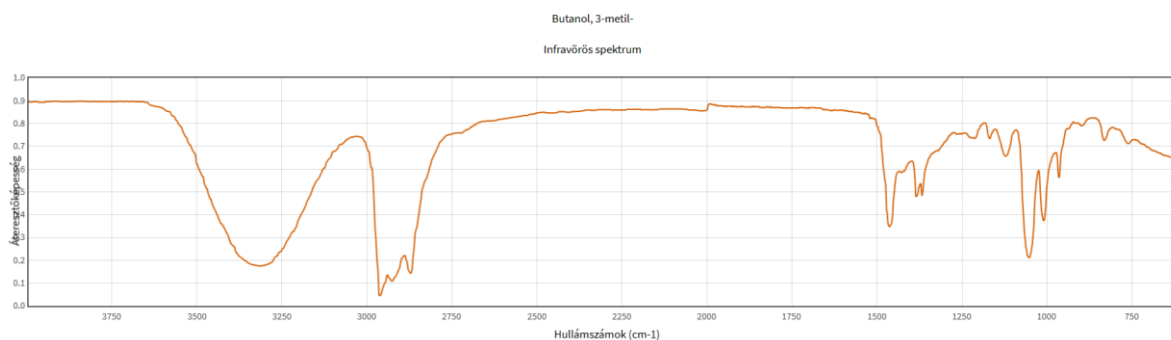
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Furfural

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7362>)

Molekulaképlet: **C₅H₄O₂**

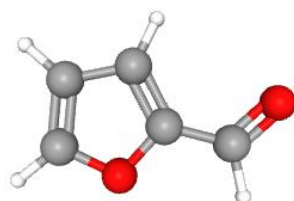
Molekulatömeg: **96,08 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen, olajos folyadék; jellegzetes karamell íz**

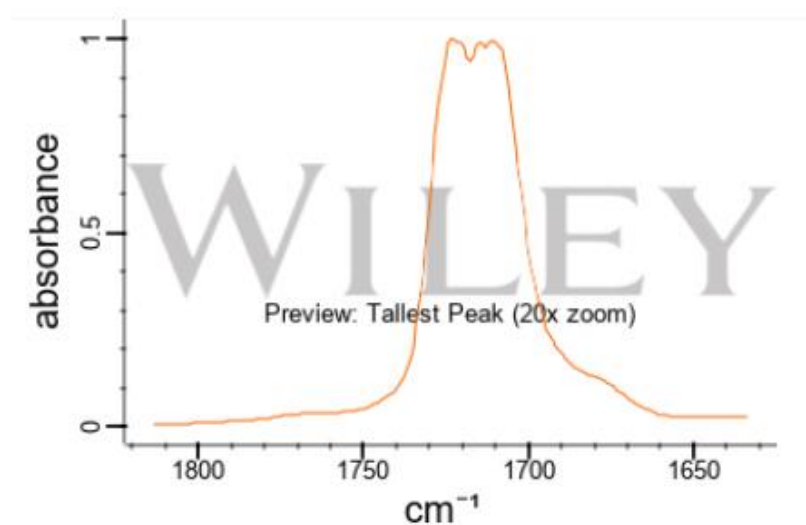
Szag: **különleges szag, kissé hasonlít a benzaldehid szagára**

Forráspont: **161,7 °C 760 Hgmm-nél**

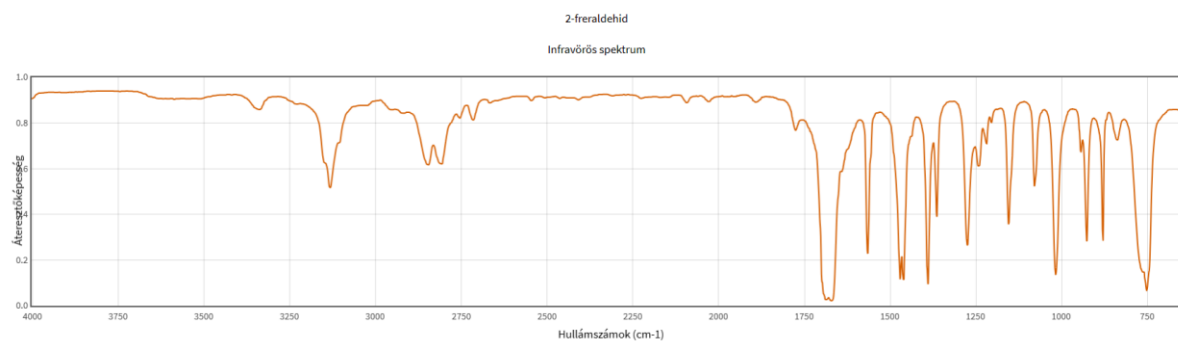
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Aceton

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/180>)

Molekulaképlet: **C₃H₆O**

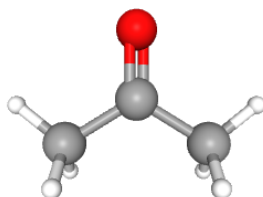
Molekulatömeg: **58,08 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen, illékony folyadék; csípős, édes íz**

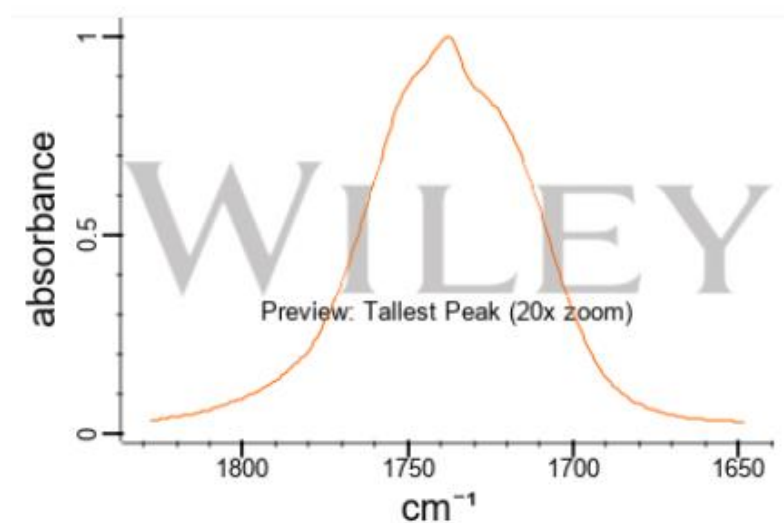
Szag: **gyümölcsös - édes illat**

Forráspont: **56,08 °C 760 Hgmm-nél**

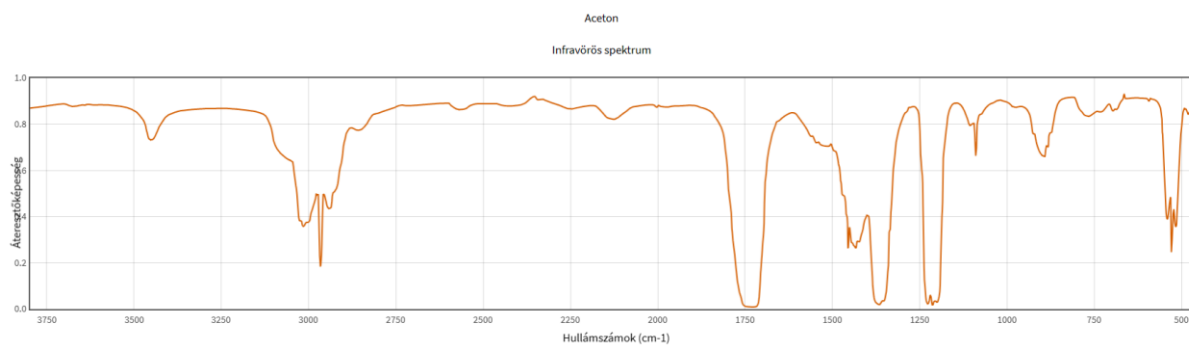
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



Akrolein

(forrás: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7847>)

Molekulaképlet: **C₃H₄O**

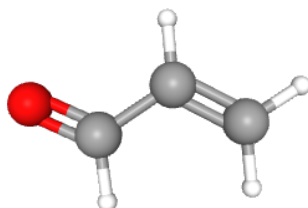
Molekulatömeg: **58,08 g/mol**

Szín/forma/íz: **színtelen, vagy sárgás folyadék**

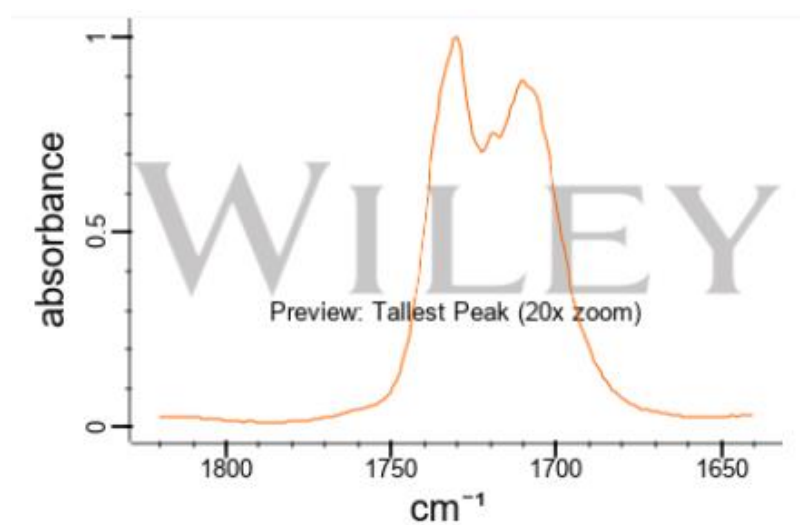
Szag: **rendkívül éles; rendkívül fanyar, csípős, égett édes; forró zsír**

Forráspont: **52,3 °C 760 Hgmm-nél**

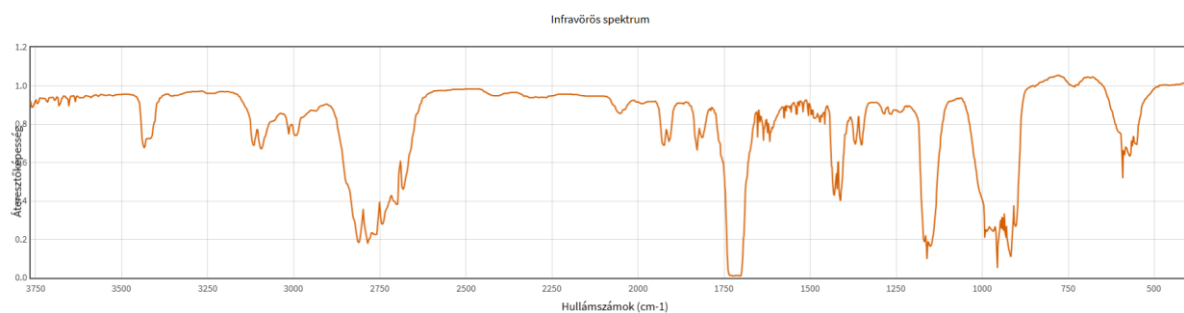
Szerkezet 3D alakja



Gőzfázisú IR spektrum



IR spektrális kép



NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Torda Tibor**

A hallgató Neptun kódja: **NE5LB3**

A dolgozat címe:

Lepárlási folyamat valós idejű adatainak monitorozása pálinkakészítésnél

A megjelenés éve: **2024**

A konzulens intézetének neve:

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének neve:

Biomérnök és Erjedéssipari Technológiai 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.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan 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 szellemi tulajdonkezelési 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 eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Budapest, 2024. április 22.



Torda Tibor

a hallgató aláírása

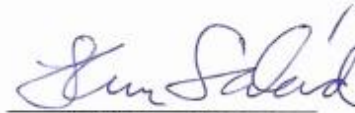
NYILATKOZAT

Torda Tibor (hallgató Neptun azonosítója: **NE5LB3**) 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 védelemre javaslom / nem javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2024 év április hó 22. nap



belső konzulens
Dr. Kun Szilárd

