



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Tudományos diákköri konferencia

Fertőzésgátlás cukorcirok mikroszűrése esetén

(Antiseptic effects of microfiltration of sweet sorghum)

Gécsi Nikoletta

Biomérnök BSc, egészségvédő szakirány

Témavezető: Dr. Cséfalvay Edit

Egyetemi adjunktus

Konzulens: Dr. Suhajda Ágnes

Tudományos munkatárs

2012. november 14.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezetés	3
2. Irodalmi összefoglaló.....	4
3. A dolgozat célkitűzései.....	7
4. Elméleti összefoglaló	8
4.1 Centrifugálás	8
4.2 Mikroszűrés	9
4.3 Hígítósos lemezöntés, élőcsíraszám meghatározás	12
4.5 Fertőzésgátlás	12
5 Kísérletek, módszerek.....	13
5.2 Dead-end szűrés.....	14
5.3 Mikroszűrést követő berendezés és membrántisztítási lépés	15
5.4 Élőcsíraszám meghatározás	16
6 Eredmények és értékelésük	18
6.1 Centrifugálás	18
6.2 Mikroszűrés	19
6.2.1 Etanolos fertőtlenítés.....	20
6.2.2 Citromsavas fertőtlenítés	20
6.2.3 Sanosiles fertőtlenítés	22
6.3 Élőcsíraszám meghatározás	23
6.4 A membránszűréshez használt membrán elemzése	28
7 Kitekintés	29
8 Összefoglalás	30
Köszönetnyilvánítás	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Irodalomjegyzék.....	33
Mellékletek.....	34

1. Bevezetés

Magyarországon az éghajlati viszonyok lehetővé teszik a cukorcirok termesztését, amely egy ígéretes biofinomító alapanyag a szárában található nagy mennyiségű cukortartalomnak köszönhetően. A biofinomító alapelve, hogy a nyersanyag felhasználása során a keletkező fő termékek, és egyéb kinyerhető anyagok mellett a keletkezett melléktermékek mind felhasználásra kerülnek, így a hulladék képződés minimális lesz [1-4].

A ciroktermelés Magyarországon már régóta ismert [5]. Hazánkban termesztésére [6] a meglévő, illetve a növényhez igazított technológia alkalmazásával az ország bármely területén elvégezhető. A cukorcirok felhasználása során lehetőség nyílik a növény teljes egészének hasznosítására. A szár és levél részek kiszárítása alkalmas lehet takarmányozási felhasználásra. Szemtermésük értékes abraktakarmány. A szárának belsejében található puha szivacsos szövet igen magas cukortartalmú nedvvel telített, mely élelmiszeripari és energetikai felhasználásra kerül. Ez a biomassa kiváló környezetbarát energiaforrás, felhasználásával nem szennyező energiát állíthatunk elő, ugyanakkor a parlagon maradt földek is kihasználásra kerülhetnek [7-9].

A cukorcirok növény szárának préselésével keletkező nagy cukortartalmú lé tárolásának alapvető problémája a cukortartalom gyors bomlása. Néhány óra állás után a lé savanyú szagú lesz, amely az erjedés megindulására utal. A feldolgozás, illetve feldolgozhatóság során ezért kulcsfontosságú a biológiai fertőződés elkerülése. Dolgozatomban arra keresem a választ, hogy a cukorcirok présle betöményítési technológiai sorában a centrifugálással előkezelt présle mikroszűrésénél milyen fertőtlenítő szerek alkalmasak a lé mikrobiológiai sterilitásának fenntartására.

2. Irodalmi összefoglaló

A cirok növény szára szárcsomókkal tagolt, melyen belül tömött, fehér rostos, később szivacsos állományú (parenchima) szövet található, melynek sejtjei magas cukortartalmú nedvvel telítettek [5]. A tenyészidejének vége felé, amikor a bugában a szemek viaszérése következik, a szár víztartalma egyre csökken. A cukor és keményítő felhalmozódás ennek következtében éppen ebben az időben a legmagasabb [10].



2-1. ábra Buga termésekkel [11]



2-2. ábra Cukorcirok (*Sorghum saccharatum*) [11]

A cirok trópusi-szubtrópusi C₄-es eredetű növény, mint a kukorica, burgonya, köles, cukorrépa stb. Az úgynevezett Hatch-Slack-ciklus során a CO₂ fixálás több ATP felhasználással jár, mint a Calvin-ciklus (C₃-as út). A többlet energiát a trópusi növények arra használják, hogy nappal a gázcserenyílásaikat zárva tartsák, így védekeznek a felesleges vízpárologtatással szemben [11-13]. CO₂ növekedésre intenzívebben reagálnak, gyorsabb a transzportjuk, és a cukor létrehozásuk. Hőmérséklet növekedésével arányosan nő a fotoszintézisük. Más növényekhez képest jobb a víz felhasználó képessége, így aszályos időkben magasabb száraztermést hoz, mint a többi növény [6].

Talaj összetételével szemben szerény igényű, azonban ásványi anyagokban gazdag talajokon nagy termést hoznak. A klimatikus tényezők hatása jelentősebb, a hőigényes növények közé sorolható [10]. Magyarország a ciroktermesztés északi határvonalán helyezkedik el. Hazánkban az 1920-1930-as években már elkezdődött a takarmánycirok termesztése, de nagyobb mértékben csak a II. világháború után kezdett elterjedni. A II. világháború után ugyanis a cukorgyártás beindulásáig a belőle kisajtolt és besűrített cukordús szirup

helyettesítette a cukrot. Napjainkban az egyik legnagyobb hozamot termő növények közé sorolják [6].

A cirok aratását követően, a szárat megtisztítják az esetleges földtörmelékektől, és kisebb darabokra vágják. A szárdarabokból préseléssel, nyomás hatására kicsorgó lé összetételére vonatkozólag a következő irodalmi adatok adnak felvilágosítást:

	<i>Száranyag</i>	<i>Összes</i>	<i>Red.</i>	<i>Nádcukor*</i>	<i>Hamu</i>	<i>Keményítő</i>	<i>pH</i>
	%	<i>cukor %</i>	<i>Cukor %</i>	%	%	%	
Minimum:	13,9	9,5	3,8	3	0,35	0,1	4,1
Maximum:	22,2	21,2	13,7	13,2	0,95	0,6	6
Átlag:	18	15,6	6,4	8,6	0,66	0,35	4,9

2-3. ábra Sajtott ciroklevek összetétele [5] * *szacharóz*

A préslére jellemző a sok lebegő anyag: az elroncsolt sejtek maradványa, sejtfal törmelék, kloroplaszt szemcsék. Ezek okozzák a préslé szürkés zöld színét, zavarosságát és kolloid tulajdonságait. A lében oldott nemcukor anyagok közül jelentős mennyiségben fordulnak elő növényi savak, mint almasav, akonitonsav, oxálsav, citromsav, melyek a lé savanyúságát és a nádcukor inverzióját okozzák [5].

A nyers ciroklevekben több betegséget okozó baktérium és gomba is fellelhető. A baktériumos levélcsíkosságot a *Pseudomonas andropogoni*, *Phytomonas andropogoni*, és *Bacterium andropogoni* okozzák, mely minden ciroktermő államban előfordul. A leveleken vörös vizenyős foltok jelennek meg. A baktériumos levélfoltosság kórokozója a *Pseudomonas syringae*. A levelek felszínén hosszúkás formájú, sárgás-barnás színű foltok mutatkoznak, ezek nem nyálkásak, mint az előbb említett kórokozó esetén. Hasonló foltos, vonalkás betegséget okoz a *Xanthomonas holcicola*, mely a hűvösebb régiókban elterjedt. A foltok közepe vöröses barna színű, nyálkás felületű.

Gombás fertőzés is okozhatja a cukorcirok növény megbetegedését. A *Sclerospora sorghi* a főhajtásokon betegíti meg a növényt, minek következtében azok alacsonyak és bokrosak lesznek. Ez a gomba a nitrogénben gazdag talajokon, és csapadékos területen termesztett növényeket fenyegeti. A buga szemtermését károsítja a *Puccinia purpurea*, a *Sphacelotheca sorghi*, mely igen gyakori hazánkban; a *Sphacelotheca cruenta* jelentősége kisebb, de 1965-ben

Kínában 90%-os termésvesztést okozott. Minden ciroktermő országban igen jelentős károkat okoz a *Sorosporium reilianum*, a bugaüszög kórokozója. A levél fehér-sárgás foltosságát idézi elő a *Phyllosticta sorghina*, mely Észak-Amerikában okoz károkat. A levélzet száraz, fekete olykor vöröses színű foltosságát *Phoma insidiosa* gomba okozza. Hasonló, vöröses színű száraz foltokat okoz a leveleken az *Ascochyta sorghi*. Hosszú esőzések, magas páratartalom után jelentkezik a *Colletotrichum graminicola* által okozott betegség, mely olyan mértékű is lehet, hogy az egész levél pusztulását idézi elő. A *Nigrospora oryzae* kártétele következtében a szártó elkorhad, és a növények még fejlődésük közben eldőlnek. Főként a gyökérszövetet támadja meg a *Sclerotium delphini*, a fertőzés következménye gyakran a növény pusztulása [10].

Időjárástól függően zöldhozama eléri az 50 - 90 t/ha-t, és az ehhez tartozó 4-9 t/ha cukortartalmat. Ennél nagyobb hozamra csak a cukorrépa képes, de ez a talaj és csapadék szempontjából egyik legigényesebb növényünk [6].

Mindezek alapján látható, hogy a cukorcirok növény ígéretes biofinomító alapanyag.

3. A dolgozat célkitűzései

Kísérleteim során a növényből préseléssel kinyerhető magas cukortartalmú lé több lépésben történő kezelését végeztem el és különböző fertőtlenítő szereket használtam annak vizsgálatára, hogy megállapítsam, mely fertőtlenítő szer alkalmas a mikrobiológiai fertőzés megállítására. Az egyes tisztítási lépések a következők:

- Centrifugálás
- Dead-end mikroszűrés
- Cross-flow mikroszűrés

Centrifugálás során a lé homok- és a nem vízdoldható keményítő tartalma, illetve durva szálal növényi részei elválaszthatók és később szárított formában takarmányozási kísérletekhez felhasználhatók. A centrifugálás során a durva szálal növényi részekből további sejtlé távozik, amelynek következtében annak sűrűsége megváltozik és a felülúszó felszínére kerül. A cross-flow membránszűrés előtt ezért egy dead-end mikroszűrés elvégzése szükséges a lebegő

részek eltávolítása, és a cross-flow membránszűrő berendezés eltömődésének megakadályozása céljából. A cross-flow mikroszűrésnél alkalmazott membrán által visszatartott retentát a növény kloroplaszt szemcséit és egyéb, a kolloid tulajdonságot okozó anyagokat tartalmazza. Kérdésként merül fel, hogy a tiszta permeátum milyen körülmények között tárolható, ezért a hűtött és szobahőmérsékletű tárolás közti különbségét vizsgáltam. A mikroszűrések között a membrán tisztítására és a lében található mikroorganizmusok gátlására három különböző fertőtlenítőszeret használtam. A mikroszűrésre betáplált felülúszóból és a permeátumból is élőcsíraszámot határoztam meg az alkalmazott fertőtlenítőszer hatását igazolására.

4. Elméleti összefoglaló

4.1 Centrifugálás

A centrifugálás alkalmas nem elegyedő folyadékok szétválasztásra, folyadékban elosztatott szilárd anyag eltávolítására, nedves szilárd anyag mellől a feleslegessé vált folyadék eltávolítására, illetve az előbb felsoroltak bármely kombinációjában. A centrifugálandó minták általában heterodiszperz rendszerek, melyek makro-, mikro-, és molekuláris mérettartományú összetevői a közegüktől és egymástól fizikai-kémiai paramétereik különbségei alapján választhatók el [14]. A centrifugális erőterben történő szétválasztás több százszor gyorsabb, mint a nehézségi erőterben. A centrifugális erő, ha egy m tömegű test ω szögsebességgel forog tengelye körül, egy r sugarú körön, akkor

$$C = mr\omega^2 = m \frac{v^2}{r}$$

ahol v [m/s] a kerületi sebesség [15].

Az elválasztás hatékonysága a centrifugálás fordulatszámával, illetve a centrifugálási idő (tartózkodási idő) helyes megválasztásával növelhető. A centrifugáknál a leállításhoz használt fékezőerő változtatható. A fékezőerő illetve a lecsengési fokozat nagysága befolyásolja a centrifugálás során lerakódó szálal növényi részek visszakeveredését, ezzel rontja a centrifugálás hatékonyságát. Kísérleteimben a centrifugálás során nem használtam fékezőerőt, a lecsengési fokozat 0 volt.

Korábbi szakdolgozatban igazolták, hogy a cukorcirok présle centrifugálásával a préslemben található lebegő anyagok nagy része eltávolítható. A centrifugálási maradékban a növény betakarításakor annak felületére kerülő homok, szerves növényi szármaradványok (rostanyag) és keményítő található. [16]



4-1. ábra Rotina 380 típusú centrifuga [17]

4.2 Mikroszűrés

A centrifugálással nyert felülúszót kémiai átalakítás nélkül, szelektíven, mikroszűréssel tisztíthatjuk meg a nem kívánatos szennyeződésektől. Ezen szeparációs technika során a betáplálásra kerülő folyadékáram két részre, a permeátra és retentátra oszlik. A membrán az elválasztás lényegi eleme, tulajdonképpen egy permszelektív gát két fázis között, azaz egyszerre átjárható (permeábilis) és szelektív [18]. A felülúszót a membrán betáplálási oldalára töltjük, majd kémiai potenciálkülönbséget hozunk létre a membránon keresztül. Az elegy komponensei az így kialakult hajtóerő hatására áthaladnak a membránon és a permeátum oldalára kerülnek [15]. Méréseim során nyomás-különbség által létrehozott membránszeparációs műveletet végeztem. A membránszeparációs technika több tudományterületet érintő elválasztási problémára jelenthetnek megoldást. Ide sorolható az élelmiszeripar, azon belül is a sör- vagy tejipar; papír- és textilipar, vegyipar stb.

Előnye más elválasztási eljárással szemben:

- folytonossá tehető
- kicsi az energiaigénye

- könnyen kombinálható más műveletekkel
- a méretnövelés egyszerű
- variálható
- környezetbarát

Természetesen hátrányai is vannak:

- eltömődés
- koncentráció-polarizáció
- a membránok élettartama rövid
- kicsi a szelektivitás vagy a fluxus.

Egy adott membrán teljesítménye vagy hatékonysága a szelektivitásával, illetve áteresztőképességével adható meg. Az áteresztőképességet fluxusnak vagy permeációs sebességnek is nevezik. A fluxus az a térfogat, amelyet a membrán egységnyi felülete egységnyi idő alatt átereszt. Az áteresztő képesség leírható a kapilláris áramlási modell segítségével, mely a kapillárisokon keresztül történő lamináris áramlás Hagen-Poiseuille-egyenlettel leírható összefüggésen alapul.

$$J = \frac{dV}{A \cdot dt} = \frac{\Delta p \cdot d^2 \cdot \varepsilon}{32 \cdot \eta \cdot l}$$

V szűrletmennyiség [m³]

t idő [s]

Δp nyomás [Pa]

A szűrőfelület [m²]

d pórusátmérő [m]

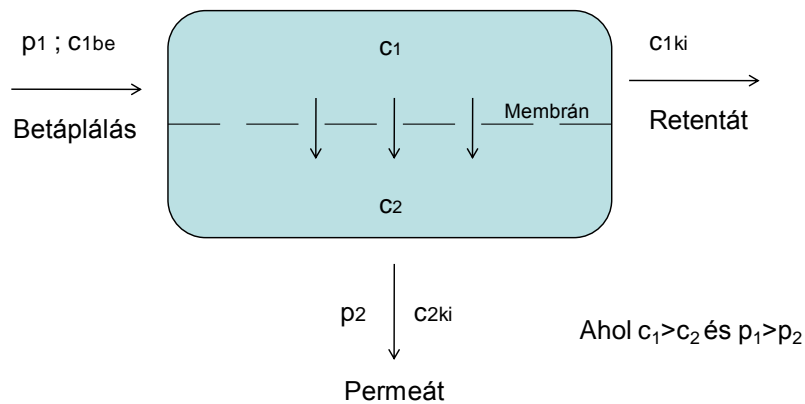
ε porozitás (áramlási keresztmetszet összessége a membrán felületre viszonyítva) [m²/m²]

η szűrlet dinamikai viszkozitása [Pa·s]

l működő réteg vastagsága [15].

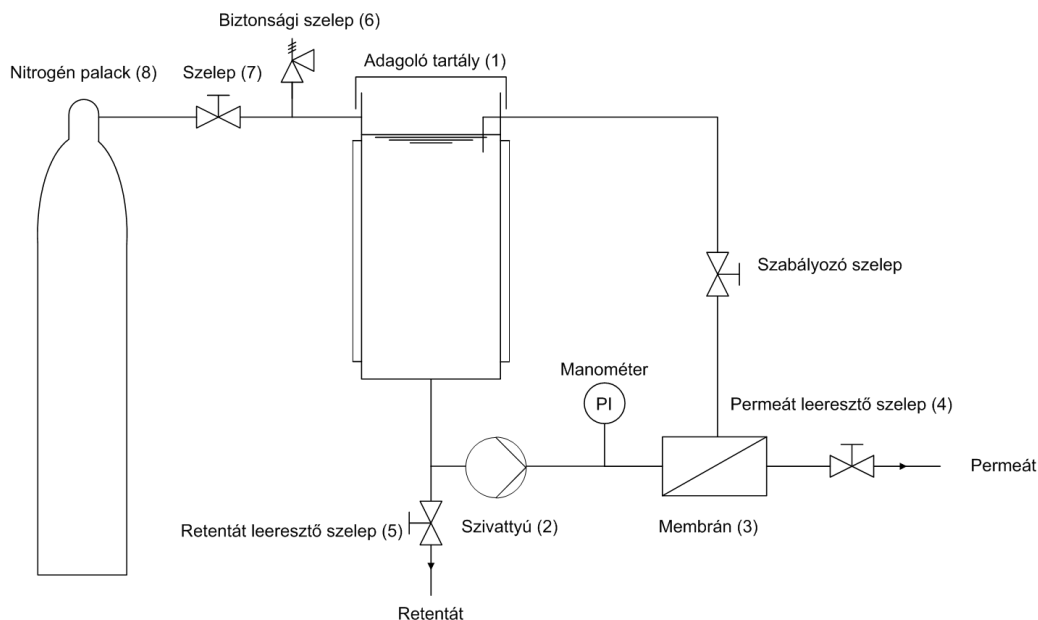
A mikroszűrés során a kolloid méretű szemcsék fennmaradnak, a makromolekulák, cukrok, só és a víz átmennek a membránon. A művelet során alkalmazott membrán tulajdonságait az oldott anyag mérete és fizikai, kémiai tulajdonságai alapján választják meg. A mikroszűrő membránok pórusmérete 10-0,05 μm közötti tartományban mozoghat. Alkalmazásuk során probléma lehet a fluxus csökkenés, aminek oka egyrészt a koncentráció-polarizáció, másrészt az eltömődés. Működtetésük szakaszos és cross-flow üzemmódban is megvalósítható. A párhuzamos áramoltatás során az egyes szűrési ciklusok időtartama növelhető, és relatíve ritkábban igényel tisztítást, mint a hagyományos szűrési elven működő mikroszűrés [15, 18].

A keresztáramú szűrés modellje



4-2. ábra Cross-flow szűrés folyamatábrája [15].

A mikroszűréshez használt berendezés sematikus rajzát az alábbi 4-3. ábra mutatja.



4-3. ábra Membránszűrő készülék [19]

4.3 Hígításos lemezöntés, élőcsíraszám meghatározás

Az élőcsíraszám meghatározása tenyésztési módszerekkel történik. Az első lépés homogén szuszpenzió készítése a vizsgálandó mintából, melyet alapsuszpenziónak nevezünk. Ezen alapsuszpenzióból tízes léptékű hígítási sorozatot készítenek. Az alapsuszpenzióból és a soron következő hígított mintából folyékony tápoldatba, vagy szilárdított táptalajba, vagy ennek felületére oltanak. Megfelelő inkubációs idő után megfigyelik, hogy milyen hígításokból végzett leoltásnál mutatkozik mikroorganizmus fejlődés a folyékony táptalajban, illetve a szilárd táptalajok esetén megszámlálják a kifejlődött telepeket [21]

4.5 Fertőtlenítés

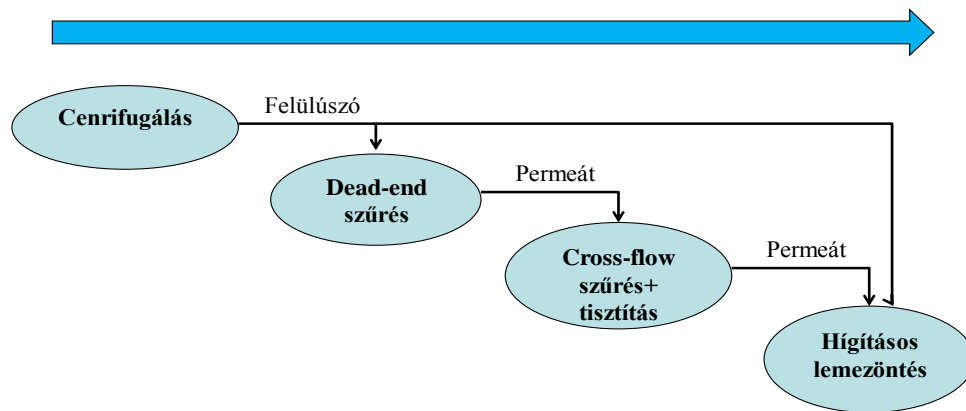
A mikroszűrés során, mivel természetes közegből származó szuszpenziót használtunk, a berendezés szűk csővezetékeiben és a membrán felületén, vagy pórusaiba tömörült mikroorganizmusok nem távolíthatók el maradéktalanul egyszerű csapvizetes mosással. A berendezés fertőtlenítésére három különböző tisztítószerrel választottam.

A mikrobák szaporodási körülményeit befolyásoló abiotikus környezeti tényezők lehetnek fizikai vagy biokémiai faktorok. Az alkalmazott fertőtlenítőszerrel ezek alapján választottam. A 70 m/m%-os *etil-alkohol*, mely nagyon erős baktericid hatású; az erősen savas, 1,7-es pH-jú

citromsavoldat, ami számos mikroorganizmus szaporodását gátolhatja; és végül a *Sanosil super 25 Ag*, mely hidrogén-peroxid és ezüst komplexét tartalmazza mely mellékhatások nélkül elpusztít valamennyi patogén baktériumot, amóbát, gombát, vírust, penészt [22].

5 Kísérletek, módszerek

Kísérleteimet az alább feltüntetett technológiai sorrendben valósítottam meg, melyet 3 éve folyó kutatások eredményeképp állítottak fel.



5-1. ábra Kísérletterv

1. Nyers présle centrifugálása
2. Dead-end szűrés, a centrifugálási felülúszó durva mikroszűrése Büchner tölcsér és 603N típusú, >15 μ m pórusátmérőjű membránnal, vákuumszivattyú segítségével
3. Cross-flow mikroszűrés, 0,1 μ m pórusátmérőjű C010F NADIR típusú membránnal, 10 bar nyomású nitrogén gáz betáplálásával
4. Mikroszűrést követő berendezés és membrántisztítási lépés
5. A betáplált felülúszó, és permeátum élőcsíraszám meghatározása hígítási lemezöntéssel

5.1 Centrifugálás

A cukorcirok présle centrifugálását korábbi kísérletek során meghatározott optimális paraméterek alapján végeztem [16]. A centrifugálás során 0 lecsengési fokozat, 5000 fordulat/perc beállítás mellett dolgoztam. A művelet 30 percig tartott. A méréshez Rotina 380 típusú gépet használtam. Centrifugálás során a 0 lecsengési fokozat fékező erő nélküli megállást jelent, így a maradék fellazulása, illetve felkeveredése elkerülhető. A berendezés percenkénti 5000-es fordulatszáma a legnagyobb elérhető fokozat ezen a típusú gépen. (Ez 5870-es centrifuga jelzőszámot jelent.) A legmagasabb fordulatszámmal érhető el a legmegfelelőbb elválasztás.

5.2 Dead-end szűrés

A mikroszűrés megkezdése előtt a felülúszót Büchner tölcséren, >15 μm -es, 603N típusú $75\text{g}/\text{m}^2$ 8 sec/10 ml átfolyási sebességű szűrőn vízsugárszivattyú segítségével le kellett szűrni, mert a préselés során a különböző szálás anyagok sűrűsége megváltozott, így azok eltérő mértékben ülepedtek ki a centrifugálás során, és a még lebegő részek eltömítenék a mikroszűrő berendezés csatornáit és a membrán pórusait. A felülúszó pH-ját és fajlagos vezetőképességét megmértem a betáplálás előtt.

5.3 Cross-flow mikroszűrés

A centrifugálási felülúszó mikroszűrésére egy CELFA P-28 (Membrantrenntechnik AG) membrán teszt berendezést használtam egy 0,10 μm -es pórusátmérőjű C010F NADIR típusú membrán szűrővel. Méréseim során cross-flow üzemmódban végeztem a szűrést. Keresztáramú szűrés esetén a finom pórusú membrán felületével párhuzamosan áramlik a szuszpenzió, miközben a komponensek egy része a hajtóerő hatására átlép a permeátum oldalára.

Mikroszűrés során a sűrű, nagy cukortartalmú présle szűrésének megkönnyítésére 10 bar nyomású nitrogén gázt alkalmaztam, mely a folyamat hajtóerejét jelentette. Ezen művelet célja, a nagy molekulájú oldott anyagok elválasztása az oldott cukroktól, azaz kolloid oldat szűrése, és a cukrok szűrletben történő kinyerése. A kinyerni kívánt cukoroldat permeátum formájában, folyamatosan távozott a berendezésből. A maradék, vagyis a retentátum a

membrán felett helyezkedik el és csak a mérés befejeztével engedhető le. A mérés során a berendezést 19,5°C-os vízköpeny járta át, ezzel egy állandó hőmérsékletet biztosítva a művelet egész ideje alatt.

A dead-end szűréssel tisztított felülúszót betöltöttem a tartályba, majd elindítottam a köpeny hűtővizét és a keresztáramú keringetéshez szükséges szivattyút. A hajtóerőt, vagyis a 10 bar nyomású nitrogéngázt lassan, fokozatosan adagoltam a membrán épségének megőrzése végett. A hirtelen nyomásváltozást a membrán nehezen viseli, és könnyen kiszakadhat. Miután a rendszer elérte a kívánt nyomást, megindítottam a permeátum elvételét. A szűrlet minden 10 ml-éhez tartozó időt feljegyeztem, és a membrán effektív felületének ismeretében ebből számítottam a mikroszűrésre jellemző fluxust, a permeációs sebességet.

A permeátum kinyerését követően, leállítottam a szivattyút és elzártam a nitrogén palack főcsapját. Ezt követően, a berendezésből lassan, fokozatosan leengedtem a sötét színű, koloidos maradékot a membrán felszínéről.

A permeátum és retentátum kinyerését követően, leállítottam a berendezés köpenyének hűtését, és hideg csapvízzel átmostam a mikroszűrő tartályt és vezetékeit. Azért csapvízzel végeztem a mosást, mert ez ipari szempontból költséghatékonyabb megoldás, mint a desztillált vizes mosás.

Az átöblítést követően elvégezhettem a kiválasztott fertőtlenítőszer 1 órán keresztüli keringetését. Ellenőrzés céljából mintát vettem a permeátumból, és később ezek hígítással lemezöntését is elvégeztem.

Minden kísérletet háromszor ismételtam a hatékonyság megállapítása miatt.

5.4 Mikroszűrést követő berendezés és membrántisztítási lépés

A nyers préselé, mivel természetes környezetből származik, igen nagy sokféleséget mutat a benne található mikroorganizmusokat tekintve. Kísérleteim során olyan fertőtlenítőszereket választottam, melyek a mikrobák szaporodási körülményeit befolyásolják, és kevésbé terhelik a környezetet a korábban alkalmazott klór tartalmú vegyszernél. Az alkalmazott fertőtlenítőszer 70 m/m%-os *etil-alkohol*, 1,7-es pH-jú *citromsavoldat* és *Sanosil super 25 Ag*, mely hidrogén-peroxid és ezüst komplex oldatát tartalmazza [22].

A mikroszűrést követően hideg csapvizet mosást végeztem. A tartályba töltöttem 50 ml csapvizet és 1 percig keringtettem a berendezésben. A mosást a négyszer ismételt meg. A leengedett csapvizet félretettem, lefagyasztottam esetleges további vizsgálatokra. Ezt követően a fertőtlenítőszeres mosás következett. Minden fertőtlenítőszer esetén 50 ml-t töltöttem a tartályba és 60 percig keringtettem a készülékben.

5.5 Élőcsíraszám meghatározás

A mikroszűrésre betáplált és mikroszűrt permeátumból is mintát vettem, majd az élőcsíraszám meghatározást két sorozatban, tenyésztési módszerekkel végeztem. A meghatározáshoz szükséges hígítási sorozatnál sterilizált csapvizet használtam. Az alkalmazott táptalajokat tekintve kétféle, maláta és peptonnal emésztett húslé alapú, úgynevezett Nutrient táptalajt használtam. A maláta agar élesztő gombák, míg a húslé alapú táptalaj a baktériumok kimutatására szolgál. A természetes közegből származó mintákat fontos volt minél több mikroorganizmus törzsre vizsgálni.

A táptalajok elkészítésénél használt recept:

Maláta agar (11-re)

20 g maláta kivonat

1 g pepton

5 g glükóz

20 g agar

A fent felsorolt összetevőket 1 liter sterilizált csapvízzel homogenizáltam, majd teljes feloldódásig forraltam. A második sorozat esetén klóramfenikol korongot áztattam ki, és ezt hozzáöntöttem a maláta agarhoz, ami így 0,12 g/l –es koncentrációban tartalmazta az antibiotikumot, így gombákra szelektív táptalajt kaptam.

Nutrient táptalaj (11-re)

5 g Pepton

3 g Beef extract

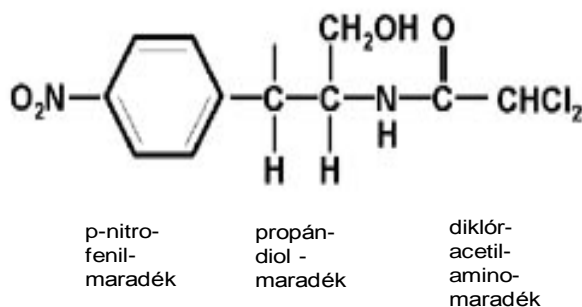
8 g Nátrium klorid

12 g Agar No.2.

Miután 1 liter sterilizált csapvízzel teljes feloldódásig összefőztem, 15 percig 121°C-on autoklávozni kellett [23].

A még folyós állagú, de már nem forró, körülbelül 45-50°C-os táptalajokat használhattam lemezöntésre, így az esetleges élőcsírákat nem forráztam le. A megemelt fedelű steril Petri-csészékbe körülbelül 15 ml táptalajt töltöttem. Visszahelyezve a fedelüket ötször, az óramutató járásával megegyező irányban, majd ellenkező irányban az asztallap felszínén csúsztatva körkörösén mozgatva elegyítettem, úgy hogy táptalaj a fedélre nem kerülhetett. Miután megszilárdult a közeg, a Petri-csészét fordított helyzetben az inkubációs szobába helyeztem. Az inkubációs idő a gombák esetében több napot vett igénybe, mint a baktériumoknál.

A második tenyésztés során a maláta agart széles hatás spektrumú klóramfenikollal kellett kiegészítenem, mert a korábbi mérésnél használt maláta agaron kifejlődött telepek felszínéből baktérium okozta infekcióra következtettem. A klóramfenikol olyan antibiotikum, mely mind a Gram-pozitív, mind a Gram-negatív baktériumok, sugárgombák és rickettsiák, valamint nagyobb vírusok ellen hatásos. A talajban élő *Streptomyces venezuelae* nevű baktériumban akadtak rá az 1940-es évek végén a klóramfenikolra. Termeli még továbbá a *S. phaeochromogenes* var. *chloromyceticus*, a *S. amilyaensis* és további sztreptomicesz fajok is.



5-2. ábra Klóramfenikol szerkezeti képlete [24]

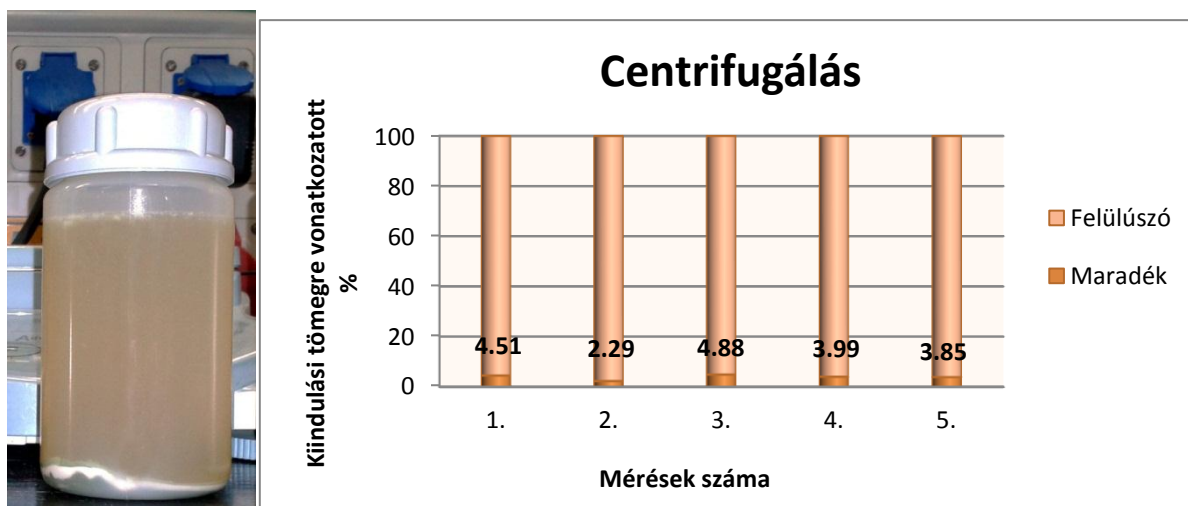
A klóramfenikol specifikusan kötődik a 70 S riboszómák 50 S alegységéhez és blokkolja a peptidil-transzferáz reakcióit, amely idő előtti lánchasadáshoz vezet, így gátolja a fehérje szintézist. Általában a molekuláris biológiában a prokariótákban transzlációnak a nukleinsav szintézis befolyásolása nélküli gátlására használják [25, 26].

A megfelelő inkubációs idő elteltével megszámláltam a Petri-csészében kifejlődött telepeket. Az eredmények CFU/ml mértékegységben értendők. A CFU- Colony Forming Unit, azaz telepképző egység [21].

6 Eredmények és értékelésük

6.1 Centrifugálás

A centrifugálás során 5 párhuzamos mérést végeztem. Minden mérésnél ugyanazon beállításokat használtam. A kiindulási oldat 1 liter térfogatú volt, melyet a centrifuga csövekbe 0,1g pontossággal kellett elosztani.

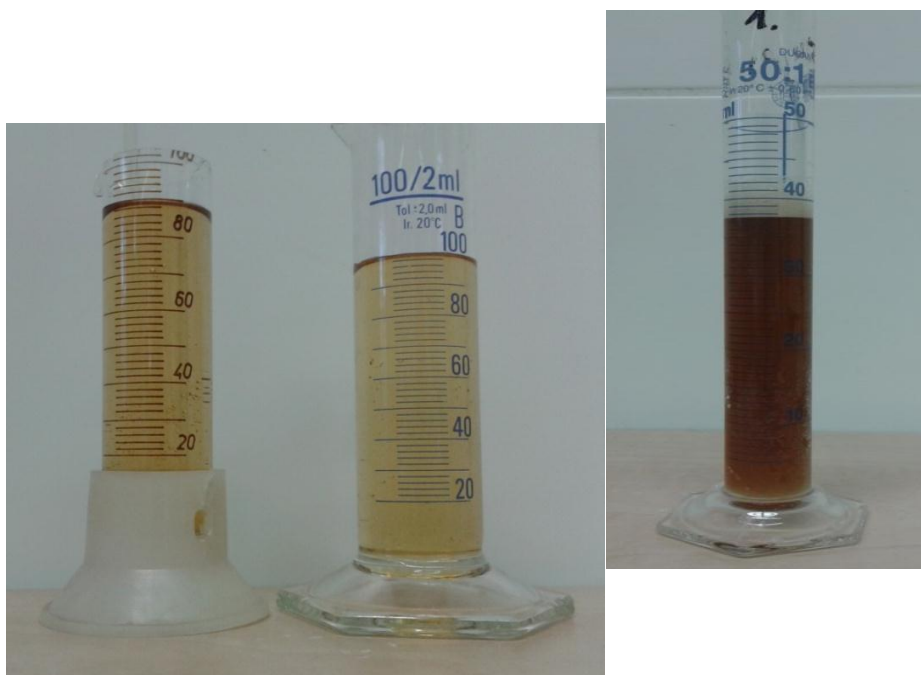


6-1. ábra Centrifugálás kiértékelése

Az öt ismételt mérésből átlagosan 3,9 m/m% maradékot és 96,1 m/m% felülúszót kaptunk. A centrifugacsövekben is jól látszott, hogy a maradék igen magas nem vízoldható keményítő tartalommal bír a préslemben található egyéb növényi részek mellett. A későbbi, szárazanyag tartalom mérés kiértékelésénél tárgyalom a maradék és a felülúszó további felhasználásának lehetőségeit.

6.2 Mikroszűrés

A permeátum élénksárga, teljesen áttetsző, tiszta oldat volt.



6-2. ábra Mikroszűrés permeátuma (bal oldali kép) és retentátuma (jobb oldali kép)

A mikroszűrésre betáplált centrifugálási felülúszó kezdetben meghatározott pH és fajlagos vezetési eredményei:

	1.E	2.E	3.E	1.C	2.C	3.C	1.S	2.S	3.S
κ (mS/cm)	7,81	7,75	7,07	7,39	6,97	7,9	7,56	7,48	7,41
pH	4,91	4,92	4,94	4,92	5,01	4,95	5,07	5,01	5

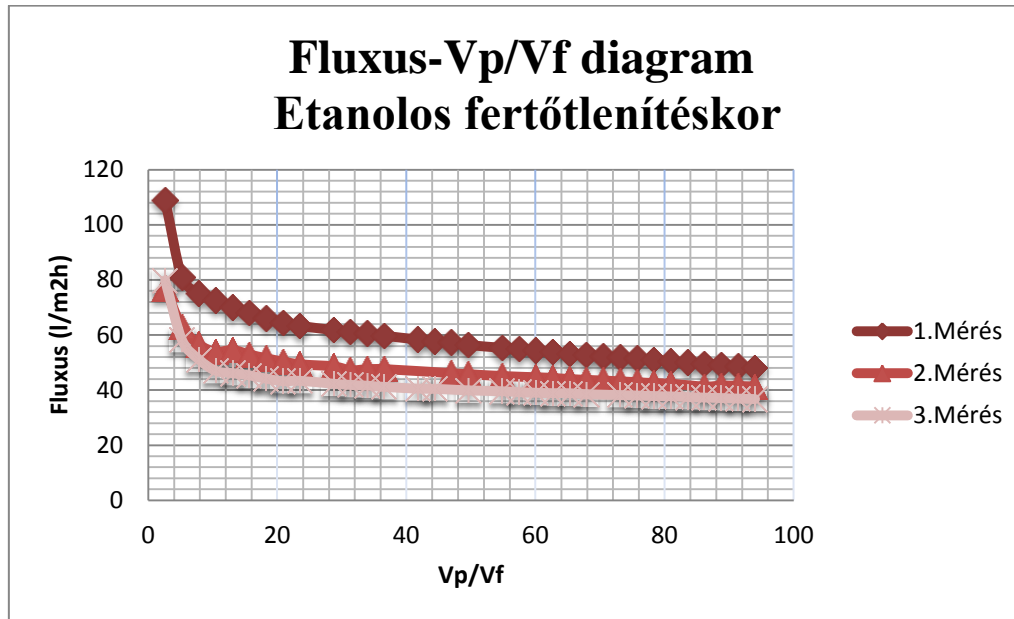
1. táblázat pH és fajlagos vezetési mérési eredményei (E:etanolos, C:citromsavas, S:Sanosiles fertőtlenítőszer esetén, a számok az egyes fertőtlenítőszerrel végzett mérések sorrendjét mutatja)

Átlagosan a fajlagos vezetőképesség 7,48 mS/cm és a pH 4,97 a vizsgált centrifugálási felülúszók esetén.

Minden mikroszűrés után a korábban kiválasztott fertőtlenítőszeret egy órán át keringtettem a berendezés működtetéséhez minimálisan szükséges mennyiséggel, azaz 50 ml-rel (amely a tartályba tölthető maximális térfogatnak 10 V/V%-a).

6.2.1 Etanolos fertőtlenítés

Az elsőként alkalmazott fertőtlenítőszer 70 m/m%-os etil-alkohol volt. A mikroszűrésre jellemző permeációs sebességet, fluxust ábrázoltam a kinyerés függvényében. A kinyerés a permeátum térfogata viszonyítva a kiindulási minta térfogatához (V_p/V_f).



6-3. ábra Etanolos fertőtlenítést követő fluxus változás

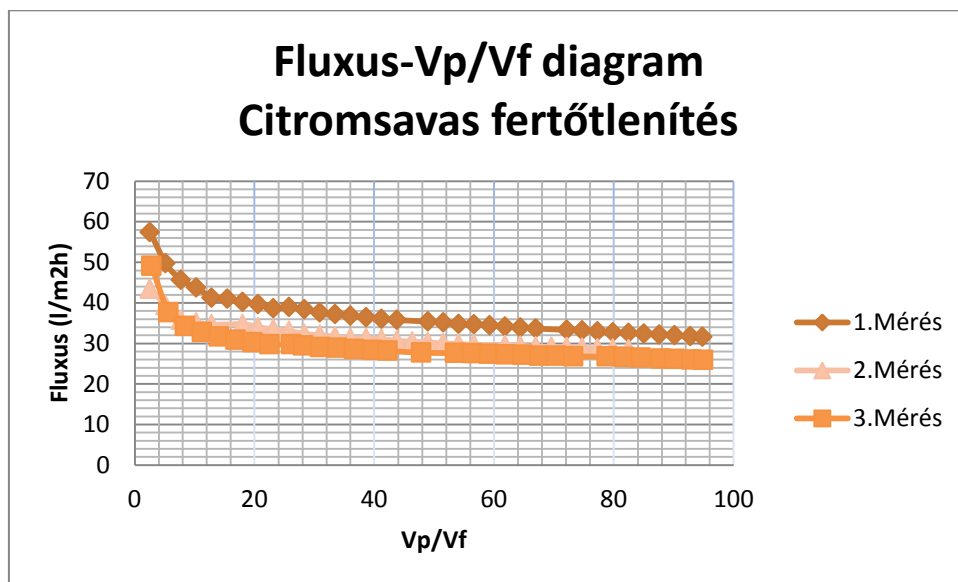
Az etanolos fertőtlenítést követően ábrázolt fluxusokon látszik, hogy a mérések sorrendjében egyre csökkenő eredményeket kaptam. Az első mérést követően átlagosan a fluxus $65 l/m^2h$, a második mérés után $55 l/m^2h$, míg a harmadik esetben már $40 l/m^2h$ alá esik. Ebből a membrán egyre csökkenő pórusméretére következtethetünk, ami arra utal, hogy a 70m/m%-os etanol használata a berendezés tisztítására nem volt megfelelő, a kiszűrt anyagok a membrán pórusait eltömtek, és az áramlási keresztmetszetet szűkítették, ezáltal a fluxus csökkenését okozták. A betáplált oldatból és a permeátumokból is kis mennyiségű mintákat tettem félre élőcsíraszám meghatározáshoz. Ezeknek az eredményeit később értékelem ki.

6.2.2 Citromsavas fertőtlenítés

A következő három minta mikroszűrését követően 1,7-es pH-jú citromsav oldatot alkalmaztam fertőtlenítő és tisztító folyadékként.

Az alábbi diagramon a mérések sorrendjében csökkenő fluxus látszik, mint az etil-alkohollal történő fertőtlenítést követően. Ez azt igazolja, hogy a citromsav nem megfelelő a membrán

felületének tisztítása szempontjából. A membránszűrő pórusai egyre csökkenő keresztmetszetűek, így a permeációs sebesség is egyre csökken. A harmadik mérés végére a fluxus $26 \text{ l/m}^2\text{h}$ -ra esik, amely az első mérésnek a $\frac{3}{4}$ -e.



6-4. ábra Citromsavas fertőtlenítést követő fluxus változás

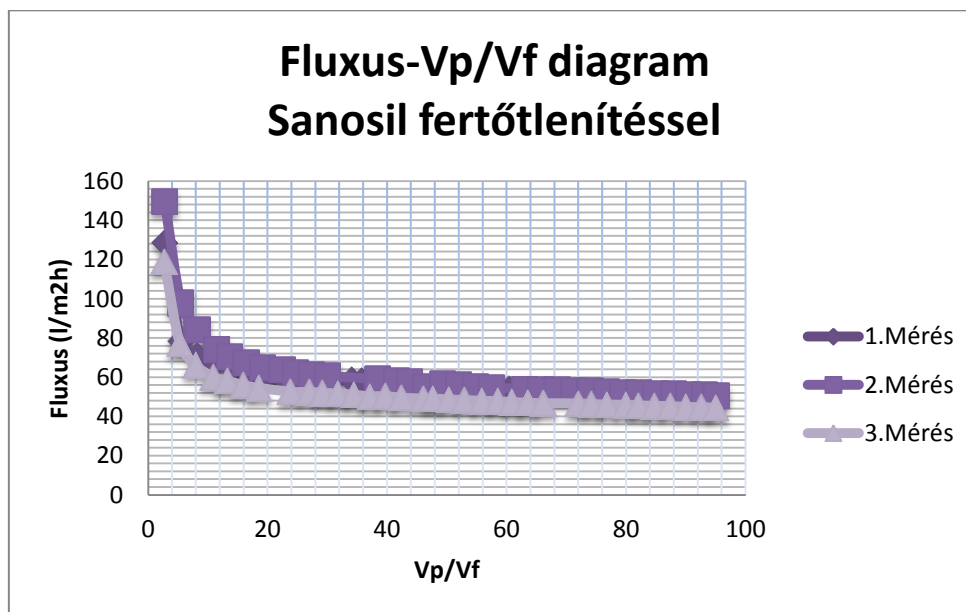
A citromsavas mérést követően hideg csapvízzel háromszor átöblítettem a berendezést, és a membrán kiszáradásának elkerülése végett körülbelül 50 ml desztillált vizet engedtem a felszínére. A következő, már Sanosiles fertőtlenítést 3 nap múlva végeztem. Amikor ezt a desztillált vizet leengedtem a membránszűrőről, a folyadékban fehér fonalas gombatelep volt látható. Ez azt jelenti, hogy a kifejlődött gombatelep a környezeti pH szempontjából acidofil, pH optimuma savas tartományba esik. Az alábbi két képen látható a kifejlődött gombatelep.



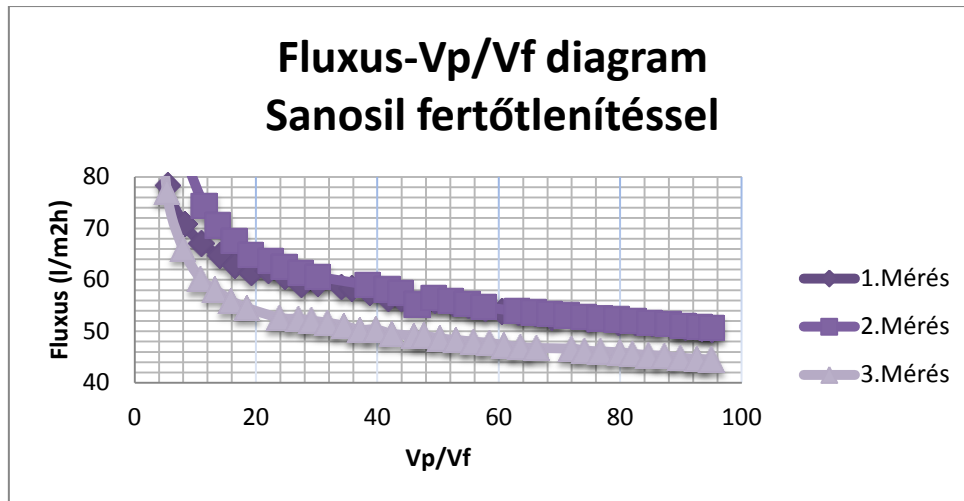
6-5. ábra Fonalas gomba felülnézeti képe a 3. nap után (bal oldali kép) és oldalnézeti képe a 6. nap után (jobb oldali kép)

6.2.3 Sanosiles fertőtlenítés

Utolsóként használt fertőtlenítőszer a Sanosil super 25 Ag. Ezüst és hidrogén-peroxid tartalmú komplex fertőtlenítőszer. Mivel a citromsavas fertőtlenítést követően egy gombával fertőzött mosófolyadékot engedtem le a berendezésből, a betáplált felülúszó fertőzésének elkerülése végett, egy 10 perces előkezelést végeztem, 50 ml Sanosilt keringtettem a szűrőben, majd alapos desztillált vizes öblítést követően betápláltam a szűrni kívánt felülúszót. A mérések végeztével a következő fluxusokat kaptam.



6-6. ábra Sanosiles fertőtlenítést követő fluxus változás



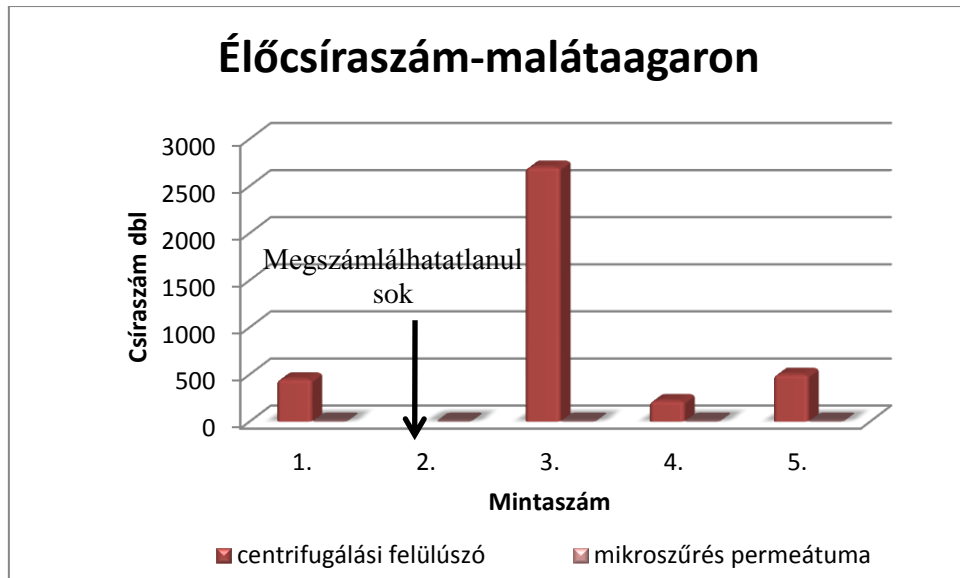
6-7. ábra Sanosiles fertőtlenítést követő fluxus változás kinagyított képe

Az első két mérés fluxusa együtt fut, így ez egyértelműen igazolja, hogy a Sanosil hatásos tisztítószer, hiszen ugyanolyan mintaösszetételt tekintve, ugyanolyan fluxus érhető el. A harmadik méréshez használt minta más üvegből származik, melynek feltételezhetően más az összetétele.

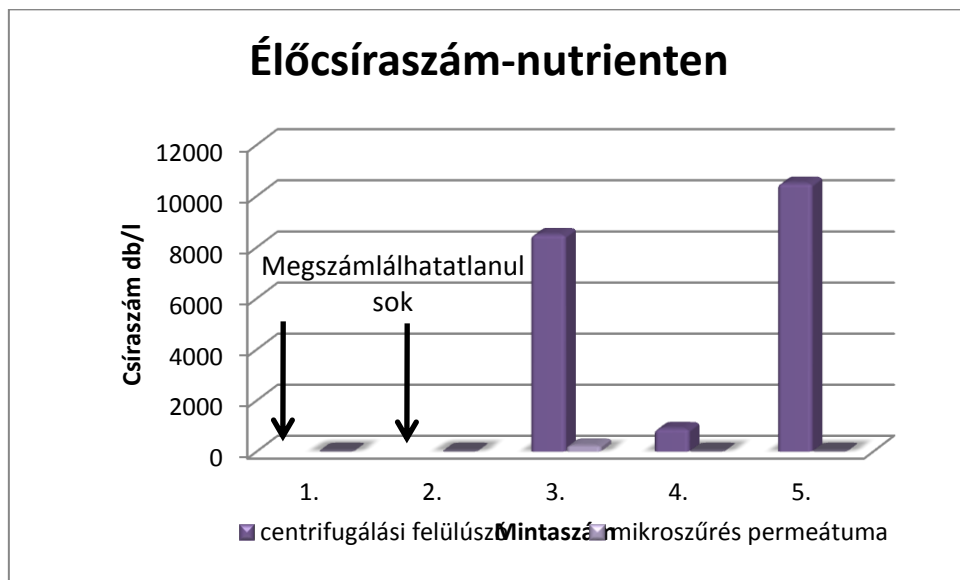
6.3 Élőcsíraszám meghatározás

A hígítási lemezöntést követően, az előírásnak megfelelő időtartamig inkubáltam a lemezeket. Az első tenyésztési sorozatban a centrifugálási felülúszót és hűtött permeátumok mintáját vizsgáltam. Az 1-3 mérés az etanolos fertőtlenítéshez, míg a 4-5 mérés a citromsavas fertőtlenítéshez tartozó felülúszó és permeátum mintái. A kifejlődött telepeket megszámlálva a következő eredményeket kaptam.

6-8. ábra a maláta agar táptalajon történt tenyésztés eredményeit mutatja. A bal oldali oszlop a centrifugálási felülúszóból, míg a jobb oldali oszlop a mikroszűrés során kapott permeátumból kifejlődött élőcsíraszámot reprezentálja. A 2. etanolos fertőtlenítéshez tartozó felülúszóból a maláta agaron, illetve a 6-9. ábra a Nutrient táptalajon kifejlődött, az 1. és 2. etil-alkoholos fertőtlenítéshez tartozó felülúszókból rengeteg gomba és baktérium telep fejlődött ki, melyeket nem tudtam megszámlálni, helyüket nyíllal ábrázoltam a diagramokon.



6-8. ábra Meghatározott élőcsíraszám maláta agaron



6-9. ábra Meghatározott élőcsíraszám Nutrient táptalajon

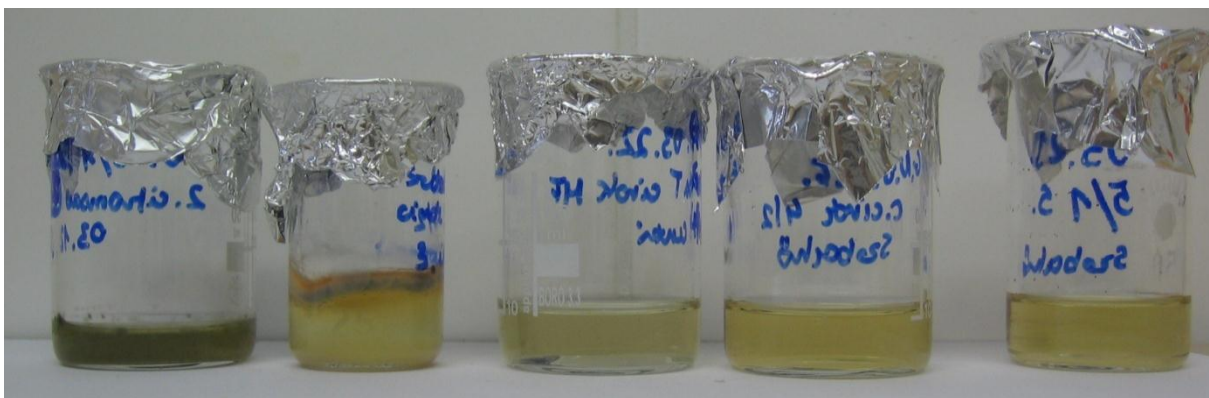
A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a centrifugálási felülűsző átlagosan 968 CFU/ml gombát és 6633 CFU/ml baktériumot tartalmaz. A mikroszűrt permeátumok a 3. etanolos fertőtlenítést követően kapott permeátumon kívül sterilek voltak gombákra és baktériumokra nézve is. A kivétel a tárolás során valószínűleg befertőződött, ez a permeátumon is látható volt a tenyésztést megelőzően is ugyanis a kiindulási oldat zavaros volt.

Azonban a kifejlődött telepek felszíne a maláta agaron, nyálkás felületű volt, ami arra utal, hogy valamilyen baktérium fertőzte be a telepeket. A telepek felszínéről kenetet vettünk, és megnéztük mikroszkópban. Sokféle coccus és pálca alakú képződményt láttunk, mely igazolta a korábbi állítást.



6-10. ábra Maláta agaron kifejlődött, baktériummal fertőződött gombatelepek

Az így kapott eredmények azonban bizonytalanok voltak, hiszen a baktérium infekció pozitív fals eredményt adott. Így a második tenyésztési sorozatban a maláta agart a már említett antibiotikummal, klóramfenikollal egészítettem ki. A specifikus táptalaj már megbízható eredményt adott. Ebben a sorozatban a minták tárolhatóságát is vizsgáltam. Fontos lenne tudni, hogy a leszűrt permeátumok csak hűtőben tárolhatók-e, vagy szobahőmérsékleten is sterilek maradnak. A kérdés megválaszolására párhuzamosan hűtött és szobahőmérsékleten tárolt permeátumokat vizsgáltam. Két minta még a citromsavas fertőtlenítés után, és három minta a Sanosiles fertőtlenítés utánról maradt. A citromsavas fertőtlenítés utáni minták szobahőmérsékleten már a 3. napot követően elkezdtek zavarosodni. A velük párhuzamosan tárolt hűtött minták látszólag csiramentesek voltak. A Sanosiles fertőtlenítést követően a szobahőmérsékleten és a hűtőben tárolt minták is szép áttetsző, tiszta oldatok maradtak. A hígítósos lemezöntés és inkubálás után megvizsgáltam a kifejlődött telepeket.



6-11. ábra Szobahőmérsékletű tárolás fokozatai (a képen bal oldalról az első két permeátum a citromsavas fertőtlenítés utáni minták, a további három a Sanosiles fertőtlenítés utáni permeátumok)

Maláta agar + klóramfenikol	Hűtve tárolt minták	Szobahőmérsékleten tárolt minták
2.citromsavas	550 CFU/ml	megszámlálhatatlan
3.citromsavas	150 CFU /ml	megszámlálhatatlan
1.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml
2.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml
3.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml

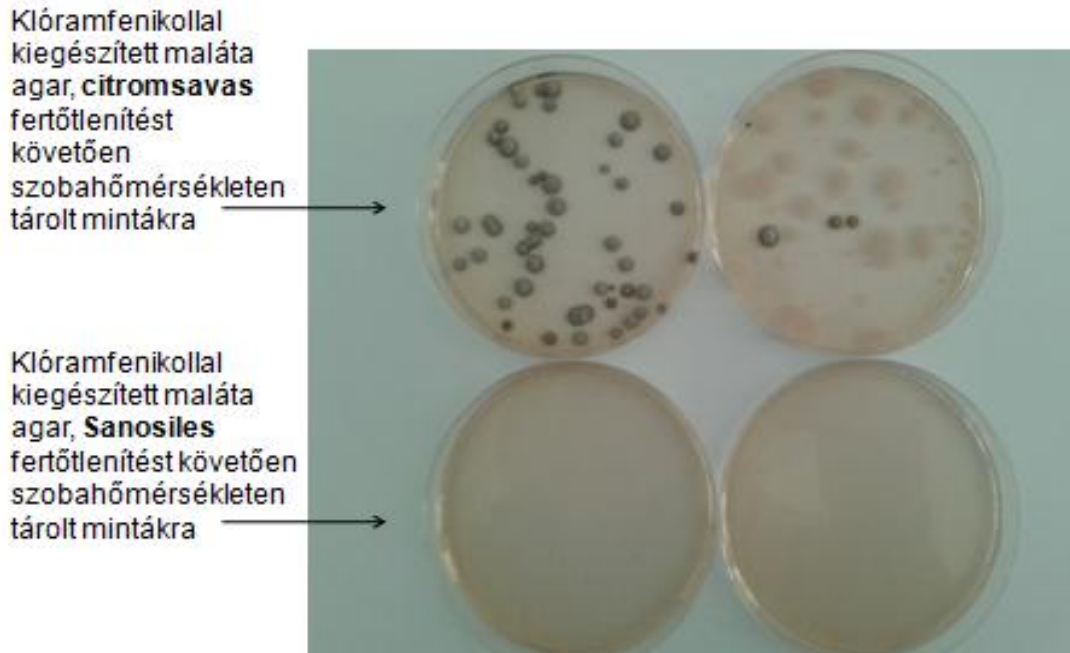
2. táblázat Klóramfenikollal kiegészített maláta agaron kifejlődött telepek száma a második mérési sorozatban (Citromsavas és Sanosiles fertőtlenítést követő minták hűtött és szobahőmérsékletű tárolás során)

Nutrient	Hűtve tárolt minták	Szobahőmérsékleten tárolt minták
2.citromsavas	720 CFU /ml	megszámlálhatatlan
3.citromsavas	320 CFU /ml	megszámlálhatatlan
1.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml
2.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml
3.sanosiles	0 CFU /ml	0 CFU /ml

3. táblázat Nutrient táptalajon kifejlődött telepek száma a második tenyésztési sorozatban (Citromsavas és Sanosiles fertőtlenítést követően hűtött és szobahőmérsékletű tárolás során)

A kapott eredmények azt mutatják, hogy **citromsavas fertőtlenítést követően**, a hűtött tárolás során átlagosan 350 db/ml gomba, és 520 db/ ml baktérium található a permeátumban. A

szobahőmérsékletű tárolás során a lemezeket teljesen befedték a telepek, nem lehetett megszámolni őket, így ez a tárolás nem lehetséges. A **Sanosiles fertőtlenítés után** viszont mind a hűtött mind pedig a szobahőmérsékleten tárolt minták a vizsgálat ideje alatt teljesen sterilnek bizonyultak a vizsgált mikroorganizmusokra. Az ilyen módon előkezelt minták tárolásához nincs szükség hűtő berendezésekre.

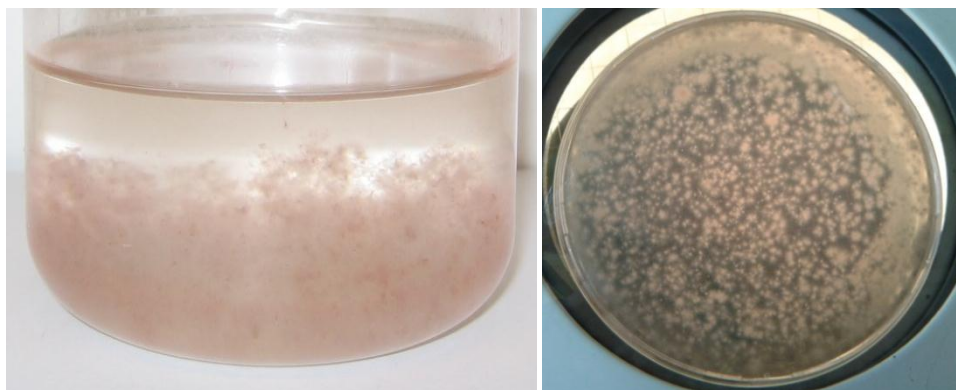


6-12. ábra A citromsavas és Sanosiles fertőtlenítést követően szobahőmérsékleten tárolt mintákból leoltott telepek láthatók (a bal oldalon, egymás alatt elhelyezett Petri-csészék a 10-szeres hígítású, míg a jobb oldali Petri-csészék 100-szoros hígítású szuszpenzióból leoltott lemezek láthatók)

A mikrobiológiai kísérletek alapján elmondható, hogy a három alkalmazott fertőtlenítőszer közül a Sanosil bizonyult a legalkalmasabbnak a mikroorganizmusok eltávolításának szempontjából is.

A citromsavas fertőtlenítés után a mosóvízben fehér fonalas gombatelep fejlődött ki. Ezt a folyadékot is félretettem, és egyre növekedett a gombatelep. Végül a felszínén rózsaszín pelyhek jelentek meg. Ebből a folyadékból is mintát vettem és hígításos lemezőntés során a

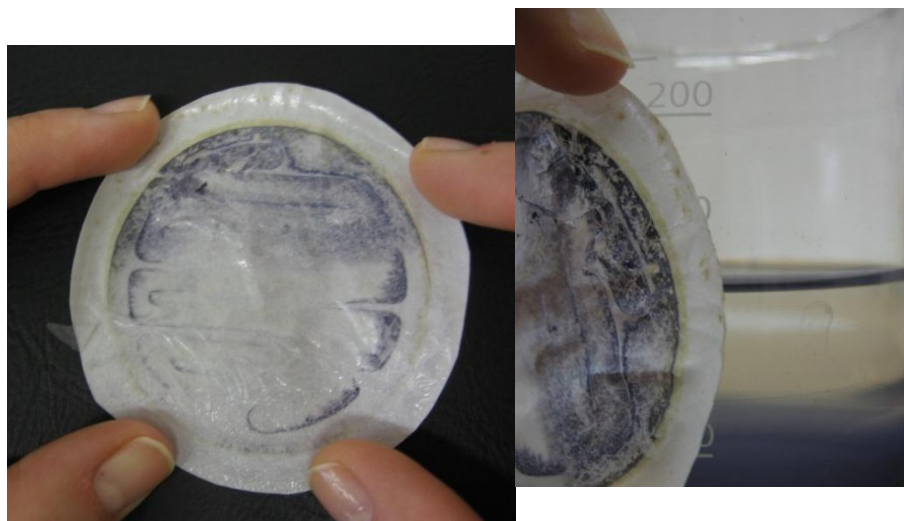
telepeket elkülönítve megpróbáltam azonosítani a kifejlődött gombafajt. Az inkubálást követően még a 100-szoros hígítás során sem kaptam elkülöníthető telepeket.



6-13. ábra Citromsavas fertőtlenítést követően a berendezésben kifejlődött gomba

6.4 A membránszűréshez használt membrán elemzése

A kísérleteim végén szétszereltem a mikroszűrő teszt berendezést. A membrántartóból kivettem a membránt és hagytam száradni.



6-14. ábra Megszáritott membrán a kísérletek végén

Az előbbi ábrán a megszáritott membrán látható a cross-flow mikroszűrési kísérletek végén. Az ábra bal oldali képén a membrán száradása közben annak felszínén a membrán feletti terelőlemezek által kialakított csatorna rajzolódott ki lila színnel. A legintenzívebb lila szín a

belépési pontnál figyelhető meg, hiszen a betáplált folyadék itt érintkezik először a membránnal. A második képen a membrán mögött elhelyezett Sanosiles fertőtlenítés utáni csapvizes öblítő folyadék látható. A főzőpohár oldalán és alján ugyanolyan lila színű anyag vált ki, mint ami a membránon is megfigyelhető. Később elvégeztünk egy röntgenemissziós spektrometriás azonosítást és megállapítottuk, hogy a membrán felszínén található lila anyag az ezüst. Ez az ezüst a Sanosil fertőtlenítőszerből vált ki a tisztítás során, ugyanis a két alapelem, az oxidáló és oxigénlebontó hatású hidrogén-peroxid (H_2O_2) valamint az oligodinamikus hatású ezüst (Ag).

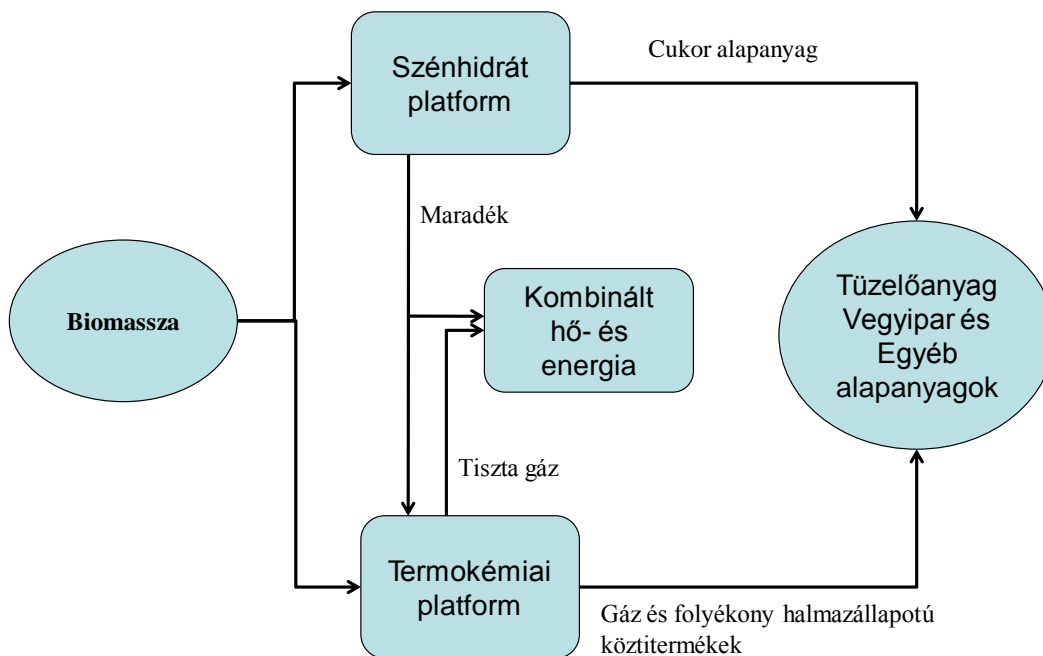
7 Kitekintés

A cukorcirok növény égetéses hasznosítás mellett a biogáz előállítás során, mint alapanyag szerepelhet, valamint a szárában található cukros lé, mint biotechnológiai szubsztrát vehet részt a folyamatokban, emellett élelmiszeripari és takarmányozási felhasználása sem merülhet feledésbe. A komplex hasznosítás lehetővé teszi a különböző iparágak együttműködését, és fejlődését [8].

A növény termesztésének elterjedésével a parlagon maradt földek kihasználásra kerülhetnek. A belőle nyerhető biomassza felhasználása biofinomítók létesítése révén minimális hulladék keletkezése mellett felhasználható.

A biomassza felhasználás a klíma változás szempontjából egyre fontosabbnak bizonyul. Az Európai Unió Tanácsa Brüsszelben az energiahatékonyság növelésének szükségességét hangsúlyozza. A meghozott direktíva szerint rendelkezett a megújuló energiaforrás felhasználás fontosságáról. A rendelet szerint a bioenergia a végső energia felhasználás 5%-át teszi ki. 2020-ra elvárják, hogy a teljes Európai Uniós energiafogyasztás 20%-át megújuló energiaforrás fedezze, továbbá előírja az üvegházhatású gázok jelenlétének 20%-os csökkentését [28].

A biofinomító üzemek alapvető célja az egyéb felhasználásra nem kerülő biomassza környezetkímélő átalakítása különböző célra használható energiaforrássá.



7-1. ábra Biofinomító egyszerűsített vázlata [29]

A cukorcirok préslé további tárolási lehetősége lehet a nyers növényi részek égetése során keletkező CO_2 –ot kapcsolt technológia segítségével a préslé felszínére visszavezetni, ezáltal egy oxigénmentes környezetet biztosítva az esetleges mikroorganizmusok szaporodásának gátlása céljából.

8 Összefoglalás

Hazánkban a cukorcirok termesztés a jövőben egyre nagyobb szerephez juthat. A már meglévő agrártechnológia alkalmazásával és a növény betakarítási igényeihez igazított technológia alkalmazásával egyszerűen termesztethető. A talaj minőségével szemben igénytelen, aszályos időkben is nagy zöldhozammal bíró növény. A szárából kipréselhető igen magas cukortartalmú lé élelmiszeripari és a legújabb kutatások szerint energetikai célokra egyaránt felhasználható [30]. A cirok betakarítása során keletkező melléktermékek hasznosítása is igen széleskörű lehet.

A dolgozatomban egy biofinomító alapanyagának alkalmas, nagy cukor tartalmú cukorcirok növény préselésével kapott présle betöményítését vizsgáltam. A présle betöményítésének első lépéseként a centrifugálással távolítottam el a présleiben található nem vízoldható keményítőt és a nagyobb rostanyagokat. A centrifugálási felülúszót dead-end mikroszűréssel tisztítottam tovább a lénél kisebb sűrűségű úszó daraboktól. A következő lépésben a lebegőanyag mentes kolloid oldat mikroszűrését végeztem el cross-flow üzemmódban. A kapott felülúszó mikroszűrése során három különböző abiotikus hatású fertőtlenítőszer alkalmaztam a berendezés tisztításához és a szűrlet mikrobamentesítéséhez. Hatásosságukat a szűrést jellemezhető fluxusok megállapításával igazoltam. Az elsőként alkalmazott fertőtlenítőszer a 70 m/m%-os etil-alkohol volt, melyet általánosan alkalmaznak az egészségügyben is. Méréseim során azonban kiderült, hogy az **etanol ezen berendezés tisztítására nem alkalmas**, hiszen a mérések sorrendjében egyre csökkenő permeációs sebességet tapasztaltam. Másodikként 1,7-es pH-jú citromsavoldatot használtam, mely a membrántisztításra alkalmas optimum pH tartományon belül esik. A **citromsav oldat alkalmazása során sem tapasztaltam javulást**, sőt az etanolos fertőtlenítés fluxusai alá kerültek a citromsavas mérés fluxusai. A mérések befejeztével, a 3. napot követően a berendezésből kifejlődött fonalas gombatelepet engedtem le. Ebből arra következtettem, hogy a lé igen sok acidofil mikrobát tartalmaz, melyek kifejezetten kedvelik a savas pH tartományt. Az utolsóként használt fertőtlenítőszer a **Sanosil** volt. Ez a szer hidrogén-peroxidot és ezüstöt tartalmaz, mely komplex hatása révén **elpusztít minden patogén baktériumot, amóbát, gombát, vírust, és penészt**. A mérések ezt valóban igazolták, hiszen az első két mérésre betáplált, azonos összetételű centrifugálási felülúszó fluxusai együtt futottak.

A mikroorganizmusok jelenlétének igazolására hígítási lemezöntést végeztem. A centrifugálási felülúszóból és a mikroszűrés permeátumaiból ellenőrzés céljából mintát vettem. Két tenyésztési sorozatban maláta és húslé alapú táptalajokat használtam. A második sorozatban a maláta agart klóramfenikollal egészítettem ki. Az első mérési sorozatban a felülúszó némely esetben megszámlálhatatlanul sok gombát és baktériumot tartalmazott. A permeátumok, melyeket először csak hűtve tároltam, nem minden esetben fejlődött ki gomba vagy baktérium telep. A második sorozat esetén párhuzamosan hűtött és szobahőmérsékletű tárolást is végeztem. Ennek során kiderült, hogy a citromsavas fertőtlenítés esetén fertőzött

mintáim voltak, míg a Sanosil alkalmazását követően a permeátumok mind a hűtött, mind a szobahőmérsékletű tárolás során a vizsgált mikroba törzsekre sterilnek bizonyultak.

Összességében tehát elmondható, hogy a legalkalmasabb fertőtlenítőszer a Sanosil. Alkalmazásával stabil fluxus és csíramentes permeátum érhető el, tárolása szobahőmérsékleten is megvalósítható, így a későbbiek során a lé cukortartalma tovább növelhető.

Irodalomjegyzék

1. Hetenyi, K.Z., *Biofinomito technológiainak optimalasa*, in *Department of Chemical and Environmental Process Engineering*. 2010., Budapest University of Technology and Economics: Budapest.
2. Tarsoly, A.B.-P., *A hazai melléktermék hasznosítás*. Agrárium, 2011.
3. Hetenyi, K., Á. Németh, and B. Sevelle, *Fehér biotechnológiai kutatások*. Magyar kémiai folyóirat, Kémiai közlemények, 2008. **114**(3): p. 102-106.
4. [cited 2012. 6th May 2012.]; Available from: www.nitrokemia.hu.
5. Telegdy-Kovats, L., *Fa- es cirokcukor*. 1948.
6. [cited 2012. 11th february 2012.]; Available from: www.cukorcirok.hu.
7. 2012. [cited 2012. 2th march 2012.]; Available from: http://zoldtech.hu/cikkek/20041028energia_szantofold
8. Barabas, N., L. Kovacs, and S. Tomoskozi, *Cukorcirok-energia a szantofoldrol*. Agrarium, 2011. **21**(5): p. 48-49.
9. Pál, M., *Silónövények termesztése*. Agrárágazat, 2009. **10**(5): p. 14, 16.
10. Banyai, Z.B.-L., *A cirok es a szudanifu*. 1985., Budapest.
11. Turcsanyi, G., *Cukorcirok noveny, buga*. 2012.: Godollo.
12. [cited 2012. 10th April 2012.]; Available from: <http://www.agroinform.com/tags/sil%C3%B3z%C3%B3>.
13. Sarkadi, L.S.D., *Biokemia mernok szemmel*. 2007., Budapest.
14. Kremmer, T., *Elvasztastechnikai modszerek elmelete es gyakorlata*. 2005.
15. Fabry, Z.F.-G., *Vegyipari muvelettani ismeretek*. 2004.
16. Toth, A., *Centrifugalas hatasanak vizsgalata cukorciroklé osszetetelere, illetve a le membranszuresere*, in *Department of Chemical and Environmental Process Engineering*. 2010, Budapest University of Technology and Economics: Budapest. p. 55.
17. [cited 2012. 11th March 2012.]; Available from: <http://www.selectscience.net/products/rotina-380+-380-r-benchttop-centrifuges/?prodID=83461>.
18. Bako, K.B.D., *Membranos muveletek*. 2002.
19. Nagy, R., *Cukorcirok presle cukortartalmanak betomenyitese membranszeparacioval*, in *Department of Chemical and Environmental Process Engineering*. 2011., Budapest University of Technology and Economics: Budapest.
20. Salgo, A., *Elelmiszerkemia es taplalkozastan*. 2001., Budapest.
21. Puskas, A., *Ipari mikrobiologiai gyakorlatok*. 2007., Budapest.
22. [cited 2012. 21th February 2012.]; Available from: <http://www.sanosil.com/defaulthungaria.htm>.
23. Merck, *Merck Catalog 2010*.
24. [cited 2012. 28th March 2012.]; Available from: www.sulinet.hu.
25. Crueger, W.C.-A., *Biotechnologia, Alkalmazott mikrobiologia*. 1987.
26. Pesti, M., *Általános mikrobiologia*. 2001.
27. [cited 2012. 20th February 2012.]; Available from: <http://www.omgk.hu/Mekv/3/3179796.pdf>.
28. [cited 2012 5th May 2012.]; Available from: <http://eur-lex.europa.eu/>.
29. Crocker, M., *Thermochemical conversion of biomass to fuels and chemicals*. 2010.
30. Feczak, J., *Cirokbol energiát*. Haszon, Agrar Magazin, 2008.

Mellékletek

4. táblázat Centrifugálás eredményei

Minta szám	m maradék (g)	m felülúszó (g)
1.	4,51	95,49
2.	2,29	97,71
3.	4,88	95,12
4.	3,99	96,01
5.	3,85	96,15

5. táblázat A centrifugálási felülúszó pH és fajlagos vezetőképesség eredményei

	1.E	2.E	3.E	1.C	2.C	3.C	1.S	2.S	3.S	átlag
κ (mS/cm)	7,81	7,75	7,07	7,39	6,97	7,9	7,56	7,48	7,41	7,48222
pH	4,91	4,92	4,94	4,92	5,01	4,95	5,07	5,01	5	4,97

6. táblázat 1.Etanolos fertőtlenítés

t (s)	V (ml)	V _p /V _f	J(l/(m ² h))
118	10	2,610966	108,9588378
318	20	5,221932	80,86253369
514	30	7,832898	75,04168983
708	40	10,44386	72,63922518
918	50	13,05483	70,0280112
1135	60	15,6658	67,96727502
1362	70	18,27676	66,07929515
1597	80	20,88773	64,40647643
1828	90	23,49869	63,30103157
2289	110	28,72063	61,78618236
2526	120	31,33159	61,07906345
2758	130	33,94256	60,60292137
3013	140	36,55352	59,74112181
3525	160	41,77546	58,35866261
3783	170	44,38642	57,77727427
4043	180	46,99739	57,24179358
4334	190	49,60836	56,36495484
4878	210	54,83029	55,35055351
5143	220	57,44125	54,99847226
5427	230	60,05222	54,48945747
5720	240	62,66319	53,94605395
6036	250	65,27415	53,25191707
6339	260	67,88512	52,73477114

6648	270	70,49608	52,21763796
6947	280	73,10705	51,8209299
7239	290	75,71802	51,50671955
7561	300	78,32898	51,01366032
7897	310	80,93995	50,47124586
8220	320	83,55091	50,05213764
8563	330	86,16188	49,54872291
8897	340	88,77285	49,13373689
9247	350	91,38381	48,66443171
9626	360	93,99478	48,08405806

7. táblázat 2. Etanolos fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
167	10	2,470966	76,98888
408	20	4,941932	63,02521
681	30	7,412898	56,6394
954	40	9,883865	53,90836
1178	50	12,35483	54,57191
1458	60	14,8258	52,91005
1746	70	17,29676	51,54639
2043	80	19,76773	50,34613
2344	90	22,2387	49,36616
2629	100	24,70966	48,90507
2910	110	27,18063	48,60088
3268	120	29,65159	47,21105
3512	130	32,12256	47,59193
3781	140	34,59353	47,60645
4072	150	37,06449	47,36177
5015	180	44,47739	46,14727
5337	190	46,94836	45,7721
5667	200	49,41932	45,37548
5986	210	51,89029	45,10525
6620	230	56,83222	44,66983
6949	240	59,30319	44,40516
7304	250	61,77415	44,0072
7649	260	64,24512	43,70319
7986	270	66,71609	43,46893
8338	280	69,18705	43,17582
8699	290	71,65802	42,86207
9069	300	74,12898	42,53107

9420	310	76,59995	42,31119
10274	330	81,54188	41,29703
10501	340	84,01285	41,62869
10843	350	86,48382	41,50143
11213	360	88,95478	41,27862
11589	370	91,42575	41,04878

8. táblázat 3. Etanolos fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	V _p /V _f	J(l/(m ² h))
161	10	2,469136	79,85803
442	20	4,938272	58,17712
754	30	7,407407	51,15574
1094	40	9,876543	47,00966
1393	50	12,34568	46,14911
1701	60	14,81481	45,35147
2039	70	17,28395	44,13928
2379	80	19,75309	43,23545
2727	92	22,71605	43,37577
2997	100	24,69136	42,90004
3343	110	27,16049	42,30588
3684	120	29,62963	41,87994
4017	130	32,09877	41,60888
4373	140	34,5679	41,16167
4713	150	37,03704	40,92025
5076	160	39,50617	40,52685
5400	170	41,97531	40,47619
6123	190	46,91358	39,89641
6477	200	49,38272	39,70092
6885	212	52,34568	39,58917
7206	220	54,32099	39,253
7576	230	56,79012	39,03304
7937	240	59,25926	38,87759
8404	254	62,71605	38,85905
8682	260	64,19753	38,50331
9423	280	69,1358	38,20439
9805	290	71,60494	38,02725
10195	300	74,07407	37,83367
10570	310	76,54321	37,7078
10977	320	79,01235	37,48097
11384	330	81,48148	37,27035

11781	340	83,95062	37,10575
12192	350	86,41975	36,90945
12597	360	88,88889	36,74344
13032	370	91,35802	36,50355
13451	380	93,82716	36,32231

9. táblázat 1. Citromsavas fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
224	10	2,57732	57,39796
517	20	5,154639	49,7375
845	30	7,731959	45,64666
1175	40	10,30928	43,769
1559	50	12,8866	41,23522
1883	60	15,46392	40,96806
2240	70	18,04124	40,17857
2595	80	20,61856	39,63666
2996	90	23,19588	38,62293
3304	100	25,7732	38,91387
3684	110	28,35052	38,38995
4109	120	30,92784	37,54824
4495	130	33,50515	37,18417
4895	140	36,08247	36,77222
5300	150	38,65979	36,38814
5707	160	41,23711	36,04596
6111	170	43,81443	35,76688
6903	190	48,96907	35,38834
7318	200	51,54639	35,13841
7778	210	54,12371	34,71329
8167	220	56,70103	34,63415
8589	230	59,27835	34,42942
9050	240	61,85567	34,09629
9480	250	64,43299	33,90597
9934	260	67,01031	33,65067
10797	280	72,16495	33,3426
11233	290	74,74227	33,19302
11721	300	77,31959	32,90797
12178	310	79,89691	32,72881
12645	320	82,47423	32,53686
13110	330	85,05155	32,36352
13608	340	87,62887	32,12396

14084	350	90,20619	31,95115
14594	360	92,78351	31,71558
14984	368	94,84536	31,57654

50. táblázat 2. Citromsavas fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
296	10	2,65252	43,43629
652	20	5,30504	39,43909
1078	30	7,95756	35,78055
1500	41	10,87533	35,14286
1855	50	13,2626	34,65537
2592	70	18,56764	34,72222
3026	80	21,22016	33,99112
3456	90	23,87268	33,48214
3890	100	26,5252	33,05178
4374	110	29,17772	32,33392
4816	120	31,83024	32,03607
5280	130	34,48276	31,65584
5759	140	37,13528	31,25543
6204	151	40,05305	31,29317
6632	160	42,44032	31,01844
7127	170	45,09284	30,66808
7605	180	47,74536	30,43111
8164	192	50,92838	30,23728
8574	200	53,0504	29,991
9087	211	55,96817	29,85427
9537	220	58,35544	29,65892
10455	240	63,66048	29,51424
10935	250	66,313	29,39447
11445	260	68,96552	29,20801
11925	270	71,61804	29,11051
12394	280	74,27056	29,04631
12897	290	76,92308	28,91038
13423	300	79,5756	28,73533
13914	310	82,22812	28,64535
14420	320	84,88064	28,5318

61. táblázat 3. Citromsavas fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
262	10	2,816901	49,07306

682	20	5,633803	37,70423
1126	30	8,450704	34,25527
1568	40	11,26761	32,79883
2031	50	14,08451	31,65225
2499	60	16,90141	30,86949
2973	70	19,71831	30,27245
3458	80	22,53521	29,74469
4020	93	26,19718	29,74414
4364	100	28,16901	29,46183
4867	110	30,98592	29,05868
5343	120	33,80282	28,87623
5839	130	36,61972	28,62525
6398	141	39,71831	28,33475
6849	150	42,25352	28,15844
7887	170	47,88732	27,71287
8846	190	53,52113	27,61539
9336	200	56,33803	27,54315
9864	210	59,15493	27,37226
10381	220	61,97183	27,24758
10896	230	64,78873	27,13971
11446	240	67,60563	26,95889
11951	250	70,42254	26,89554
12479	260	73,23944	26,78786
13463	280	78,87324	26,73995
14022	290	81,69014	26,59087
14588	300	84,50704	26,44052
15315	312	87,88732	26,19281
15726	320	90,14085	26,16232
16323	330	92,95775	25,99312
16732	337	94,92958	25,89563

72. táblázat 1. Sanosiles fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
100	10	2,747253	128,5714
328	20	5,494505	78,39721
544	30	8,241758	70,90336
766	40	10,98901	67,13913
1013	51	14,01099	64,72994
1229	60	16,48352	62,7688
1466	70	19,23077	61,39154

1666	80	21,97802	61,73898
1908	90	24,72527	60,6469
2179	100	27,47253	59,00479
2385	110	30,21978	59,29919
2720	124	34,06593	58,61345
2864	130	35,71429	58,35994
3156	141	38,73626	57,44161
3462	152	41,75824	56,44962
3649	160	43,95604	56,37552
4139	180	49,45055	55,91413
4435	191	52,47253	55,37124
4675	200	54,94505	55,00382
4964	210	57,69231	54,39162
5245	220	60,43956	53,92891
5515	230	63,18681	53,62
5780	240	65,93407	53,38606
6095	250	68,68132	52,73644
6677	272	74,72527	52,37596
7196	290	79,67033	51,8145
7446	300	82,41758	51,80154
7753	310	85,16484	51,40867
8215	326	89,56044	51,02165
8361	330	90,65934	50,74581
8653	340	93,40659	50,51923
8850	346	95,05495	50,26634

83. táblázat 2. Sanosiles fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
86	10	2,739726	149,5017
263	20	5,479452	97,77295
457	30	8,219178	84,40138
727	42	11,50685	74,27785
911	50	13,69863	70,5661
1143	60	16,43836	67,49156
1388	70	19,17808	64,8415
1654	82	22,46575	63,74158
1851	90	24,65753	62,51447
2095	100	27,39726	61,37061
2334	110	30,13699	60,59493
3050	140	38,35616	59,01639

3363	152	41,64384	58,11138
3576	160	43,83562	57,52637
3960	170	46,57534	55,19481
4098	180	49,31507	56,47354
4365	190	52,05479	55,96465
4647	200	54,79452	55,33524
4930	210	57,53425	54,76673
5488	230	63,0137	53,8838
5749	240	65,75342	53,67393
6026	250	68,49315	53,34029
6296	260	71,23288	53,09494
6568	270	73,9726	52,85366
6864	280	76,71233	52,44755
7133	290	79,45205	52,27214
7426	300	82,19178	51,94106
7715	310	84,93151	51,66188
8035	321	87,94521	51,36457
8308	330	90,41096	51,06954
8596	340	93,15068	50,85422
8811	347	95,06849	50,63476

94. táblázat 3. Sanosiles fertőtlenítés

t(s)	v(ml)	Vp/Vf	J(l/(m ² h))
108	10	2,645503	119,0476
333	20	5,291005	77,22008
583	30	7,936508	66,16025
876	41	10,84656	60,17613
1105	50	13,22751	58,17712
1378	60	15,87302	55,98175
1650	70	18,51852	54,54545
2198	90	23,80952	52,64526
2502	102	26,98413	52,41521
2715	110	29,10053	52,09155
2987	120	31,74603	51,6524
3270	130	34,39153	51,11402
3579	140	37,03704	50,29338
3830	150	39,68254	50,35435
4152	160	42,32804	49,54583
4553	174	46,03175	49,13558
4709	180	47,61905	49,14601

5024	190	50,26455	48,62375
5322	200	52,91005	48,31696
5652	211	55,82011	47,99818
5953	221	58,46561	47,73104
6247	230	60,84656	47,33701
6570	240	63,49206	46,96673
6876	250	66,13757	46,74645
7498	272	71,95767	46,64101
7780	280	74,07407	46,27249
8091	290	76,71958	46,08295
8457	302	79,89418	45,91294
8734	310	82,01058	45,63447
9066	320	84,65608	45,38149
9382	330	87,30159	45,22338
9742	340	89,94709	44,87198
10077	350	92,59259	44,65615
10370	359	94,97354	44,51026

105. táblázat Élőcsíraszám meghatározás- első tenyésztési sorozat

Centri.sorszám	Malátaagar/felülűszó (CFU/ml)	Szűrlet (CFU/ml)	Nutrient/felülűszó (CFU/ml)	Szűrlet (CFU/ml)
1./1	450	0	tele	0
1./2	tele	0	tele	0
2./1	2700	0	8500	230
2./2	220	0	900	0
3./1	500	0	10500	0

116. táblázat Élőcsíraszám meghatározás-második tenyésztési sorozat

Hűtött minta maláta agaron	(CFU/ml)	Szobahőm. minta- maláta agaron	(CFU/ml)
2.C/H	550	2.C/SZ	tele
3.C/H	150	3.C/SZ	tele
1.S/H	0	1.S/SZ	0
2.S/H	0	2.S/SZ	0
3.S/H	0	3.S/SZ	0

Hűtött minta- Nutrienten	(CFU/ml)	Szobahőm minta- Nutrienten	(CFU/ml)
2.C/H	720	2.C/SZ	tele
3.C/H	320	3.C/SZ	tele

1.S/H	0	1.S/SZ	0
2.S/H	0	2.S/SZ	0
3.S/H	0	3.S/SZ	0