

Nyilvántartási szám: TO37848

A KUTATÁSI TÉMA SZAKMAI ZÁRÓJELENTÉSE

Témavezető: Dr. Vatai Gyula
A téma címe: Membránszeparációs eljárások elméleti és kísérleti vizsgálata az élelmiszeriparban és környezetvédelemben
A kutatás időpontja: 2002. február 1-2005. december 31.

A négyéves periódusban elvégzett munkák és az elért eredmények rövid ismertetése:

A négyéves időszak alatt 9 témakörben végeztünk kutatásokat és értünk el nemzetközileg is elismert eredményeket:

1. Bor értékes anyagainak besűritése,
2. Must besűritése, magas cukortartalmú sűrítmény előállítása,
3. Cukoripari levekből szennyezők eltávolítása,
4. Instant élelmiszertermékek előállítása kávé-extraktumból és homoktövis levéből,
5. Tejsavó komplex feldolgozása,
6. Ivóvízből huminsav és arzén eltávolítása,
7. Növényolajból foszfatidok eltávolítása,
8. Olajos szennyvizek olajmentesítése.
9. Különböző ipari szennyvizek komplex kezelése a maradék csökkentése és a víz újrahasznosítása céljából.

1. A bor értékes komponenseinek besűritése

A bor számos, az emberi szervezetre jótékony hatású, értékes anyagot és antioxidánsokat tartalmaz. Ugyanakkor az alkoholtartalma miatt idősek, gyerekek, betegek nem fogyaszthatják.

Fordított ozmózis és nanoszűrő membránokat alkalmazva sikerült azt elérnünk, hogy a borból a víz és az alkohol nagy részét, mintegy felét hidegen eltávolítottuk. A besűritett bor tartalmazza a bor értékes komponenseit, vízzel visszahígítva bor-szerű, kellemes ízű termék. A leválasztott alkoholos vízből- amely íz és illatanyagokat is tartalmaz jó minőségű párlatot készítettünk.

A termékeket analizáltuk és részben analizáltattuk, valamint érzékszervi minősítéseket végeztünk az Érzékszervi Labor előírásai szerint.

A kísérleti eredmények alapján új matematikai modellt dolgoztunk a borszűrés folyamatának leírására az ozmotikus modell beépítésével.

Az eredményekről számos nemzetközi és hazai publikáció és előadás készült [13, 14, 33, 55, 66, 73, 74, 86, 97, 98, 115].

2. Must besűritése

A must a szüretkor nagy mennyiségben keletkezik és tartósítószer nélkül nem tárolható, azonnal erjedésnek indul. Ha cukortartalmát besűritéssel kb. 60-70 %-ra növeljük, kitűnő illatos, ízes, édes sűrítményt kapunk, amely tartósítószer nélkül eltárolható és nagymennyiségű értékes anyagot tartalmaz.

Hidegen, komplex membránszeparációs technikával sűrítettük be a mustot laboratóriumi és félüzemi méretben. Először fordított ozmózissal vagy nanoszűrővel a lehető legnagyobb cukortartalmat (kb. 23-25 %) állítottuk elő a víz eltávolításával, utána membránszűrés (40) vagy ozmotikus desztillációt (OD) alkalmazva értük el a 60-70 %-os sűrítmenyt.

Modelleztük a folyamatokat új modelljeink a szűrés membrán ellenállására és az MD és OD műveletére kidolgozott összefüggések. A termékeket analizáltattuk, mikrobiológiailag értékeltük és érzékszervileg minősítettük.

Ez eredményekről számos nemzetközi és hazai publikáció és előadás jelent meg [36, 37, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 65, 67, 76, 77, 78, 80, 81, 87, 93, 94, 95, 110, 111].

3. Cukoripari levek tisztítása

A cukoripari levek tisztításánál a szennyező anyagok eltávolítása és ezzel a cukor színének fehéritése, a nem cukortartalmú komponensek leválasztása volt a cél. A feladathoz alacsony vágási értékű ultraszűrő és alacsony sóvissztartású nanoszűrő membránokat alkalmaztunk. A kísérleteket alacsony hőmérsékleten, színt és a zavarosságot 76-78 % alá csökkenteni.

A kísérleti eredmények alapján matematikai modelleket fogalmaztunk meg a fluxus és szín csökkenésének leírására. Az eredményekről nemzetközi és hazai publikációkban és előadásokban számoltunk be [4, 5, 25].

4. Instant élelmiszertermékek előállítása kávé-extraktumból és homoktövis levéből

Az instant termékek iránti érdeklődés elsősorban azért nő a felhasználók körében, mert kezelésük kényelmes, ugyanakkor tartalmazzák mindazokat a komponenseket, amelyeket a fogyasztó a terméktől elvár.

Kísérleteink egy része instant kávé előállítására irányult. A lefőzött kávé nanoszűrővel, illetve fordított ozmózissal sűrítettük be a térfogat negyed részére, a permeátumban nem volt kimutatható a kávé tartalom, a sűrítmeny koffeintartalma megfelelt a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó előírásainak. A szűrés folyamat matematikai modelljének a Rautenbach formula képezte az alapját. Elemeztük az előállítás gazdaságosságát.

A másik kísérletsor célja a homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L) levéből instant tea előállítása volt. A homoktövis B, C, E, K és A provitamint tartalmaz, rendkívül értékes gyümölcs. Meg tudtuk oldani a homoktövis-lé hideg besűrítését nanoszűrővel és fordított ozmózissal, a préselt lé előzetes mikroszűrése jelentősen növelte a kihozatalt. A sűrítési folyamatot a kéméletes szárítás fogja követni.

Matematikailag modelleztük az instant kávé és a homoktövis-tea előállítását, a kísérletek jól fedték a modelleket. Az eredményekről nemzetközi és hazai publikációkban és előadásokban számoltunk be [57, 58, 116, 117].

5. Tejsavó komplex feldolgozása

A tejsavó értékes fehérjetartalmát hidegen, az anyag károsítása nélkül ki lehet nyerni membránszűrés alkalmazásával. Sokirányú és sokféle membránnal végzett kísérletek eredményeként olyan komplex, több membránszűrő összekapcsolásával működő eljárás alapjait dolgoztuk ki, amely egyrészt a friss tejből membránszűrővel leválasztja a laktózt, ezt nanoszűrővel besűríti 20-25 % laktóztartalomra, másrészt az ultraszűrő sűrítmenyét, a 12-14 % fehérje-tartalmú tejet közvetlenül a sajtgyártásba vezeti. Egy második ultraszűrő terméke a 8-

10 %-os fehérjetartalmú retentátum, amely szintén a sajtgyártás adalékanyaga lehet. A laktózt az édesipari hasznosíthatja.

A kutatás iránt igen nagy nemzetközi érdeklődés mutatkozott. Az eredményeket nemzetközi és hazai lapokban és előadásokban jelentettük meg [52, 53, 54, 75, 79, 96, 112].

6. Ivóvízből huminsav és arzén eltávolítása

A földben elbomló szerves humusz anyagok beszivárognak a kútvizekbe, és a vizet zavarossá teszik, és a víztisztításánál elterjedten alkalmazott klórozás során rákkeltő trihalometán keletkezik belőlük.

A magyarországi területeken – ugyancsak a természetből – a kőzetekből kioldódó, mérgező arzén okoz komoly veszélyt. Mind a humusz anyagok, mind az arzén eltávolítására széleskörű, szisztematikus kísérletsorozatot végeztünk különböző membránszűrők alkalmazásával. A humin anyagokat ultraszűréssel, az arzént oxidálás után fordított ozmózissal, ill. nanoszűrővel távolítottuk el laboratóriumi és helyszíni félüzemi mérésekkel. Modelleztük a folyamatokat, meghatároztuk az optimális műveleti paramétereket és elemeztük a gazdaságosságot. Ezen kívül megoldottuk a membránszűrés sűrítvényeként keletkező szennyvíz tovább kezelését, mennyiségének minimálisra csökkentését.

Az eredményekről nagyszámú nemzetközi és hazai publikációban és előadáson számoltunk be. [1, 2, 3, 26, 27, 30, 31, 32, 59, 60, 71, 100, 101, 103, 104, 105, 106].

7. Növényolajból foszfatidok eltávolítása

A növényi magból kiperéselt olaj nyálkásságát a foszfatidok okozzák, ezek eltávolítását különböző membránszűrőkkel vizsgáltuk.

Teszteltük a kereskedelemben kapható nanoszűrő membránokat, vizsgáltuk az alkalmazhatóságokat laboratóriumi berendezésben, mértük a műveleti paraméterek hatását a foszfatidok leválasztására. Alkalmasnak találtuk a feladatra a műanyag lapmembránok mellett a kerámia membránokat is.

Jó elválasztást értünk el membrán-kondicionálószer alkalmazásával. A dezopárlat szétválasztásánál a szterin, illetve az észterezett szterin szétválaszthatóságát vizsgáltuk a szabad zsírsavaktól és a dezopárlat más komponenseitől. Az alapanyagot, a permeátumot és a retentátumot külső laboratóriumban elemeztettük.

A membránszűrési folyamatra és a membránellenállás leírására matematikai modelleket dolgoztunk ki.

Az eredményekről nemzetközi és hazai cikkekben és előadásokban számoltunk be [16, 17, 18, 19, 20, 38, 39, 40, 54].

8. Olajos szennyvizek olajmentesítése

Stabil olaj-víz emulziók nagy mennyiségben keletkeznek az élelmiszer- és gépiparba és egyéb iparágakban. A víz a magas szervesanyag (olaj) tartalma miatt nem bocsátható szennyvíztisztítóba, vagy élővízbe, ezért az emulziót meg kell bontani, az olajat elválasztani a víztől, a vizet pedig visszaforgatni a termelésbe és újra hasznosítani.

Nagyszámú különböző anyagú és vágási értékű ultraszűrőt teszteltünk laboratóriumi méretben, majd félüzemi méretben meghatároztuk az optimális szűrési paramétereket. Az olaj-víz emulzió olajtartalmát sikerült a megengedett környezetvédelmi határérték alá csökkenteni úgy, hogy a víz újra visszavezethetővé vált, az olaj koncentrációja pedig lehetővé tette, hogy más tüzelőanyaggal együtt elégethető legyen.

A kísérleti eredmények felhasználásával modelleztük a gélkonzentrációt és a membráneltömődés folyamatát a műveleti paraméterek függvényében.

Vizsgáltuk és modelleztük azt is, hogy kerámia csőmembránban statikus keverőt alkalmazva hogyan csökken a gélréteg és elértük azt, hogy szűrletfluxus kb. háromszorosára nőtt.

Az eredményekről nagyszámú nemzetközi és hazai cikkben és előadásban számoltunk be [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 34, 35, 63, 68, 69, 85, 90, 91, 102, 118].

9. Különböző ipari szennyvizek komplex kezelése a maradék csökkentése és a víz újrahasznosítása céljából

Az ipari szennyvizek kezelésénél több célt kell megvalósítani. Egyrészt vissza kell nyerni a szennyvízből az értékes anyagokat, másrészt el kell távolítani a vízben levő szennyezőket (ionok, baktériumok, szerves anyagok, szilárd részecskék), olyan mértékig, hogy a környezetbe, vagy a termelésbe visszabocsátott víz szennyezettsége a környezetvédelmi határérték alatt maradjon, és végül a visszatartott és deponálandó sűrítmény térfogatát a minimálisra kell csökkenteni.

Mindezek a feladatok komplex kezelési módot igényelnek, a membránszűrések (MF, UF, NF, RO) mellett a pervaporáció, a bepárlás és a szárítás összekapcsolása jelenthet megoldást.

Kísérleteket végeztünk sótartalmú szennyvizek, különböző fermentációs szennyvizek, glükóz polimert tartalmazó, valamint kevert élelmiszeripari szennyvizek komplex tisztítására. Minden feladatra megtaláltuk a megfelelő membránokat, membránszétválasztási kombinációkat, illetve a membrán + a hagyományos elválasztás optimális megvalósításának paramétereit.

Részletesen foglalkoztunk a só és szerves anyagot tartalmazó szennyvíz szétválasztásának matematikai modellezésével és dinamikus programozással történő optimalizálásával.

Az eredményekről nagyszámú nemzetközi és hazai cikkben és előadásban számoltunk be [21, 22, 23, 28, 29, 41, 43, 44, 56, 62, 64, 70, 72, 82, 83, 99, 109, 113].

Külön köszönet illeti az OTKA-t ezért a támogatásért, ami lehetővé tette, hogy egyetemünk nagyszámú hallgatója dolgozhatott a témákon, min TDK-kás és PhD hallgató. Ezzel megismerték a témákat, beletanulhattak az önálló kísérleti munkába, az eredmények feldolgozásába és értékelésébe, majd az eredmények előadásába, a konferenciákon történő megvédésébe. Egyesek csak TDK konferenciára jutottak el, mások nemzetközi szinten tartottak angol nyelvű előadást, szintén az OTKA pénzügyi támogatásával.

Összegezve meg kell állapítanunk, hogy a jelenlegi OTKA támogatási rendszer nagymértékben segíti az egyetemek színvonalas iskolateremtési törekvéseit, amiért még egyszer ezúton mondunk köszönetet.