

zorciuma valósítja meg. A két vizsgálat közül a japán Avigan készítményt használó referenciavizsgálat az OGYÉI engedélye alapján már elindult, míg a magyar favipiravir készítménnyel tervezett vizsgálat engedélyezés alatt van. Amíg ezek a vizsgálatok befejeződnek, a favipiravir-tartalmú gyógyszerkészítmények Magyarországon indikáción kívüli alkalmazás formájában elérhetőek. Az OGYÉI engedélye alapján a favipiravirt jelenleg is folyamatosan használják koronavírusos betegeknek a kezelésére, ez a kezelési lehetőség szerepel a Magyar Koronavírus Kézikönyvben. A kedvező tapasztalatok alapján a favipiravir hatékonynak és biztonságosnak bizonyult a koronavírus-fertőzés kezdeti, virális szakaszában.

Az újrapozicionált remdesivir és a favipiravir mellett új RNS-függő RNS-polimeráz-gátlók fejlesztése is megkezdődött, amelyek közül a molnupiravir (**2. ábra**) van legközelebb az engedélyezéshez. Hasonlóan a remdesivirhez, a molnupiravir is prodrugként működő nukleozidanalóg, azonban szájon át adagolható. A gyógyszer fejlesztését az Emory Egyetemen eredetileg influenza-indikációban kezdték, de az emberi koronavírusok szélesebb csoportjában is hatékonyságot mutatott. Az egyetem egy biotechnológiai vállalkozáson keresztül biztosított jogokat a fejlesztést jelenleg is folytató gyógyszervállalatnak, ennek köszönhetően a molnupiravirt már „fázis 2/3” klinikai vizsgálatokban tesztelik mind kórházban, mind pedig otthonukban gyógyuló betegeken. Az első eredmények 2021 első negyedében várhatóak.

A vírus fehérjei közül azonban nem egyedül az RNS-függő RNS-polimeráz jöhet szóba célpontként. Potenciálisan új, vírusel-

lenes terápiás lehetőségeket célzó kutatómunkánk során az Oxfordi Egyetem, az angliai Diamond részecskegyorsító és az izraeli Weizmann Intézet kutatócsoportjainak együttműködésével a SARS-CoV-2 koronavírus további fehérjeit vizsgáltuk. Figyelmünk elsőként a vírus fő proteázára irányult, amelynek alapvető szerepe van a vírust alkotó fehérjék előállításában. A terápiás lehetőségek szempontjából bízható, hogy a vírus fő proteázának működése alapvetően eltér az emberi proteázokétól, így a kifejlesztett gátlószereknek várhatóan nem lesznek a proteáz gátlásából adódó veszélyes mellékhatásai. A kutatások az AIDS-vírus elleni gyógyszerek kifejlesztése során már sikerrel alkalmazott, szerkezet-alapú gyógyszertervezés alapján indultak el, azonban a koronavírus fő proteáza ellen már az új, molekuláris LEGO-konceptiót használták. A vizsgált fehérjéhez kötődő egyszerű molekuláris építőelemek, azaz fragmentek hatékony felismerését röntgenkristallográfiás szűrővizsgálatokkal elemezték. A Diamond részecskegyorsítónál kiépült infrastruktúra több mint 1500 fehérjefragmens komplex vizsgálatát tette lehetővé, ezek között került sor kutatócsoportunk egyedi, tervezett fragmenteinek vizsgálatára, amelyek nemcsak megtalálják a fehérje alkalmas üregeit, de ott reakcióba is lépnek a fehérjével, így beleragadnak a zsebeibe. Ezek a molekulák olyan erős és tartós kölcsönhatást alakítanak ki, ami megakadályozza a gyógyszermolekula távozását a kötőhelyről és így a gátlás állandósul. A vizsgálatok alapján fragmenteink közül több is hatékonynak bizonyult: ezek ígéretes kiindulópontul szolgálhatnak új mechanizmusú gátlószerek azonosításához. A találatok továbbfejlesztésében együtt-

működünk a Nemzeti Virologiai Laboratóriummal, valamint a ComInnex Zrt.-vel és a TargetEX Kft.-vel.

A lehetséges antivirális terápiák fejlesztésében fontos szerepet kaphatnak a vírus nem szerkezeti fehérjei is. Ezek közül az NSP3 fehérje megakadályozza az emberi sejtek természetes védekezésének leküzdésében kulcsszerepet játszó antivirális jelátvitelt. A fehérje gátlásával azonban nemcsak a védekezőképesség javulhat, hanem a vírus fertőzőképessége is számottevően csökkenhet. Egy másik, általunk vizsgált nem szerkezeti fehérje az endonukleáz aktivitással rendelkező NSP15, amely az RNS hasításával alapvető szerepet játszik a vírus életciklusában. Az NSP3 és NSP15 célpontok esetében a molekuláris LEGO-konceptió mellett a Debreceni Egyetem Gyógyszerészi Kémia Tanszékén rendelkezésre álló nukleozid-analóg könyvtárakat is vizsgáljuk.

Cikkünkben elsősorban a magyar vonatkozású kutatásokra és fejlesztésekre fókuszáltunk, azonban fontos megemlíteni, hogy a világ tudományos közössége a gyógyszeripari szereplőkkel együttműködve több olyan kutatási programon is dolgozik, amelyek új vírusellenes kezelési lehetőségeket céloznak. Ezek részben új gyógyszeres, részben pedig terápiás fehérjéket, illetve antitesteket alkalmazó biológiai terápiák, amelyek immáron specifikusan a SARS-CoV-2 vírus ellen irányulnak. Bár ezeknek az új terápiás lehetőségeknek a hatékonyság és biztonságosság igazolásáig még több kutatási és fejlesztési fázist kell sikeresen teljesíteniük, a nemzetközi közösség összefogásának köszönhetően belátható idővel megjelenhetnek a terápiás gyakorlatban.



Zádori Antal

Oldatok melegítése a cukoriparban

A technológiai műveletek előtt a gőzfűtéses hőcserélőkben a cukoroldatokat megfelelő hőmérsékletre melegítik, majd a megtisztított cukoroldatot besűrítik. Ehhez a szükséges gőzt a gyár hőerőműve szolgáltatja, mely a gyárat villamos energiával is ellátja.

A besűrítés többfokozatú bepárlóberendezésben történik. Az első bepárlófokozatba, melyet a gőzturbinából távozó gőzzel fűtenek, vezetik a híg cukoroldatot. A többi bepárlófokozatot a megelőző bepárlófokozat cukoroldatából fejlesztett gőz fűti. A sorba kapcsolt bepárlófokozatokban egyre kisebb hőmérsékleten forr a cukoroldat.

A bepárlóberendezés elvételes. A bepárlófokozatokban fejlesztett gőz egy részét elvezetik a hőcserélők és a bepárlókristályosítók fűtésére.

Ha a bepárlóberendezés fokozatait a hő áramlásának sorrendjében sorszámozzuk, az n-edik számú bepárlófokozatból elvett gőz, jó közelítéssel, mennyiségének n-szeresével járul hozzá a berendezés elpárologtatási teljesítményéhez. A berendezés jó teljesítményének elérése céljából a legnagyobb sorszámú fokozatból elvett gőzzel kell a technológiai fűtést végezni, amellyel még hatásos fűtés érhető el.

A cukoroldat melegítésére a sorba kapcsolt hőcserélőkből hő-



cserélő telepet alakítanak ki. A hőcserélő telep hőcserélőit az elérni kívánt hőmérsékletnek megfelelő gőzelvétellel fűtik. Csak a hőcserélő telep utolsó hőcserélőjéhez kell a kívánt hőmérsékletnek megfelelő, kisebb sorszámú bepárlófokozatból elvett gőzt felhasználni.

A cukor bomlása 120 °C hőmérséklet felett felgyorsul, ezért a technológiai műveleteket ennél kisebb hőmérsékleten végzik. A kis hőmérséklet miatt nem nagy a hőcserélő készülék köpenyének és fűtőcsöveinek hőtágulása közötti különbség, ezért a szerkezeti anyagok rugalmassága ki tudja egyenlíteni. A cukoriparban a készülékköpenyhez mereven rögzített csőköteggel, csőköteges hőcserélő megfelel.

A cukorgyári gőzfűtéses hőcserélő (1. ábra) felülnézetén és alulnézetén a fűtőtest láthatóvá tétele érdekében a készülékfedelek el lettek távolítva. A fűtőtestet a készülékköpenyhez (1) hegesztett felső csőköteggel (2), az alsó csőköteggel (3) és a két csőköteggel csőprésszel rögzített fűtőcsövek (4) alkotják.

A hőcserélők fűtőcsöveiben az oldat sebességének a növelése lényegesen javítja a hőátadási tényezőt. A csőköteges fűtőtest fűtőcsöveiben az áramlási sebesség, a fűtőcsöveknek sorba kapcsolt járatokra való felosztásával, növelhető.

Az ábra szerinti csőköteges hőcserélő fűtőteste hatjáratú. A járatok felső fordulókamráit a felső csőköteggel hegesztett elválasztólemezek (5) és a készülékfedél (6), a járatok alsó fordulókamráit az alsó csőköteggel hegesztett elválasztó lemezek (7) és a készülékfedél alkotják.

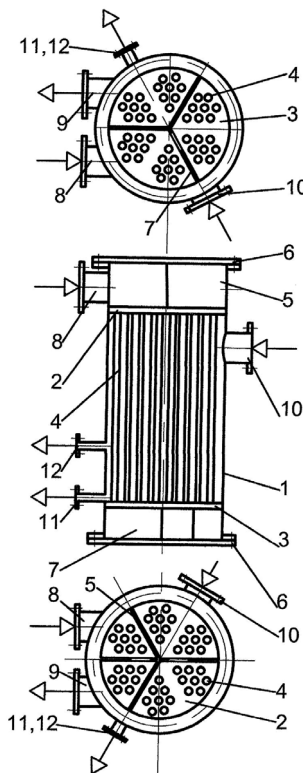
Az oldat a bevezető csőcszonon (8) át jut a hőcserélőbe, és a mellette elhelyezett, elvezető csőcszonon (9) át távozik a hőcserélőből. A sorba kapcsolt járatokat az oldat átáramlásának sorrendjében számozva, a páratlan sorszámú járatok fűtőcsöveiben az oldat lefelé, a páros sorszámú járatok fűtőcsöveiben felfelé áramlik.

A fűtőcsövek kiosztásának szerkesztésekor egymással 60°-os szöget bezáró vonalakkal hálózatot kell készíteni a csőköteggel számára. A hálózat metszéspontjai az elhelyezhető fűtőcsövek középpontjait jelölik. A szomszédos fűtőcsövek középpontjai egyenlő oldalú háromszöget képeznek. A hálózat egyik metszéspontjának a csőköteggel középpontjával kell egybeesnie.

A hálózat alapján határozható meg, hol legyenek a csőköteggel a fűtőcsősorok helyett az elválasztólemezek. A bejelölt elválasztólemezekkel szemben, a másik csőköteggel sem készíthető furat.

A fűtőcsövekben áramló oldat sebességének növelése lényegesen növeli az oldat áramlási ellenállását. A cukorgyári csőköteges hőcserélők fűtőcsöveiben az oldat 1 m/s áramlási sebessége megfelelő hőátadást tesz lehetővé, és elfogadható marad a hőcserélőkben keletkező nyomásesés.

A gőzt egy csőcszonon (10) át vezetik a fűtőtestbe, a kondenzvíz egy csőcszonon (11) át távozik a fűtőtestből. A nem kondenzálódó gázok feldúsulását a fűtőtestben egy csőcszonon (12) át történő, kismértékű és folyamatos gőzelvezetés akadályozza meg.

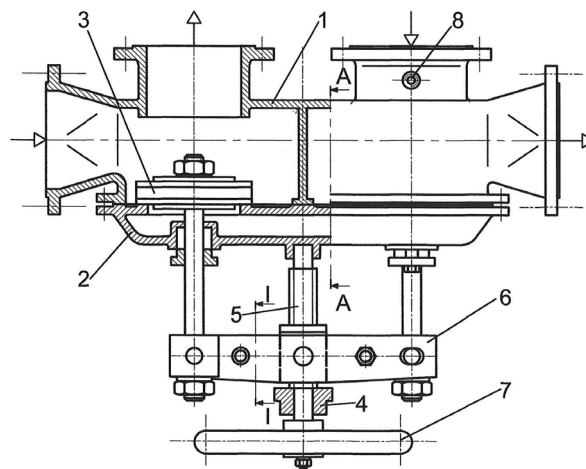


1. ábra. Gőzfűtéses hőcserélő

A gőzfűtéses hőcserélő metszetrajzán ezek a csőcszonok be vannak forgatva a metszet síkjába.

A hőcserélőből távozó kondenzvíz hőjét, valamint a hőcserélő fűtőtestéből a kiszellőztetés érdekében elvezetett gőz hőjét a cukorgyár gőzrendszerében hasznosítják.

Egyes technológiai folyamatoknál fokozott mértékű lerakódás keletkezik a hőcserélő fűtőcsövein. Ennek eltávolításához a rögzítő szemescsavarok megoldása után a készülékfedeleket ki kell nyitni. A két készülékfedele, könnyű nyitásuk érdekében, tehermentesítő rudazat köti össze. A tehermentesítő rudazat, az ábra áttekinthetőbbé tétele érdekében, nincsen feltüntetve. Hasonló okból a hőcserélő köpenyéhez rögzített készülékpaták sem szerepelnek az ábrán.



2. ábra. Kettős szelep hőcserélőhöz

Valamennyi cukoripari hőcserélőhöz egy kettős szelep (2. ábra) tartozik. A kettős szeleppel a hőcserélőket hőcserélőteleppé lehet sorba kötni, lehetővé téve, hogy a hőcserélő kikapcsolása esetén is az oldat folyamatosan áramoljon a hőcserélőtelepen át.

A szelepház (1) két, egymás melletti csomkján áramlik az oldat a hőcserélőbe, illetve jut vissza a hőcserélőből. Ennek a két csomknak a belső vége szeleplülésnek van kiképezve. A szelepfedélnek (2) szeleplússal ellátott két nyílását megkerülő csatorna köti össze.

Az ábrán a kettős szelep nyitott helyzetben látható. Ekkor az oldat átáramlik a hőcserélőn. A két szeleptányér (3), melynek mindkét oldalán hőálló gumiból készült tömítőfelület van, lezárja a szelepfedél megkerülő csatornáját.

A kettős szelep lezárásakor a szelepfedél és a szelephíd (4) által csapágyazott szelepporsó (5) egy keresztartó (6) és két szelepszár segítségével állítja át a szeleptányérokat a másik végállásba, lezárva a hőcserélő felé az áramlást. A szelepporsót egy kézi kerékkel (7) lehet forgatni.

Lezárt helyzetben az oldat továbbra is keresztuláramlik a kettős szelepen a szelepfedél megkerülő csatornáján át.

Az ábrán, az (I) vonaltól kezdve, el lett távolítva a keresztartó felső része, hogy láthatóvá váljon a szelepszár felerősítése a keresztartóhoz. Az elzárószervezet kialakítása lehetővé teszi, hogy a két szeleptányér azonos erővel zárjon a szeleplússra.

A kettős szelep két csőcsomkján menetes csatlakozó (8) van a hőmérő érzékelőjének rögzítésére.

Mind a gőzfűtéses hőcserélő, mind a kettős szelep szimmetrikus, ezért az oldat áramlási iránya az ábrákon bejelöléssel ellentétes is lehet. Az oldat áramlási irányát a hőcserélőtelepen a helyi adottságoknak megfelelően lehet megválasztani.