

Egy itthon méltatlanul kezelt magyar találmány A TAKÁTSY-MIKROTITRÁTOR ÉS A LABORATÓRIUMI MIKROLAP VILÁGSIKERE*

Braun Tibor

a kémiai tudományok doktora, c. egyetemi tanár,
ELTE Kémiai Intézet,
MTA Könyvtár és Információs Központ
braun@mail.iif.hu

Lomniczi Béla

az állatorvos-tudományok doktora

Előszó

Sajnos nincs megbízható statisztikánk arról, hogy évente hány magyar találmány vesz el a süllyesztőben, hány feltaláló adja fel, és hagyja ilyen-olyan okok miatt elenyészni olykor egy egész élet munkáját. Igazán csak azokról hallani, akik megszállottként küzdenek az igazukért: egy találmányért, egy szabadságáért, akik között akad olyan, ami, ha helyesen kezelik, jelentősen járulhatna hozzá a hazai gazdasági fejlődéshez, sőt a tudomány, illetve a technológia haladásához, vagy szerényebben, apró lépésnyit haladna általa előrébb a világ.

A hazai feltaláló bízott lény, alig jut ideje kidolgozni a találmányát, ellendrukkerek hadával a nyomában egyfolytában háborút vív a bürokráciával, a lehúzásra szakosodott ellenlábasokkal, a pozícióikat feltűnő nagyságokkal, no meg az emberi gyarlóság itthon oly ismert formáival, mint például az irigység vagy

a szűklátókörűség. Sajnos ritka közöttük az olyan, aki győztesként hagyja el a csatateret. *Takátsy Gyula* ilyen, legalábbis erkölcsi vagy tudományos vonatkozásban. Gazdaságban, illetve anyagiakban viszont nem.

A jelen dolgozat címében említettek szükségyszerűen további magyarázatot, illetve pontosítást igényelnek. Az egyik az, hogy a szóban forgó magyar találmány tárgyának külföldön való forgalmazása ugyan a hosszú évek során dollármilliárdos bevételt eredményezett, de a bevételek nem Magyarországra, illetve nem a feltaláló bankszámlájára folytak be. A másik magyarázatnak külön hangsúlyoznia kell, hogy az utóbbi évtizedekben, amikor a tudományos kutatás laboratóriumi infrastruktúrája, műszerezettsége az elektronika és számítástechnika folytán egyre bonyolultabb és összetettebb berendezéseket hozott létre és igényelt, egy olyan egyszerűnek mondható, de zseniális ötletek alapján megvalósított laboratóriumi eszköz, mint ennek a dolgozatnak a tárgya, befuthatta azt a kárriert, ami az 1950-es évek elején kezdődött és részeiben bizonyíthatóan napjainkban is tart.

* A cikk teljes, szerkesztetlen változata elérhető a *Magyar Tudomány* honlapján.

Mindezekhez hozzájárul, hogy Takátsy Gyula eredetileg nem a jelenleg is tartó világ-siker tárgyat képező laboratóriumi *mikrolapot* találta fel, az csak egyik kelléke volt annak a szerológiai sorozathígításokat lehetővé tevő berendezésnek, amit később *mikrotitrátornak* neveztek el (1. ábra), de nem megfelelő módon és késve szabadalmaztattak, s amit az egykori esztergomi Labor Műszeripari Művek (LaborMIM) a múlt század 60-as éveiben gyártani kezdett, és amit Magyarországon, illetve világszerte az egykori Metrimpex külkereskedelmi monopóliummal rendelkező állami vállalat megfelelő szabadalmi védelem nélkül forgalmazott külföldön.

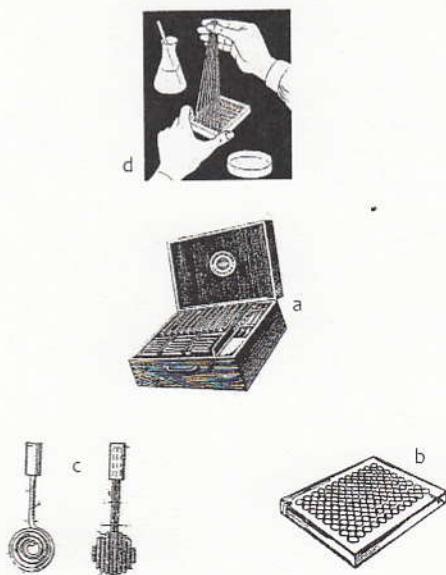
Rövid előzetesként: a mikrotitrátort és persze a kellékét, a mikrolapot az Egyesült Államokban villámgyorsan lemásolták, és kissé módosított formában forgalmazni kezdték. A konkurencia hatására Magyarországon gyártott mikrotitrátort a Metrimpex már nem tudta külföldön eladni, így rövidesen Esztergomban a gyártást is abbahagyták.

Mint említettük, az 1. ábrán látható mikrotitrátor egyik kelléke volt a laboratóriumi mikrolap (*microplate*) és azt, illetve annak különböző változatait, a mikrotitrátorban kellékként forgalmazott formáját ma is világszerte milliószámra gyártják és forgalmazzák.

A feltaláló

„Takátsy Gyula (1914–1980) 1914. október 22-én a Somogy megyei Magyaratádon született. Orvosi tanulmányait a Pécsi Orvostudományi Egyetemen végezte 1932 és 1938 között. Diplomájának megvédése után ugyanezen egyetem Közegészségügyi Intézetében, majd 1942-től Budapesten, a Magyar Királyi Országos Közegészségügyi Intézetben (OKI) dolgozott. 1942 és 1948 között a kiütéses tifusz elleni és más vakcinák termelésében működött közre. 1948-tól lett a Víruskutató Osztály tudományos dolgozója. 1957 és 1977 között vezette az osztály Influenza Laboratóriumát.” (Góth, 2011) Az 50-es években saját kutatómunkájához és intézeti feladataihoz gyakran használt úgynevezett szerológiai titrálásokat. Valószínűleg itt helyes megemlítenünk, hogy a hazai és a nemzetközi szakirodalomban a titrálás fogalomnak más és más az értelmezése, attól függően, hogy azt a kémiában, a szerológiában vagy a mikrobiológiában alkalmazzák. A kémiában ugyanis ez alatt valamilyen komponens oldatban való meghatározását értik úgy, hogy ahhoz részletekben (például bűrettáblából) reagenst adagolnak egy bizonyos, például színváltozási pontig (ekvivalencia), ezáltal jelezve, hogy a meghatározandó komponenst a reagens elfogyasztotta, és annak mennyisége a fogyott reagens térfogatából kiszámítható (*Medical Dictionary*, é. n.).

dött közre. 1948-tól lett a Víruskutató Osztály tudományos dolgozója. 1957 és 1977 között vezette az osztály Influenza Laboratóriumát.” (Góth, 2011) Az 50-es években saját kutatómunkájához és intézeti feladataihoz gyakran használt úgynevezett szerológiai titrálásokat. Valószínűleg itt helyes megemlítenünk, hogy a hazai és a nemzetközi szakirodalomban a titrálás fogalomnak más és más az értelmezése, attól függően, hogy azt a kémiában, a szerológiában vagy a mikrobiológiában alkalmazzák. A kémiában ugyanis ez alatt valamilyen komponens oldatban való meghatározását értik úgy, hogy ahhoz részletekben (például bűrettáblából) reagenst adagolnak egy bizonyos, például színváltozási pontig (ekvivalencia), ezáltal jelezve, hogy a meghatározandó komponenst a reagens elfogyasztotta, és annak mennyisége a fogyott reagens térfogatából kiszámítható (*Medical Dictionary*, é. n.).



1. ábra • A Takátsy-mikrotitrátor (a) és kellékei: b – mikrolap; c – spirálkacs; d – szerológiai sorozattitrálás

A szerológiában (virológiában) biokémiainak is nevezhető titrálásnak nevezik a szérum gyakran többszörös (pl. kétszeres vagy tízszeres) sorozatos hígítását annak érdekében, hogy meghatározzák azt a legnagyobb hígítást, ami még érzékelhető antitestmennyiséget tartalmaz. A mikrobiológiában ugyanúgy nevezik a mikroorganizmusok szuszpenziójának szintén sorozatos hígítását, amiből visszaszámolható az eredeti oldatban lévő organizmusok (baktériumok, vírusok) száma. A pontosítás kedvéért megjegyezzük, hogy Takátsy Gyula kutatásai a szerológiai titrálásra, illetve a komplementkötési, hemagglutinációs inhibíció, metabolikus inhibíció titrálásokra vonatkoztak, amelyek szerepe kiterjed az influenza-, mikrobiológiai, farmakológiai, klinikai diagnosztikai vizsgálatokra is. A múlt század 50-es éveiben, amikor Takátsy ezirányú kutatásait végezte, a szerológias hígításos titrálások klasszikus és általánosan használt módszere a Widal-féle eljárás volt, amelyben a hígításokat szívasós üvegpipettával, állványba helyezett kémcsövekben végezték.

A szerológiai (virológiai) hígításos titrálásokról vált szállóigévé *André Lwoff*, Nobel-díjas francia virológus/bakteriográfus kutató mondása ifjú kutatók vizsgáztatására: „*egy víruskutató munkaidejének 90%-a hígítások készítésével telik el*” – de azért nem okvetlen elvesztegetett idő, ha közben gondolkodunk is: ő 1965-ben Nobel-díjat kapott a „rengeteg hígításért...” (Néhai *Koch Sándor* professzor személyes közlése, aki akkoriban Takátsy Gyula kollégája volt az OKI-ban, és *Lwoff* mellett töltött egy évet a párizsi Pasteur Intézetben.)

A Takátsy-innovációk

A szerológiai hígításos titrálásokat a fentiekre való tekintettel *Takátsy* három alapszempontból kívánta megújítani:

- az üvegpipetták kiiktatása, illetve a pipettával mozgatható folyadéktérfogatok csökkentése, mozgatásának egyszerűsítése és gyorsítása,
- a kémcsövek helyettesítése, illetve a reakcióedények méretének jelentős csökkentése,
- párhuzamos, gyors sorozatos hígítások egyszerű elvégzése.

Célja érdekében az üvegpipetták helyettesítésére úgynevezett *spirálkacsokat* talált fel, és írt le (*Takátsy*, 1950), illetve védelmükre szabadalmat kérelmezett, majd a kacsok készítését és használatát 1955-ben angol nyelven is részletesen ismertette (*Takátsy*, 1955).

Az 1950-ben kérelmezett találmány leírása: *Takátsy-kacs*: eredeti formájában hőálló huzalból készült spirál, melynek sűrű menetei megközelítőleg gömbölyű teret határolnak el (*1. ábra, c.*), és a bakteriológiai kacséhoz hasonló nyéllal van ellátva. Mivel a kacs térfogata pontosan kalibrálható (például 25, 50, illetve 100 µl), igen kis térfogatú folyadék pontos felvételére alkalmas. A felvett folyadékot azután tetszés szerinti mennyiségű hígító folyadékba lehet a kacs nyelének forgatásával belemosni. Ezen elv alapján a kaccsal sorozatos hígítások készíthetők nagy pontossággal, és az eljárás rendkívül gyors és gazdaságos.

Ne feledjük, hogy amikor 1950-ben *Takátsy* ezt a kapillaritáson és felületi feszültségen nyugvó, a kis térfogatú folyadékmennyiségeket (µl) kimérhetővé, keverhetővé tehető és továbbítható zseniális eszközt kitalálta, az világviszonylatban egyedülálló volt. 1950-ben publikált dolgozatában *Takátsy* szerint az ott ismertett eljárás abban különbözik a klasszikus és akkor általánosan használt *Widal*-féle eljárástól, hogy pipetta helyett a fentiek szerint készült saját spirálkacsot, a kémcsövek helyett *Mandula*-féle vájt üveglapot használt. Ez – és ezt itt hangsúlyozottan

ki kell emelni – egyidejűleg akkor még egyszerre csak egyetlen titrálási hígítássorozat elvégzését tette lehetővé.

A következő fejlesztési lépés akkor következett be, amikor Takátsy angol nyelven 1955-ben leírta a már 1951-ben magyar nyelven publikált titrálási eszközét, a spirálkacsot. (Takátsy, 1955) Jellemző és valószínűleg Takátsy kutatói szerénységének tanúbizonyságaként kezelhető, hogy a dolgozat címe szerint (*The Use of Spiral Loops in Serological and Virological Micro-methods*) csak a kacsok ismertetésével foglalkozik, bár a közlemény nem csak erről szól, mert a dolgozatban már az itt előzőleg körvonalazott célját, azaz a Widal-féle kémcsovek, illetve a Mandula-féle vájt üveglapok helyettesítésére és a párhuzamos gyors, sorozatos hígítások elvégzésére is újabb eszközt és annak a kacsokkal való együttes alkalmazását dolgozta ki. Ez a világviszonylatban akkor először ismertetett kellék a laboratóriumi mikrolap volt (1. ábra, b.). Akkori (1955) formájában az egy 8×68×130 vagy 8×95×130 mm méretű, téglalap formájú plexiüveglap (*Lucite*) volt, amiben Takátsy eredetileg valószínűleg saját garázsában lévő műhelyében elektromos fűrógéppel 6×12 vagy 8×12 db, 6 mm átmérőjű, tölcser alakú lyukat fűrt (1. ábra, b.). Ezáltal megvalósította és leírta a kacsokkal és mikrolappal elvégezhető hat vagy nyolc párhuzamos sorozatban megvalósítható szerológiai hígításos mikrotitrálást, ugyanis a mikrolapokban jól folyadéktérfogatokkal dolgozott (1. ábra, d.).

A kacs és a titrálási mikrolap megalkotása után Takátsy megkereste az esztergomi Labor Műszeripari Műveket (MIM), és együtt kidolgozták a LaborMIM által gyártott Takátsy-mikrotitrátor berendezést (1. ábra, a.). Ezt német nyelven egy, az NDK-ban publikált folyóirat tette először közzé (Takátsy, 1964).

Szabadalmaztatás

Valószínűleg 1950-ben, a spirálkacsot leíró cikke (Takátsy, 1950) publikálása előtt Takátsy „Hígító spirál-kacs” tárgyban találmányi oltalomkérést nyújtott be az Országos Szabadalmi Hivatalhoz (OSzH). A hivatal 1951. június 14-én válaszolt a kérésre. Ebből idézünk a következőkben:

„Az Országos Találmányi Hivatal Dr. Takátsy Gyula, budapesti lakos, 1950. március hó 23. napján benyújtott fenti tárgyú bejelentését megvizsgálta és annak tárgyát nem minősíti a 11.950/1948. Korm.sz. rendelet 1.§-a értelmében vett találmánynak, ezért a bejelentés tárgyára szerzői tanúsítvány nem adható.

Amennyiben a bejelentő a szabadalmazási eljárás saját részére való lefolytatását kívánja, erre vonatkozó nyilatkozatát e határozat kézbesítésétől számított 30 nap alatt nyújtsa be és azon a 110.- Ft szabadalmi bejelentési illetéket bélyegben rója le, mert különben a Hivatal a bejelentést visszavontnak tekinti. A bejelentés tárgya állami szervek által történő gyakorlatbavétel esetén újításnak minősítendő és az 56/1951. M.T.sz. rendelet szerint díjazandó.

Indokolás

A bejelentés tárgyát képező spirálkacsnak a javaslat szerinti felhasználása új ugyan és az eszköz célszerűen használható laboratóriumi munkáknál, azonban népgazdaságunk szempontjából való jelentősége nem oly nagy és a javaslat nem jelent oly lényeges haladást a technika ismert állásával szemben, hogy a fenti jogszabály értelmében szerzői tanúsítvánnyal elismert találmánynak lenne tekintendő.”¹

¹ Kiemelés a szerzőktől.

A visszautasítás után Takátsy nem hagyta magát elintáztatni, bár a fenti elutasítást olvasva sokan feladták volna a szabadalmaztatás szándékát, újabb szabadalmi bejelentéssel élt, és arra 1963. május 7-i kelettel *Eljárás és eszköz kémiai anyagok vizsgálatára* talányos címmel szabadalmi okiratot kapott (2. ábra). Nincs információ arról, hogy a szabadalomra a LaborMIM vagy a Metrimpex bármelyike külföldi oltalmat kért vagy kapott volna. A szabadalom címében furcsán hangzó, kémiai jellegűnek nevezett berendezés tulajdonképpen az itt már említett szerológiai (virológiai) mikrotitratorra vonatkozott.

Külföldi reagálás, illetve koppintás (másolás és eltulajdonítás)

Miután, mint említésre került, a mikrotitrator megfelelő szabadalmi védelem nélkül a Metrimpex Külkereskedelmi Vállalat számos országban, beleértve az Egyesült Államokat, forgalmazni kezdte, azt sok kórházi, kutatóintézeti és egyetemi inframikrobiológiai la-

boratóriumban kezdték el használni, például az U. S. Department of Health, Education and Welfare, a Public Health Service, a National Institute of Neurological Disease and Blindness perinatális kutató részlege a marylandi Bethesdában is az 1960. évben. Ebben az intézetben dolgozott az a John Louis Sever, akitől a jónévű *Journal of Immunology* című folyóiratban 1962-ben megjelent az a kilencoldalas közlemény, amit a tudományos eredmények lekoppintása (másolása) iskolapédájának lehet tekinteni, úgy, hogy az sem jogi, sem gazdasági, sem erkölcsi szempontból ne lehessen kifogásolható vagy támadható (Sever, 1962). Ebben a cikkben a szerző elismeri, hogy az *Application of a Microtechnique to Viral Serological Investigations* című cikk lényegében Takátsy módszerét és kellékeit (a mikrotitrator) vette igénybe, de hangsúlyozza, hogy azt lényeges módosításokkal, illetve javításokkal tette, bár azok valójában jelentéktelenek voltak. Megjegyzendő még, hogy a fenti cikk kéziratát az említett folyóirat 1961. május 29-én kapta meg közlésre. Takátsy mikrotitrator 1963. május 7-én kapta meg a hazai oltalmat (2. ábra).

A fent említett cikk által igaztalanul „módosítottnak” nevezett eljárás szerint egy egyesült államokbeli vállalat rögtön (1963-ban) gyártani és forgalmazni kezdte az úgynevezett módosított mikrotitrator.

Sever cikkének a hatására világszerte számos laboratóriumban kezdték el beszerezni és használni a Takátsy-szerológiai titrálási kellékeket. Erről érdekes adat, illetve adalék, hogy 1962 és 1992 között Sever említett cikkét több mint 2200-szor idézték a nemzetközi szakirodalomban, míg Takátsy 1955-ös közleményét 395-ször, és ez utóbbit főleg úgy, hogy a Severt idéző szerzők cikkükben együtt idézték Severt és Takátsyt (Garfield, 1992).



2. ábra • Szabadalmi okirat (Takátsy, 1962)

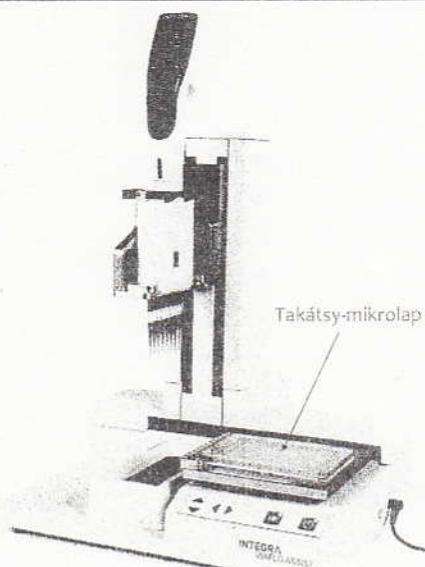
A fentiek bizonyítják, hogy Takátsy találmányait ugyan galád módon lekoppintották, és ezáltal Magyarországot és magát Takátsyt megfosztották a találmányok anyagi juttatásaitól, de Takátsy prioritását említett kellékek megalkotásában, feltalálásban messzemenően elismerték (Garfield, 1992, Zähringer, 2010).

A Takátsy-mikrotitrátor és eszközeinek utóélete

Mint már említésre került, maga a LaborMIM (Esztergom) a mikrotitrátor-gyártással az egyesült államokbeli Cook Engineering Co. Alexandria-féle utánzat piacra dobása után valószínűleg a múlt századi hetvenes évek elején teljesen leállt. Elképzelhető azonban, hogy itthoni és szomszédos országok laboratóriumaiban egyes példányok még ma is használatban vannak.

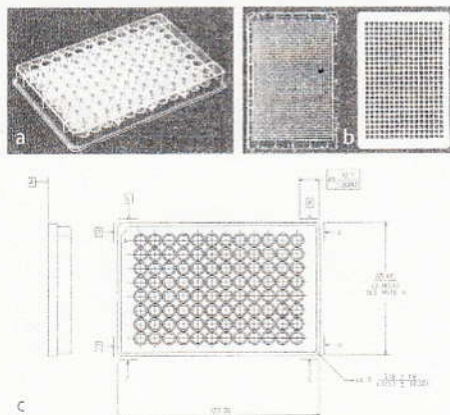
Égészen más a helyzet a mikrotitrátor két alapszövegével, a kacsokkal és a mikrolapokkal. Bár a Takátsy-féle mikrotitrálási kacsok feltalálásukkor, a múlt század ötvenes éveiben zseniális fejlesztésnek tekinthetők, és a LaborMIM mikrotitrátorok és a koppintott egyesült államokbeli berendezések kellékeként még évtizedekig használatban voltak és valószínűleg néhol még ma is használatban vannak, a laboratóriumi műszerezettség fejlődését és a műveletek automatizálását ezen a téren sem lehetett feltartóztatni.

A múlt század hetvenes éveiben feltalálták, majd Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban forgalmazni kezdték a mikrolapokhoz is használható, manuálisan működtethető automatikus sorozatpipettákat (3. ábra), és rövid időre rá a programozható, teljesen automatikus sorozatpipettázó berendezéseket (4. ábra). Ezek alkalmazása teljesen feleslegessé tette a saját idejünkben rendkívül hasznosan és célszerűen használható zseniális Takátsy-



3. ábra • Teljesen önműködő programozható szerológiai sorozattitráló berendezés (VIAFLO ASSIST)

kacsokat. Mindezek tetőzésére rövid időre rá gyártani kezdték a sokrétűen automatizált szerológiai titrálókészülékeket, amelyekben a mintaelőkészítési, titrálási, értékelési és



4. ábra • Mikrolapok • a – Takátsy-kialakítású 96 üreges (8×12) mikrolap; b – 384 és 1536 üreges mikrolap; c – Az Egyesült Államokban kialakított mikrolapszabvány

tisztítási műveleteket teljesen önműködően el lehetett végezni. Ami azonban a Takátsy-mikrotitrátorból származó eszközként végig használatban volt, és világszerte elterjedt, az a titrálási mikrolap. A ma használt önműködő szerológiai titrálóberendezések a Takátsy-mikrolapra épülnek és a mikrolapon való titrálás működtetését, automatizálását szolgálják. A Takátsy által eredetileg plexiüvegből készített 96 db (12×8) fúrt lyukú, téglalap alakú mikrolapot később világszerte sokféle más műanyagból öntve, préselve, formázva, a használt titrálási komponensektől függően különböző színekben kezdték el gyártani, és gyártják milliószámba ma is (4. ábra).

A Takátsy-mikrolapokban lejátszódó szerológiai titrálások eredményei eredetileg például az agglutinációs reakcióknál szabad szemmel leolvashatók (csapadékképzés) voltak. A múlt század nyolcvanas éveiben a reakciótermékek leolvasására alkalmazott, reakciótípusoktól függően különböző műszeres berendezéseket, ún. mikrolap-leolvasókat (*microplate reader*, Zähringer, 2014) építettek és használtak. Ezek különböző biológiai, kémiai vagy fizikai jelenségek detektálására és mérésére alkalmasak, és széles körű használatra találtak a tudományos kutatásban, *bioassay* és gyógyszerkémiai vizsgálatokban, minőségellenőrzéseknél és más gyártási eljárásokban, 96–1536 üreges mikrolapokon, 5–200 µl folyadéktérfogatok felhasználásával. A berendezések leginkább optikai abszorbananciát, fluoreszcencia-intenzitást, lumineszcenciát, időben felbontott fluoreszcenciát és fluoreszcencia-polarizálást mérnek a mikrolapokon az üregek vertikális átvilágítása közben.

Az ELISA (*Enzyme-linked Immunosorbent Assay*)-alapú vizsgálatok elképzelhetetlenek ilyen mikrolemezek nélkül. Később ezeket már csak „ELISA-lemez” néven ismerték.

Ugyancsak gyakori a mikrolapok alkalmazása a DNS-szekvenálásnál használt polimeráz láncreakció esetében is.

A Takátsy-mikrolapok történetét és piacát alapos és részletes tanulmányokban a szakirodalomban több helyen is ismertették. Egy 2009-ből származó adat szerint a mikrolapok és az azokhoz kötődő műszerezettség világforgalma eléri majd az ötmilliárd dolláros forgalmat. Egyedül a mikrolapok évi forgalmát manapság 500 000 darabra teszik (Manns, 1999; Banks, 2009; Global 2010).

Végszó

Takátsy Gyula és találmányának esete akár a szerencsésebb kimenetelű hazai innovációk közé is sorolható lenne. Az oka, hogy a nagyon korai publikálási tevékenység folytán a találmány és az azzal elért eredmények előbb itthon, majd külföldön is ismertté, és ami ennél még fontosabb, elismertté váltak.

Ezzel szemben áll a találmány nemzeti és személyes gazdasági sikerének kimondottan negatívnak mondható kimenetele. Az ötvenes években itthon fennálló patológiás tudományos és innovációs szabadalmi adminisztrációs helyzetnek és korlátoknak tulajdoníthatóan maradhatott el eleinte, majd később jelentősen a hazai és külföldi jogi védelem. Talán e téren még azt is meg kell jegyezni, hogy valószínűleg sem maga Takátsy, sem azok, akik jogilag, illetve szakmailag segítettek, vagy segíthettek volna (például a LaborMIM művek), nem láthatták előre, hogy találmányának, a mikrotitrátornak eszközei közül a mikrolap lesz a legidőállóbb, a legsikeresebb (Manns, 1999), illetve, hogy az külön is jogi védelmet (külön szabadalmaztatást) igényelt, illetve igényelhetett volna.

Kulcsszavak: Takátsy, mikrotitrátor, mikrolap

IRODALOM

- Banks, Peter (2009): The Microplate Market, Past, Present and Future. Microplates Today, the Global Market. *Drug Discovery World*. Spring, 85. http://www.biotech.com/assets/tech_resources/The%20microplate%20market.pdf
- Braun Tibor – Klein A. – Zsindely S. (1992): Immunoassays: from RIA to VIA. *Trends in Analytical Chemistry*. 11, 1, 5.
- Garfield, Eugene (1992): The Week's Citation Classic. *Current Contents*. 30, July 27,
- Global Industry Analysts, Inc., (2010) • http://www.strategyr.com/Microplate_Instrumentation_And_Supplies_Market_Report.asp
- Góth László (2011): *A klinikai kémia és klinikai enzimológia története és fejlődése*. • http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0019_1A_A_klinikai_kemia_es_klinikai_enzimologia_tortenete_es_fejlolese/adatok.html
- Manns, Roy (1999): Microplate History. 2nd edition, Presented at *Mip. Tech-ICAR'99*, 17–21 May, Montreux, Switzerland
- Medical Dictionary* – titration. In: The Free Dictionary. (é. n.) <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/titration>
- Sever, John Louis (1962): Application of a Microtechnique to Viral Serological Investigations. *Journal of Immunology*. 88, 320.
- Takáts Gyula (1950): Új módszer sorozatos hígítások gyors és pontos elvégzésére, *Kísérletes Orvostudomány*. 2, 393.
- Takáts Gyula (1955): The Use of Spiral Loops in Serological and Virological Micro-methods. *Acta Microbiologica and Immunologica Hungarica*. 3, 191.
- Takáts Gyula (1964): Die Verwendung des Mikrotitrator-Gerätes zu serologischen Untersuchungen in der Virologie. *Das Ärztliche Laboratorium*. 10, 293.
- Takáts Gyula (1962): *Eljárás és eszköz kémiai anyagok vizsgálatára. Szabadalmi leírás*. Országos Találmányi Hivatal, 149.917 szám TA-606 alapszám
- VIAFLO ASSIST • http://www.integra-biosciences.com/sites/viaflo_assist.html
- Zähringer, Harald (2010) Produktübersicht: Mikrotiterplatten, *Laborjournal*. 10, 1–2, 48.
- Zähringer, Harald (2014): Lighting Specialists. Product Survey: Microplate Readers. *LabTimes*. 1, 47. • http://www.labtimes.org/labtimes/product/j2014/2014_01.lasso

