

Szépüölgyi János

Vegyipar — ezredfordulós pillanatsfelvétel

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya 1998. szeptember 23-án előadói ülést rendezett *Vegyipar az ezredfordulón* címmel*. Az anketét apropóján összeállított tanulmányunkban áttekintjük, hogy az ezredforduló környékén a vegyiparra milyen társadalmi és gazdasági kihívások várnak, és hogy a világ élvonalát jelentő amerikai és európai vegyipar miként kíván reagálni e kihívásokra. Foglalkozunk a környezetvédelem, valamint a vegyipari kutatás és fejlesztés néhány általános és időszerű kérdésével. Felvázoljuk továbbá a magyar vegyipar főbb területeinek (kőolaj-feldolgozás, petrokkémiai ipar, gyógyszeripar, műtrágyagyártás) jelenlegi helyzetét és fejlesztési elképzeléseit az ezredforduló utáni időszakra. A témáról rövidített áttekintés jelent meg az *Ezredforduló 1999/2.* számában. A két tanulmány között minimális az átfedés.

Röviden a vegyipar jelentőségéről

„A kúmiával és a vegyiparral életünk minden egyes napján, valamennyien kapcsolatban vagyunk. A kúmia eredményei segítenek abban, hogy megfelelően táplálkozzunk és öltözködjünk, megfelelő körülmények között lakjunk.” — olvasható az *Alliance for Chemical Sciences and Technologies in Europe*, az európai vegyipar egyik vezető szakmai szervezetének legutóbbi tanulmányában (1). A kúmia és a vegyipar, saját feladataik teljesítésén túlmenően, nagymértékben járulnak hozzá a biológia, a fizika, az orvostudomány, az anyagtudomány, az energiatermelés és számos egyéb, az életminőség szempontjából alapvető fontosságú terület problémáinak megoldásához is.

A vegyipari termékek világgforgalmából az Európai Közösség részesedése 29%, az USA-é 26%, Japáné 18%. A három legfejlettebb régió tehát a világ vegyipari termelésének mintegy háromnegyedét állítja elő: a vegyipar jelenének és jövőjének alakításában övük a döntő szerep.

*A programban a következő előadások hangzottak el: *Dénes Ferenc*: Kihívások és válaszok a magyar kőolaj-feldolgozásban; *Várhegyi Miklós*: A hazai petrokkémia kilátásai az ezredforduló után; *Greiner István*: A magyar gyógyszeripar és az innováció; *Blazsek István*: A magyar műtrágyaipar helyzete és fejlesztési törekvései; *Szépüölgyi János*: A vegyipari kutatás és fejlesztés néhány kérdéséről. Az előadások szerkesztett szövege a *Magyar Kémikusok Lapjában* jelent meg.

Európában a vegyipar éves üzleti forgalma 300 milliárd ECU, ami minden egyes európai lakosra vonatkoztatva mintegy 1000 ECU-s forgalmat jelent. Az európai vegyiparban napjainkban több mint másfél millió ember dolgozik, közel 30 000 cégnél. Ezek 98%-a kis- és közepes méretű vállalkozás. A maradék 2%-ot viszont a világ legnagyobb vállalatai alkotják: *a tíz legnagyobb vegyipari cég közül hatnak Európában van a székhelye.*

Az amerikai vegyipar 1995-ben 368 milliárd USD forgalmat bonyolított le, és közel egymillió embert foglalkoztatott. A vegyipar ebben az évben az USA teljes ipari termelésének mintegy 10%-át állította elő.

Magyarországon 1997-ben az ipar termelési értékének 17,5%-a, 1998 első felében 16,2%-a származott a vegyiparból (2). A magyar vegyipar termelésének közel 30%-át a kőolaj-feldolgozás és a kokszyártás, 16%-át a gyógyszeripar, illetve a petrokémiai ipar (műanyag alapanyaggyártás), 14%-át pedig a műanyag késztermékek gyártása adja. A további fontos hazai vegyipari termékek közé a műtrágyák, a növényvédő szerek, a gumitermékek, a festékek, a vegyszálak, az ipari gázok és az egyéb vegyi áruk tartoznak.

Quo vadis?

Elmondhatjuk tehát, hogy a vegyipar mind társadalmi jelentőségét, mind gazdasági súlyát tekintve a kiemelt fontosságú iparágak közé tartozik világszerte. Ugyanakkor a XXI. század küszöbén, a gazdaság többi területéhez hasonlóan, a vegyipar is egyre nagyobb kihívásoknak néz elébe. A vezető amerikai vegyipari szakmai szervezetek (American Chemical Society, Chemical Manufacturers Association, Council for Chemical Research, Synthetic Organic Chemical Manufacturers Association) által összeállított Technology Vision 2020 című tanulmány (3) szerint a következő időszakban a vegyipar mozgásterét alapvetően a következő tényezők határozzák meg:

- a gazdaság globalizálódása,
- a társadalom igénye a vegyipari technológiák és termékek környezeti hatásainak a mérséklésére,
- a pénzpiac nyomása az ágazat profittermelő képességének növelésére,
- a növekvő fogyasztói elvárások és
- a munkaerővel szembeni követelmények növekedése.

A gazdaság globalizálódása a vegyipar esetében mindenekelőtt új piacok megnyitását és új nyersanyagforrások elérhetőségét jelenti. Ezzel egyidejűleg azonban a korábbi saját piacokon is új szereplők és új termékek megjelenésével kell számolni. Kedvezőbb piaci pozíciók elfoglalása érdekében a vállalatok sok esetben kényszerülnek egyesülésre, gazdasági és műszaki potenciáljuk összevonására. A vegyiparban számos példát találunk erre: ide tartozik a két nagy gyógyszeripari cég a Glaxo és a Welcome egyesülése, vagy a Ciba és a Sandoz fúziójával a Novartis, ezáltal a világ legtökeerősebb kutatóbázisának megalakulása. A legújabb fejlemények közül a Rhone-Poulenc francia gyógyszer- és vegyipari konszern és a német vegyipari mamutcég, a Hoechst cég fúziós tárgyalásai, valamint az említendő, hogy világ legnagyobb tőzsdei olajvállalata, az Exxon bejelentette a második legnagyobb amerikai olajvállalat, a Mobil részvényeinek felvásárlását.

A vegyipart a közvélemény még napjainkban is a természeti környezetet fokozottan terhelő iparágak közé sorolja. Jóllehet az utóbbi években ez a helyzet érezhetően változott, és a cégek nagy erőfeszítéseket tesznek tevékenységük környezeti hatásainak mérséklésére (egyúttal a vegyiparról alkotott kép javítására is: utalunk itt a TVK Rt. ez irányú törekvéseire), számos környezeti probléma vár még megoldásra. Ezekről részletesebben még szólni fogunk.

A *profittermelő képesség* növelése — az ismert gazdasági okokon túlmenően — azért is lényeges a vegyipari vállalatok esetében, mivel a tevékenység jellegéből adódóan nagy az iparág fejlesztési igénye, és az ehhez szükséges belső és külső források csak megfelelő gazdasági teljesítmény esetén állnak rendelkezésre. A *fogysztói elvárások* elsősorban a vegyipari termékek használati értékével, minőségével és árával kapcsolatosak, de egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a környezeti hatások csökkentésére (újrahasznosítás, lebonthatóság) vonatkozó igények is. Növekednek a *munkaerő minőségével* kapcsolatos elvárások. A megbízható alapanyag-ellátás megszervezéséhez, a korszerű logisztikai módszerek alkalmazásához, a mind bonyolultabb technológiai folyamatok működtetéséhez, a termékek hatékony értékesítéséhez jól képzett, több területen jártas munkaerőre van szüksége a vegyiparnak.

Jóllehet a fenti kihívások valamennyi piacgazdaságban és valamennyi vegyipari céggel szemben jelentkeznek, az egyes régiók és a vállalatok különböző módon kívánják ezekre válaszolni.

A már hivatkozott tanulmány (3) szerint az USA vegyiparának a következő 25 évben az alábbi öt célt kell elérnie ahhoz, hogy alkalmazkodni tudjon a működési feltételek változásaihoz:

- a termelési folyamatok tökéletesítése, különös tekintettel az alapanyag-ellátás jobb megszervezésére,

- az alapanyagok felhasználásának hatékonyabbá tétele, a hulladékanyagok újrahasznosításának széles körű elterjesztése, az energiatermelés és -felhasználás határfokának javítása,

- az eddigiekhez hasonló vezető szerep vállalása a környezeti és a gazdasági szempontok összehangolásában,

- egyértelmű elkötelezettség hosszabb távon is a kutatás és fejlesztés finanszírozására,

- kiegyensúlyozott technológia-befektetési politika kialakítása az állami hivatalok, a kutatási szféra és a vegyipar lehetőségeinek együttes kihasználásával, mindenképp közös kutatási és fejlesztési célprogramok révén.

A következő években a vegyipar fejlődése szempontjából kulcsfontosságúnak tűnik a *fenntartható fejlődés* elvének és gyakorlatának elfogadása, az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás. Ahhoz, hogy ez megvalósuljon, számos műszaki, szervezési és szervezeti irányítási és egyéb feladatot kell megoldani. Néhány ezek közül:

- új ismeretek megszerzése és felhasználása, új kémiai és technológiai elvek kidolgozása célirányos kutatás és fejlesztés révén; ezek eredményeire alapozva jobb költség-hatékonyaságú, nagyobb teljesítőképességű termékek és technológiák kifejlesztése;

- a vegyipar információs rendszerének fejlesztése az állami intézményekkel, a kutatási szektorral, továbbá a szoftvergyártó cégekkel együttműködve; a vegyipar számítástechnikai eszközeinek és rendszereinek összehangolása és integrálása;

- olyan törvénykezési és szabályozási gyakorlat kialakítása, amely lehetővé teszi, hogy a termék- és technológia-fejlesztés kezdeti szakaszában, még az egyébként versenytársaknak számító cégek is együtt tudjanak működni;

- a törvényalkotás és a jogi szabályozás tökéletesítése olyan értelemben is, hogy az a tiltások helyett a vegyipar megfelelő működését segítse elő, és a költségeket, a várható hasznot és a relatív kockázatokat jelentőségüknek megfelelő súllyal kezelje;

- a logisztikai műveletek hatékonyságának javítása, a termelés-ellátás irányítási módszereinek, a termelés és a termék-elosztás információs rendszerének fejlesztése;

- a technológiák rugalmasabbá tétele, olyan termelési eljárások tervezése és kialakítása, amelyek a piaci igények változásaira gyorsan és hatékonyan képesek reagálni; ehhez korszerű mérés-technikai eszközökre, újszerű tervezési, fejlesztési, méretnövelési és optimalizációs módszerekre van szükség;

- a szabványok harmonizációja hazai és külföldi kormányzati hivatalokkal és független szabványosítási szervezetekkel együttműködve; a nevezéktan, a dokumentálás,

a termékjelölés, a termékminősítés és a csomagolás egységes rendszerének kialakítása;

- kutatási-fejlesztési együttműködésre serkentő társadalmi és gazdasági környezet biztosítása; a cégek, a kormányzati szervek és a kutatási intézmények irányítási és kutatási-fejlesztési kapacitásának összehangolt működtetése a vegyipar viszonylagos helyzetének javítása érdekében;

- a képzés és továbbképzés rendszerének tökéletesítése, az oktatás színvonalának emelése; a kutatással foglalkozó intézmények fokozottabb bevonása olyan közös, interdiszciplináris kutatási-fejlesztési programokba, amelyek lehetővé teszik a vállalatoknál dolgozó szakemberek folyamatos továbbképzését egész szakmai pályafutásuk során.

Az általános célok és feladatok megfogalmazásán túlmenően szakmai szempontból kifejezetten érdekes, hogy mely területeket vélnek a vegyipari kutatás és fejlesztés szempontjából *kiemelt jelentőségűnek* a következő két évtizedben az USA-ban. Négyet jelölnek meg:

1. Új kémiai tudomány és vegyipari technológia.
2. Az ellátási hálózat irányítása.
3. Vegyipari információs rendszerek.
4. Termelésirányítás.

Ad 1. A kémiai tudomány a továbbiakban is a fő hajtóerőt jelenti a vegyipar fejlődésében. Az amerikai vegyipar kedvező piaci pozícióinak megtartása és javítása érdekében a kémiai kutatástól főként a kémiai szintézisben, a bioeljárásoknál és a biotechnológiában, valamint az anyagtechnológiában várnak új eredményeket. Jelentős fejlődést prognosztizálnak a folyamat tudományban, a vegyipari műveletek terén, a kémiai mérés technikában, és a számítástechnika vegyipari alkalmazásában.

A kémiai szintézis nyújtotta előnyök jobb kihasználására a vegyiparnak elsősorban olyan technikák kifejlesztését kell támogatni, amelyek a biológia, a fizika és a számítástechnika elveit és közelítésmódját viszik át a kémiai gyakorlatba. A felülettudomány és a katalíziskutatás együttműködésétől új kereskedelmi termékek előállítása várható már a közeli jövőben is. Nagy jelentősége van a szintézisre vonatkozó alapösszefüggések felismerésének, különösen komplex molekulaszervezetek létrehozása kapcsán. További kiemelt fejlődési irányt jelentenek a nem hagyományos körülmények között (gázfázisban, szuperkritikus folyadékokban, nagy energiataralmú terekben) végrehajtott anyagszintézisek.

A biológiai alapokon nyugvó ún. bioeljárásokat mind kiterjedtebben alkalmazzák vegyipari termékek előállítására is. A vegyipar feladatai közül e vonatkozásban az új, nagyobb teljesítményű, hatásosabb biokatalizátorok kifejlesztésével kapcsolatos igények pontos megadása, hatékony biotechnológiai módszerek kidolgozása és a technológiai költségek csökkentése említhető. Az előrelépéshez az ipari bioeljárások kémiai alapjainak jobb megértésére, új enzimek felfedezésére, az enzimek működésének optimalálására és hatásos elválasztási eljárások kidolgozására van szükség.

Az anyagtudományi és technológiai kutatások eredményeként kifejlesztett új szintetikus anyagok forradalmi módon változtatták meg a XX. században a társadalom életét. A hagyományos szerkezeti anyagokat, a fémeket, a fát, az üveget, a természetes szálakat felváltó mesterséges polimerekből, a korszerű kerámiai anyagokból és a társított (kompozit) anyagokból kisebb tömegű, kedvezőbb használati tulajdonságú, hosszabb élettartamú, flexibilisen tervezhető és gyártható termékek hozhatók létre. A jövő egyik fontos feladata az anyagszerkezet, a tulajdonságok és az anyag-előállítás közötti kapcsolatok minél több részletének tisztázása. Tökéletesíteni kell az anyagelőállítási és -feldolgozási technológiákat és növelni kell a szerkezeti anyagok újrahasznosításának mértékét.

Ad 2. A vegyipari vállalatok az eddigiekben főként a kémiai kutatásra és a technológiai fejlesztésre, valamint a gyártásra koncentráltak. Sokkal kevesebb fi-

gyelmet fordítottak az ún. *ellátási láncra*, a beszállítók, a termelők és a felhasználók közötti kapcsolatrendszerre, jöllehet napjainkban a vegyipari termékek eladási árban az ellátási lánchoz kapcsolódó költségek belföldi értékesítés esetén mintegy 10%-ot, a termékek exportja esetén pedig mintegy 40%-ot tesznek ki. Az ellátási lánc irányításába beletartozik a megrendelések tervezése és kezelése, valamennyi beszerzett, feldolgozott és elosztott anyag kezelése, szállítása és raktározása, valamint a leltárok elkészítése. A következő időszak feladatai közé a logisztikai műveletek optimalizálása, az ún. legjobb gyakorlat módszerének elterjesztése, a csomagolás, dokumentálás, anyagkezelés, tárolás és szállítás egységesítése, valamint a globális kommunikációs, adatátviteli és információkezelési rendszerek kialakítása tartozik.

Ad 3. A vegyipar versenyképességét az ezredforduló után nagymértékben meghatározza, hogy a termelésre, elosztásra stb. vonatkozó adatokat miként alakítják át információkká, ezeket az információkat hogyan továbbítják és hasznosítják, mily módon kezelik és tárolják. Az *információs rendszerek* fejlesztésében az egyik fő irányt a nyitott rendszerek kialakítása jelenti. Ezekben előállított információk adott halmaza közvetlenül átvihető nagyobb rendszerekbe, ezáltal több szintű, hatékony vegyipari információs hálózatok építhetők ki. Ehhez javítani kell az adat-szolgáltatás és az adatok biztonságát, minőségét és megbízhatóságát, továbbá fejleszteni kell az adattömörítő eljárásokat. A kormányzati szervekkel együttműködésben (az együttműködés ez esetben elsősorban a kutatás és fejlesztés részbeni állami finanszírozását jelenti) intenzív kutatómunkára van szükség a molekuláris modellezés és szimuláció terén, különös hangsúllyal a vegyipar igényeire. Az eddiginél szélesebb körben kell elterjeszteni a vegyiparban a modellezési és szimulációs technikákat. Ehhez kapcsolódik a szakértő rendszerek és az intelligens döntéstámogató módszerek fejlesztése is, amelyek főként a multinacionális, sokféle terméket előállító vállalatoknál segíthetik a műszaki és gazdasági döntések meghozatalát.

Ad 4. Az iparág jövedelemtermelő képessége attól függ, hogy termékei milyen mértékben képesek a fogyasztói igényeket kielégíteni. A termelés szervezésének és irányításának e vonatkozásban kitüntetett szerepe van. Az amerikai vegyipar a *termelékenység és -irányítás* tökéletesítése érdekében a következő területekre kíván koncentrálni az ezredforduló után: (1) fogyasztói igények, (2) termelési adottságok, (3) információ és folyamatszabályozás, (4) technológiatervezés és -kivitelezés, (5) az ellátási lánc tökéletesítése és (6) a globális működési és értékesítési expanzió.

Jöllehet Európa ma még sem politikailag, sem gazdaságilag nem képez olyan egységes rendszert, mint az USA vagy Japán, mégis megjelölhetők azok a fontosabb fejlődési tendenciák, amelyek nagy valószínűséggel a földréz vegyiparának egészére jellemzők lesznek az elkövetkező időszakban. A Chemistry, Europa and the Future című, már hivatkozott tanulmány (1) szerint az európai vegyipar akkor őrizheti meg eddig kivívott, vezető szerepét, ha a jövőben is széles körű és színvonalas kémiai alapkutatóra támaszkodik. Nagyon fontos, hogy ne csak a vegyipari cégek, hanem az egyes kormányok és az Európai Közösség is támogassa a kémiai kutatást és fejlesztést, alapvetően két okból. Egyrészt biztosítani kell az alapkutatókhoz szükséges infrastruktúrát és szellemi hátteret, utóbbiba beleértve a megfelelő színvonalú kémiai oktatást és mérnökképzést is. Másrészt olyan jogi, gazdasági és társadalmi feltételeket kell kialakítani, amelyek messzemenően támogatják az innovációt.

A tanulmány szerzői a következő alapkutatósi területeket tartják különösen fontosnak az európai vegyipar szempontjából: az életfolyamatok kémiaiájának megismerése, új gyógyszerek felfedezése és szintézise, biotechnológiai alapkutatók, mezőgazdasági kémiai kutatások. Részben alapkutatóra, részben technológiai fejlesztésre van szükség a katalízisben, a szupramolekuláris kémiában, a felületkémia és -technológia, a szerkezeti anyagok, valamint a funkcionális anyagok terén. A technológiai fejlesztéseket a következő területekre célszerű koncentrálni: energiatermelés,

folyamatelemzés, folyamatirányítás, érzékelők, a technológiai folyamatok intenzív-
bé tétele és integrált gyártórendszerek kialakítása.

A tanulmány leszögezi: Az (európai) vegyipar támogatja azt az álláspontot, hogy a kiemelt fontosságú ipari kutatás és technológiai fejlesztés nagyobb társadalmi és politikai támogatást kapjon. Ennek érdekében újszerű kommunikációra és együttműködésre van szükség a vegyipar, valamint a kutatóhelyek, a kormányzati szervek és az Európai Közösség között.

A UK Office of Science and Technology Technology Foresight — Progress Through Partnership címen készített tanulmányt arról, miként látják Nagy-Britanniában a kémia és a kémiai technológiák fejlődését az ezredforduló környékén (4). Már a tanulmány címe is sokat mond: arra utal, hogy jelentős technológiai fejlődésre csak a vegyipari cégek, az egyetemek és a különböző kutatóhelyek, intézetek összefogásával van esély.

A tanulmányt készítő szakemberek a közeljövőben várható fejlődés szempontjából három csoportba sorolták a kémiai tudomány és a kémiai technológia egyes területeit. Az első csoportba az átlagosnál jobban, a másodikba az átlagos ütemben, a harmadikba pedig átlagosnál kisebb mértékben fejlődő területek kerültek.

A kémia tudományának és technológiájának várható fejlődési üteme

Átlagosnál gyorsabb fejlődés	Átlagos fejlődés	Átlagosnál lassúbb fejlődés
<i>Kémiai tudomány</i>		
Biológiai kémia Fémorganikus kémia Királis kémia Szerves szintézis Molekuláris biológia Gyógyszerkémia	Környezeti kémia Felületkémia Elektrokémia Szénhidrátkémia Heterociklusok kémiája Anyagtudomány Kristálytechnológia Toxikológia Koordinációs kémia Bioszintetikus kémia Kémiai fizika	Polimer kémia Analitikai kémia Szervetlen kémia Fotokémia Radiokémia Kolloidkémia Vegyipari művelettan Szerves fizikai kémia Matematika a kémiában és technológiában Katalízis
<i>Vegyipari technológiák</i>		
Molekuláris modellezési technológia Folyamatirányítási és modellezési technológia Fluidmechanika	Biztonságtechnika, minőségbiztosítás Biokémiai technológia Biokémiai művelettan Méréstechnika, szenzorok Szilárd anyagok kezelése és feldolgozása Korrózióvédelem	Elválasztás-technológia Polimerek feldolgozása

A kémiai tudományban az átlagosnál gyorsabb fejlődési ütemet valószínűsítene a kémia és a biológia határterületein. Átlagos ütemben fognak fejlődni a környezatkémiai kutatások, az anyagtudományhoz és technológiához, továbbá a szerves vegyiparhoz és a gyógyszeriparhoz kapcsolódó tudományágak. Lassúbb fejlődési ütemet prognosztizálnak ugyanakkor a hagyományos kémiai diszciplínáknál, például az analitikai kémiában, a szervetlen kémiában és a radiokémiában. Technológiai vonatkozásban leggyorsabban a pontosabb és hatékonyabb folyamat- és technológiavezetéssel kapcsolatos ismeretek növekednek. Különösen nagy jövő előtt áll a

molekuláris modellezési technológia, amely lehetővé teszi a technológiai folyamatok atomi szintű irányítását. Átlagos ütemben fog növekedni a biotechnológia, a mérés-technikák és a korrózióvédelem ismeretanyaga. Mérés-technikai szempontból elsősorban a szilárdtest érzékelők fejlesztése és alkalmazása bír különös jelentőséggel. Lassúbb fejlődés várható viszont az elválasztás-technológiában és a polimerek feldolgozásában. Ez a besorolás nyilvánvalóan az angol vegyipar jelenlegi helyzetének egyfajta extrapolálása, és mint ilyen, bizonyos mértékben szubjektív. Ugyanakkor megfontolásra érdemes, hogy a kémián, illetve a vegyiparon belül milyen súlypont-teltolódások várhatók az egyes részterületek között.

A bemutatott három előjelzés közös vonása, hogy — összefüggésben a gazdasági globalizálódással — a kémia és a vegyipar társadalmi és gazdasági szerepének további növekedését prognosztizálják. Különös hangsúlyt tulajdonítanak a vegyipar és a gazdaság más ágazatai, valamint a vegyipar és a társadalom közötti kapcsolatok minőségének alakulására, a kommunikáció és az együttműködés javítására. Fontosnak tartják az irányítási módszerek és a számítástechnikai háttér fejlesztését is. A vegyipar jövőjének alakításában várhatóan még két további tényezőnek, mégpedig a környezeti hatások mérséklésének, és a megfelelő kutatási és technológia-fejlesztési háttér rendelkezésre állásának lesz döntő szerepe.

A K-tényező

A nyersanyagforrások véges rendelkezésre állása, a természeti környezet emberi tevékenységből eredő túlzott terhelése, egyes nehezen visszafordítható vagy esetleg irreverzibilis környezeti változások bekövetkeztének veszélye mind-mind kérdéseket vet fel a gazdasági fejlődés jelenlegi ütemét illetően. Egyre szélesebb körben válik elfogadottá a fenntartható fejlődés koncepciója, az emberi igények és a társadalmi, valamint a természeti lehetőségek megfelelő összehangolásának szükségessége. A környezeti (K-) tényezőre, amint erre a fentiekben már többször utaltunk, a vegyipar esetében különösen indokolt tekintettel lenni.

A US National Council, Policy Division egy 1996-ban készített összeállításban (5) azt vizsgálta, miként lehet összehangolni a gazdaság környezetvédelmi céljait a tudomány és a technológia nyújtotta lehetőségekkel. *Hat olyan kiemelt környezetvédelmi kutatási-fejlesztési területet* jelöltek meg, amelyek sikeres művelése elősegítheti ezt:

- a környezetvédelem gazdasági vonatkozásai és ehhez kapcsolódó kockázatbecslés: szociológiai, gazdasági és kockázati tényezőket kell együttesen mérlegelni a társadalom számára elfogadható környezetvédelmi megoldások megtalálása érdekében;
- környezeti monitoring és ökológia: az ökológiai folyamatok mélyebb megismerése érdekében tökéletesíteni kell a megfigyelési módszereket; a természetben lejátszódó bomlások és átalakulások ismeretében ugyanis könnyebb meghatározni a környezeti beavatkozások szükséges és elégséges mértékét;
- a vegyi anyagok viselkedése a környezetben: csökkenteni kell a vegyi anyagok termeléséből, felhasználásából és elhelyezéséből származó környezeti hatásokat;
- energiatermelés: környezetbarát és hatékony energiatermelési eljárásokat kell kifejleszteni és megvalósítani;
- ipari ökológia: a technológiai fejlesztést össze kell hangolni az ökológiai megfontolásokkal, elsősorban azért, hogy mérsékelni lehessen a véges nyersanyagforrások igénybevételét;
- a népesség növekedésének hatása a környezet állapotára: az eddiginél jobban kell ismerni a népesség alakulása és a fogyasztás közötti kapcsolatokat annak érdekében, hogy a népesség növekedéséből eredő környezeti hatások csökkenthetők legyenek.

A vegyipar esetében négy kiemelt környezeti problémát sorolnak fel:

- a vegyipar technológiák okozta környezetterhelés csökkentése: a feladatok és megoldásuk módozatai alapvetően különböznek attól függően, hogy korábbi technológiai műveletekből, vagy a termékek elhasználódásából származó, deponált hulladékokat kell kezelni, vagy a jelenleg működő technológiák környezeti hatásait kell csökkenteni, vagy új, környezetbarát technológiákat kell kifejleszteni;

- az egyes vegyipari termékek, a gyártási, feldolgozási és felhasználási hulladékok környezeti hatásainak felmérése: a káros hatások kiküszöböléséhez ismerni kell az adott anyagféleség és a környezet közötti kölcsönhatás mechanizmusát és időbeli alakulását;

- a természetben előforduló alapvető biokémiai folyamatok jobb megértése: el kell dönteni, hogy hol és mit érdemes figyelni, továbbá mikor és hogyan kell mérni a környezet állapotát;

- környezeti szempontból jóindulatú termékek és eljárások kifejlesztése: újabban e területet zöld kémiának is nevezik, és alapvető célja annak biztosítása, hogy az alapanyagok felhasználásánál, a technológiai folyamatoknál és a termékek teljes élettartama során a lehető legkisebbek legyenek a környezeti hatások.

A Chemistry, Europe and the Future című tanulmány (1) a kémia és vegyipar környezetvédelmi feladatai közé sorolja a környezeti monitoring fejlesztését, a meglévő környezeti károk felszámolását, az európai kulturális örökség megőrzésének elősegítését, a környezetterhelés csökkentését, illetve megakadályozását „tisztá” technológiák kifejlesztése révén és a nyersanyag- és energiaforrások hatékonyabb felhasználását, valamint az újrahasznosított anyagok körének folyamatos bővítését.

A vegyipari termelés során gyakran képződnek fokozottan veszélyes hulladékok, így például poliklórozott szénhidrogén-származékok. Ezek csak különlegesen gondossággal, és nagy költséggel tárolhatók. Elhelyezésük és későbbi ártalmatlanításuk a vegyipar és a természeti környezet, valamint a társadalom közötti kapcsolatrendszer egyik kritikus eleme. Hazai vonatkozásban e kategóriába tartoznak például a Garén elhelyezett vegyipari hulladékok.

A poliklórozott szénhidrogének ártalmatlanításának egyik legcélszerűbb módja, hő hatására történő lebontásuk kevésbé veszélyes, vagy egyáltalán nem veszélyes vegyületekre. Ennek során két fontos feltételnek kell teljesülnie: (1) a teljes lebontáshoz megfelelően magas hőmérsékletet kell biztosítani, és az anyagnak kellően hosszú ideig kell ezen a hőmérsékleten tartózkodnia és (2) meg kell akadályozni, hogy a bomlás során képződött termékek, lehűlés közben, újból visszaalakuljanak az eredeti, vagy azoknál még veszélyesebb vegyületekké. Utóbbihoz az szükséges, hogy a reakciótermékek nagyon gyorsan hűljenek le 300°C alá. A „hagyományos” hulladékégetők sajnos egyik feltételt sem teljesítik: az égetési hőmérséklet nem elegendően magas a poliklórozott szénhidrogén-származékok teljes lebontásához, az égetőberendezésből kilépő gázáram pedig túlságosan lassan hűl le, így a káros vegyületek nagy valószínűséggel újból kialakulnak.

Az úgynevezett termikus plazmák viszont kielégítik mindkét kritériumot: nagyon magas, több ezer fokos hőmérséklet uralkodik bennük, ezért garantált a teljes lebomlás, és a magas hőmérsékletű reakcióteret elhagyó gázáram rendkívül gyorsan, a másodperc tört része alatt lehűthető. Világszerte több kutatóhely és vállalat foglalkozik a termikus plazmák alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatával és az ezekre a berendezésekre alapozott hulladékkezelési technológiák fejlesztésével. Már eddig is több, ipari méretben is megvalósított technológiai megoldás vált ismertté. Nagyon lényeges szempont, hogy amíg a termikus kezelés általános elvei valamennyi hulladékféleségre alkalmazhatók, addig a konkrét megoldások már anyagspecifikusak, azaz a kezelés körülményeit az adott hulladékféleség tulajdonságaihoz kell — kísérletekkel — igazítani. Magyarországon az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Kutatólaboratóriumában folynak a termikus plazmák környezetvédelmi alkalmazására irányuló kutatások.

Vegyipari kutatás és fejlesztés

A korszerű vegyipar a fejlesztés-intenzív iparágak közé tartozik. A vállalatok közötti verseny, a felhasználók egyre növekvő minőségi igényei, a termékek és technológiák gazdaságosságával szembeni követelmények, és újabban a környezetvédelem szempontjainak előtérbe kerülése folyamatos műszaki fejlesztésre ösztönzik a vegyipari cégeket.

A kutatás-fejlesztésre alapozott innováció alapvető célja a vállalat piaci helyzetének javítása. A lehetséges mozgásteret és a szükséges lépéseket alapvetően a cég gazdasági ereje, valamint a külső feltételek alakulása határozza meg.

Az innovációs célok, a technológiai színvonal és az üzleti lehetőségek közötti kapcsolatot az 1. ábra szemlélteti. A célok a meglévő technológiai és üzleti potenciál kis mértékű javításától az alapvetően új technológiák kifejlesztéséig, ezáltal a cég piaci helyzetének ugrásszerű javításáig terjednek. Az 1. ábrán a bal alsó saroktól a jobb felső felé haladva egyre javulnak az üzleti lehetőségek, ugyanakkor ezek mind nagyobb szellemi és anyagi befektetéssel realizálhatók. Nyilvánvalóan részben stratégiai, részben rövidebb távú, taktikai szempontoktól függ, hogy adott helyzetben egy-egy vállalat melyik fejlesztési utat választja.

A következőkben a vezető vegyipari cégek ez irányú gyakorlatának néhány elemét tekintjük át. Úgy véljük, hogy a kutatás-fejlesztési stratégia és taktika kialakításánál figyelembe vett szempontok és a választott megoldások akár részleges bemutatásra is, hasznos adalék lehet a hazai vegyipari vállalatok kutatási-fejlesztési elképzeléseinek kialakításához.

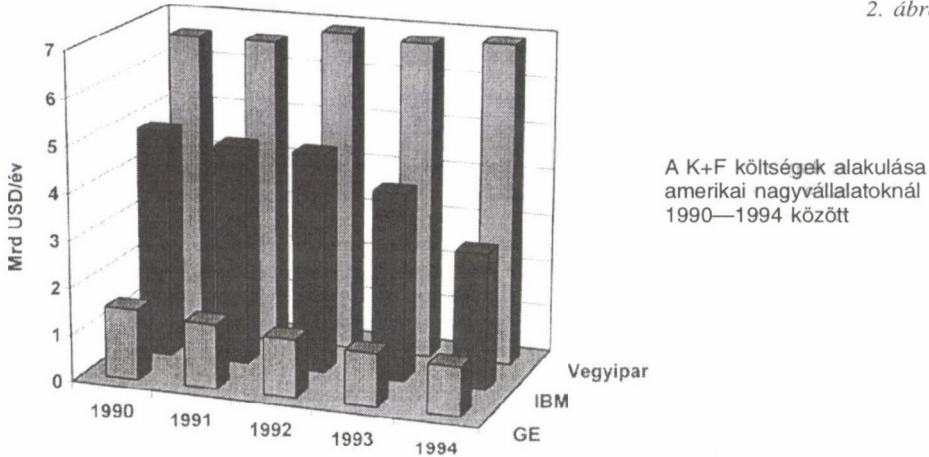
A kutatásra és fejlesztésre fordított költségek alakulása még a legtokeerősebb cégek esetében sem független a nemzetgazdaság, sőt egyre inkább globalizálódó világunkban a világgazdaság helyzetétől. A 2. ábra a General Electric (GE), az International Business Machines (IBM) és az USA gyógyszeriparon kívül tevékenykedő nyolc legnagyobb vegyipari cége (Dow Chemical, 3M, Du Pont, Monsanto, Procter&Gamble, Hoechst Celanese, Exxon, Akzo Nobel) által 1990–94 között kutatásra és fejlesztésre fordított összegek alakulását mutatja. Ez utóbbiak átlagosan árbevételük 4%-át fordították kutatásra és fejlesztésre. Az ábra szerint a vizsgált időszakban a GE mintegy 30%-kal, az IBM pedig mintegy 40%-kal csökkentette K+F kiadásait, míg a vegyipari cégek összes K+F ráfordításai gyakorlatilag nem változtak. Mindezek ellenére mindhárom csoport növelte profitját ezekben az években. A csökkenő K+F ráfordítás mellett is javuló üzleti eredmény mindenekelőtt azzal magyarázható, hogy a fejlesztési forrásokat a korábbinál jobb hatékonysággal használták fel.

Az elmúlt évtizedben kutatási-fejlesztési paradigmaváltásra került sor az iparvállalatok többségénél. A 80-as évek vége az első generációs K+F stratégiák kora. Az innovációs tevékenység központja a cég kutató-fejlesztő részlege, mind szakmai, mind pénzügyi vonatkozásban. A kutatással és fejlesztéssel foglalkozók választják ki — sokszor ötletszerűen — a művelni kívánt témákat, és a cég vezetése szinte automatikusan rendelkezésükre bocsátja az ezekhez szükséges anyagi eszközöket. A fejlesztési tevékenység gazdasági hatékonysága másodlagos, ezért általában ala-

1. ábra

Új technológia	Következő generáció	Áttörés
	Meglévő támogatás	Kiterjesztés
Meglévő technológia	Meglévő üzleti lehetőség	Új üzleti lehetőség

2. ábra



csony szintű. Ezek a stratégiák még nem mérlegelik a cég egészének érdekeit. A „reményi stratégiáinak” is nevezték őket. A vállalat vezetése legfeljebb reménykedett, hogy a kutatásra és fejlesztésre fordított összegek meg fognak térülni. (6)

A következő, *második generációs* K+F stratégiák esetében már kiemelt hangsúlyt kapnak a gazdasági vonatkozások. A kutatási-fejlesztési programokat az előzetes költség—haszon elemzések eredményeitől függően fogadják el. A fejlesztéssel kapcsolatos döntéseket a cég vezetése hozza és folyamatosan ellenőrzik a célokhoz viszonyított előrehaladást. Ugyanakkor a fejlesztési programokat még nagyrészt egymástól és a cég egyéb üzleti tevékenységeitől függetlenül valósítják meg.

A jelenlegi, *harmadik generációs* K+F stratégiáknál a műszaki fejlesztéseket már összehangolják a cégek hosszú távú, stratégiai érdekeivel. A fejlesztési témákra a kutatással és fejlesztéssel foglalkozók tesznek ugyan javaslatot, de a végső szakmai és gazdasági döntéseket a cég felső vezetése hozza, közgazdasági és műszaki szempontok együttes mérlegelése alapján. A programok megvalósítása és ennek ellenőrzése során problémát jelent, hogy a cégvezetés és a fejlesztésben tevékenykedők szakmai háttere, ezáltal szemléletmódja alapvetően különbözik. Az eredményeket és a további teendőket emiatt gyakran másképp ítélik meg. Az igazán jó döntések általában a kétféle közelítésmód kompromisszumából születnek.

A kutatás és fejlesztés szellemi és infrastrukturális igényei napjainkban egyre nagyobbak. A szükséges tudományos ismeretek, a mérés technikák egy része, a kísérleti berendezések sok esetben egyetlen cégnél nem állnak rendelkezésre. Külső, gyakran külföldi kutató-fejlesztő helyeket, intézeteket, cégeket kell bevonni egy-egy program megvalósításába. Eközben a „K+F piac” is globalizálódik. A GE például Budapesten működteti európai kutatóközpontját, a DuPont, az egyik legnagyobb amerikai vegyipari vállalat pedig több mint 100 olyan projektet finanszíroz, amelyben volt szovjet kutatóhelyek működnek közre.

A nemzetközi kutatási programoknál különböző területeken, eltérő szervezeti feltételek mellett dolgozó szakemberekből kell erős és hatékony csapatokat kialakítani. Ezek működtetésekor az egyik fő kérdés, hogy miként kezelhetők a résztvevők eltérő kulturális háttéréből és mentalitásából származó problémák.

Jóllehet a felvázolt, általános szempontokat a cégek rendszerint figyelembe veszik kutatási-fejlesztési stratégiájuk kialakításakor, a konkrét programokat mégis inkább saját módszereikkel választják ki. Ezek közül a szakirodalom az egyik legjobbnak a Hoechst cég amerikai vállalatainál bevezetett módszert tartja (7). A K+F programjavaslatokat a cég vezetőiből és kijelölt belső, illetve felkért külső szakemberekből álló csapatok értékelik, öt tényező figyelembevételével. Ezek a következők:

- a műszaki siker valószínűsége (a termék és a technológia újdonság jellege);
- a piaci siker valószínűsége (piaci igények, a piaci verseny intenzitása, a vállalat piaci helyzetének várható alakulása, a termék felfutási ideje, illeszkedés a cég piaci gyakorlatához, jogi és társadalmi következmények);
- K+F projektbe történő befektetés várható ellentételei (gazdasági előnyök);
- hogyan illeszkedik a tervezett fejlesztés a cég üzleti stratégiájához;
- a projekt megvalósítása milyen stratégiai előnyökkel jár (iparjogvédelmi helyzet, a cég növekedési lehetőségei, a termékek piaci élettartama, kölcsönhatás a cég egyéb tevékenységeivel).

Valamennyi tényezőnél több kérdést tesznek fel, az adott tényezőnek a döntési folyamatban betöltött súlyától függően. A műszaki sikerre négy, a piaci sikerre öt, az ellentételezésre három, a stratégiához való illeszkedésre két, a várható helyzeti előnyre pedig négy kérdés vonatkozik. Minden kérdésnél 1-től 10-ig terjedő „osztályzattal” minősítik az adott projektet. Az értékelés során kapott osztályzatok súlyozott összege adja a projektek végső értékeit, amelyek alapján

- eldöntik, hogy mely projektek kapnak zöld utat: az elfogadás alsó határa a maximális pontszám 50%-a;

- fontossági sorrendet állítanak fel; az elfogadott programokat rangsorolják, prioritási sorrendet határoznak meg, és a programokhoz rendelik a szükséges támogatást.

A módszer mellett szól, hogy a segítségével korábban kiválasztott projektek nagy része műszaki és gazdasági szempontból is sikeresnek bizonyult, és a kutatási-fejlesztési eredmények iparilag megvalósultak. A hátrányai közé tartozik, hogy túlzott precizitásra törekszik, ami adott esetben értelmetlen lehet. Továbbá, ha egy projektjavaslat valamely szempont szerint magas pontszámot kap, valószínű, hogy ennek hatása a többi tényezőnél is érződni fog.

A magyar vegyipar helyzetképe és fejlesztési törekvései

A következőkben leszűkítjük vizsgálódásunk körét, és azt tekintjük át, hogy a magyar vegyipar fő ágazatai, a kőolaj-feldolgozás, a petrokémiai ipar, a gyógyszer-gyártás és a műtrágyaipar jelenleg hol tartanak, és milyen elképzeléseik vannak saját jövőjükkel kapcsolatban.

Kőolaj-feldolgozás

A világ szénhidrogén készletei jelenleg bőségesek, a kőolajárak nyomottak. Sok finomító alacsony kapacitáskihasználással, emiatt gazdaságtalanul üzemel. A világ finomítói ipara minden lehetséges eszközzel javítani igyekszik versenyképességét ebben a helyzetben. Korszerű informatikára, integrált irányítási, ütemezési, tervezési módszerekre alapozott, hatékony vállalatirányítást és költséggazdálkodást valósítanak meg és drasztikusan csökkentik az általános költségeket. Úgy tűnik, hogy hosszabb távon csak a kellően hatékony finomítók tudnak szerény, de biztonságos eredményt elérni. Az eszköztárba tartozik a stratégiai szövetségek kialakítása is. Az olajiparban 1998-ban 10 nagy fúziót jelentettek be.

Ebben a gazdasági környezetben a hazai kőolaj-feldolgozó ipar monopolhelyezete csak látszólagos. Ellátási oldalon valójában a régió finomítói versenyeznek egymással, a magyar piac nyitottsága miatt az ide irányuló importnak nincs semmilyen akadálya. A MOL Rt. mellett 10 multinacionális cég, és több tucat magánvállalkozó működött töltőállomásokat. Az üzemanyagigények — a rendszerváltás utáni csökkenést, majd a 90-es évek közepén tapasztalt újabb drámai visszaesést követően — 1996-tól folyamatosan emelkednek és várható, hogy ez a trend folytatódni fog. Az elmúlt két évben a magyarországi üzemanyagpiac több mint 80%-át ismét a hazai finomítók látják el, és a MOL Rt., a maga mintegy 39%-os részesedésével, megőrizte piacvezető szerepét.

A hazai elsődleges energiateljesítés több mint egynegyede kőolaj, kétharmada szénhidrogén. A feldolgozott kőolaj mintegy 20%-a hazai termelésből származik. A többit importáljuk, az utóbbi években főként Oroszországból.

A hazai kőolajtermékek árai a térség keresleti-kínálati viszonyaihoz, a fogyasztók fizetőképességéhez és a piaci szereplők (részvénytulajdonosok) elvárásaihoz igazodnak. A termékeket jelentős, az európai átlagot meghaladó adók terhelik, és meg kell felelniük a környezetvédelmi előírásoknak is.

A kőolajtermékek minőségének folyamatos fejlesztését elsősorban két tényező, a járművek és a tüzelőberendezések korszerűsödése, ezáltal az energiahordozókkal szembeni igények növekedése, valamint a környezetvédelmi előírások szigorodása motiválja. A minőségjavítás a kőolajtársaságok számára nem csupán kényszer, hanem gyakran a piaci verseny eszköze is. A hazai kőolaj-feldolgozó ipar szintén folyamatosan fejleszti a termékek minőségét és az ehhez szükséges technológiai hátteret. A 90-es években jelentősen csökkent a hazai motorbenzinek ólom- és kéntartalma, és 1999-től már Magyarországon sem gyártanak ólmozott benzint.

Az elkövetkező években az Európai Közösség termék előírásai tovább szigorodnak, elsősorban környezetvédelmi okokból. Ezek teljesítésére a MOL-nak is fel kell készülni, technológiai fejlesztéseket kell végrehajtani. A termékárak viszont nagy valószínűséggel nem fedezik a fejlesztések többletköltségét, ezért célszerű, ha a minőségjavítást a termékek egy részének további feldolgozásával kapcsolják össze. A MOL-nál ehhez egy ún. készletetett kokszolót kívánnak építeni, és bővíteni akarják a meglévő hidrogénező finomítói és az enyhe hidrokrakkolói kapacitásokat.

A hazai kőolaj-feldolgozás további növekedésének külső feltétele, hogy a magyar és a környező országok gazdaságai észrevehetően fejlődjenek, a hazai pénzügyi és jogi szabályozás vállalkozásbarát és kiszámítható legyen, és mérséklődjene a környező gazdaságok piacát védő egyoldalú korlátozások. A növekedés belső feltételei közé tartozik, hogy a MOL Rt. reálisan mérje fel a piaci helyzet várható alakulását, és képes legyen működését, termelőkapacitásait és fejlesztéseit ezzel összhangba hozni. A vállalatnak terjeszkedni kell a térség piacain, és szélesítenie kell petrokémiai és energetikai termékspektrumát. Indokoltnak látszik, hogy egyes üzletekben, jól megválasztott partnerekkel kooperációs kapcsolat alakítson ki, ezáltal csökkentse üzleti kockázatát, és mődjia legyen bizonyos technológia ismeretek átvételére, illetve átadására. Erősíteni kell a cég regionális, sőt globális szerepét is.

A MOL Rt. már napjainkban is jelentős mennyiségben termel petrokémiai alapanyagokat (vegyipari benzint, vegyipari gázolajat, propilént, benzolt és egyéb aromásokat), sőt néhány készterméket (MSA, polisztirol) is előállít. A petrokémiai termékek piacán az elemzők világszerte növekedést jeleznek, térségünkben pedig jóval az átlag feletti növekedést prognosztizálnak. A petrokémia irányába történő nyitás így a hazai kőolaj-feldolgozás fejlődésének egyik útja lehet.

A petrokémiai ipar

A magyar petrokémiai ipart lényegében három nagyvállalat, a MOL Rt., a TVK Rt. és a BorsodChem Rt. alkotja. A három cég szoros technológiai és üzleti kapcsolatban áll egymással. Együttesen a magyar vegyipar termelési értékének mintegy 50%-át, a hazai GDP-nek pedig 8,5–9%-át állítják elő.

A hazai petrokémiai ipar további fejlődése alapvetően attól függ, hogy a szükséges alapanyagok megfelelő minőségben és kellő mennyiségben rendelkezésre állnak-e? E vonatkozásban fontos fejlemény, hogy a MOL Rt. már vizsgálja, miként tudná az olefingyártási alapanyagok előállítását hosszabb távon is bővíteni.

Ma Európában egy olefingyár akkor versenyképes, ha éves termelési kapacitása legalább 500 000 tonna. A TVK Olefingyárának jelenlegi kapacitása 300 000 t/év, tehát kisebb, mint a versenyképesség alsó határa. Mind a termelést, mind a felhasználói igényeket tekintve célszerű volna, ha a hazai olefingyártó kapacitást meg

lehetne duplázni. Ez kétféleképpen valósítható meg: a TVK Olefingyárának további bővítésével, vagy egy új olefingyár megépítésével. Utóbbi csak a térség más vállalataival alkotott stratégiai szövetség keretei között képzelhető el, de ez esetben a közép-európai térség teljes etilén-szükségletét biztosítani lehet.

További kérdés: ha az olefinek kellő mennyiségben rendelkezésre állnak, hogyan lehet azokat a leghatékonyabban feldolgozni. A magyar petrokémiai ipar lehetőségeit egyrészt saját hagyományai, másrészt az Európában kialakult piaci szerkezet határozzák meg. Az egyedül járható útnak az eddig is előállított polimerek (polietilén, polipropilén, PVC, poliuretán) gyártásának további bővítése tűnik. Napjainkban a tömegműanyagokból Közép- és Kelet-Európában ugyan sokkal kevesebbet használnak fel, mint a földrész nyugati felén, de 1996. és 2000. között régióinkban a forgalmuk mintegy 22%-kal nő.

A magyar petrokémiai ipar ezzel kapcsolatos dilemmája, hogy párhuzamosan bővítsse-e az összes alapolimer termelését, vagy valamelyiket előnyben részesítse a többivel szemben. A döntésnél tekintettel kell lenni a termelés környezetvédelmi vonatkozásaira is, továbbá arra, hogy a társadalomnak erős fenntartásai vannak a műanyag-hulladékokkal, különösen a klórtartalmú hulladékokkal szemben. Mindkét változatnak vannak hívei és ellenzői. Ésszerű kompromisszumnak a mérsékelt specializálódás tűnik, elsősorban a környezetbarát polipropilén és polietilén gyártását érdemes fejleszteni. A polimerek gyártásának és feldolgozásának növelésével legalább azonos ütemben kell bővíteni a műanyag-hulladékok másodlagos felhasználását, illetve más irányú hasznosítását.

Reális lehetőség van az etil-benzol gyártás hazai megindítására, ehhez az alapanyagok rendelkezésre állnak. Térségünkben viszonylag bőven áll rendelkezésre földgáz. Olcsó földgázból érdemes szintézisgázt gyártani, amire egy egész iparágat lehet építeni. Előfeltétel, hogy a földgáz valóban olcsó legyen. Ígéretes lehet még a petrokoks gyártás és a petrokémia néhány határterületének (koromgyártás, kompaundálás, mesterkeverék-gyártás) hazai fejlesztése is.

A gyógyszeripar

A hazai gyógyszeripar alapjait Richter Gedeon rakta le 1901-ben, majd folyamatosan újabb és újabb, a későbbiekben sikeressé váló cégek jöttek létre. Az alapítók és követők mindegyik esetben igen jelentős szellemi alkotások révén próbáltak megfelelő piaci pozíciót és pénzügyi eredményt elérni. A gyógyszeripar a II. világháború után is megtartotta innovatív jellegét, az ország húzó iparágává vált és tartósan az is maradt. A gyógyszeriparban folyó kutatás és fejlesztés magas színvonalára utal, hogy mind a mai napig a gyógyszeripari cégek hazánk legaktívabb találmányi bejelentői¹.

A gyógyszeripari innovációnak több sajátos vonása van. Először is a folyamat nagyon hosszú: az ötlettől a termék piaci megjelenéséig a legtöbb esetben 10–12 év is eltelik. Másodsorban, nagyon magasak a kutatási és fejlesztési ráfordítások. Egy új gyógyszer világméretű bevezetésének K+F költségei elérhetik a 350 millió USD-t. Nem véletlen, hogy a gyógyszergyárak árbevételük nagyobb hányadát (mintegy 15%-át) fordítják kutatásra és fejlesztésre, mint a vegyipar egyéb ágai.

A 80-as évek végéig a hazai gyógyszeripari innováció aktív résztvevői voltak az akkor még szilárdan álló egyetemi, akadémiai és közös vállalati tulajdonú intézeti kutatóhelyek. Az ipar ezekkel a tudományos műhellyel rendkívül gyümölcsöző kapcsolatokat épített ki, mind az alap-, mind az alkalmazott kutatásokban.

A hazai gazdaságban végbement változások miatt ez a rendszer már nem működőképes. A piaci változások közül a liberalizált gyógyszerimport emelhető ki. Ennek

¹A magyar gyógyszerkutatás helyzetéről a Magyar Tudomány 1998. 11. számában adtunk tájékoztatást, a jövőjével kapcsolatos kérdéskört pedig jelen számunkban Schön István tanulmánya tekinti át. — *A szerk.*

hatására nemcsak a termelő vállalatok helyzete nehezedett, hanem az állami kiadások és a betegek kifizetése is jelentősen emelkedtek. A hazai gyártók itthoni piaci részesedése a korábbi felére, 40% alá csökkent.

A 90-es évek elején elkezdődött privatizáció során valamennyi magyar gyógyszergyár külföldi többségi tulajdonba került. Közülük egyedül a Richter Gedeon Rt. van abban a szerencés helyzetben, hogy a tulajdonosok mindegyike pénzügyi befektető. Ennél a cégnél nem csak a termelés folyik hazánkban, hanem a továbbfejlődést megalapozó, legfontosabb döntéseket is itt hozzák meg. Megjegyzendő, hogy egy külföldi szakmai befektető megjelenése nem jár feltétlenül az innováció ellehetetlenülésével. Arra is volt példa, hogy a tulajdonos szakmailag indokolt modernizációval támogatta a magyarországi K+F fennmaradását és működését.

A nagy gyógyszergyárak mellett ebben az időszakban jöttek létre a kisebb gyógyszeripari cégek. Ezek közül a Pharmavit Rt.-t, illetve a Biorex Rt.-t, a magyarországi gyógyszeripari innováció ismert és elismert szereplőit említjük. A K+F szerkezetének megváltozását, az állam látványos költségvetési megszorításainak hatását az alapkutatások művelésére, az akadémiai intézethálózat és az ipari kutatóintézetek működésére, azonban ezek a cégek sem tudták kompenzálni.

E folyamattal párhuzamosan vált mindinkább egyértelművé, hogy a nemzetközi versenyben csak a legmagasabb szakmai színvonallal támogatott innováció tud sikeres lenni. Ehhez társult a gyógyszeripari kutatás paradigmaváltása: ma már csak a szilárd biológiai háttérrel rendelkező, hatásmechanizmus alapú kutatási projektek képesek megfelelni az engedélyezés szigorú követelményeinek. Utalunk továbbá a kutatási-fejlesztési stratégiák terén végbement, a korábbiakban bemutatott változásokra. A gyógyszeripari kutatások és fejlesztések napjainkban csaknem kizárólag harmadik generációs stratégiák alapján folynak, azaz már a kutatás legelső szakaszában értékeli a fejlesztés várható piaci következményeit.

Az elmúlt néhány évben az informatika robbanásszerű fejlődéséhez hasonló intenzitású folyamat zajlott le a biológia területén is, elsősorban a molekuláris biológiában. E folyamat egyik következménye, hogy az innovációs folyamat sebessége kritikus tényezővé vált. Ha valaki a birtokába jutott tudást nem állítja a lehető leggyorsabban az innováció szolgálatába és gyors fejlesztéssel nem hasznosítja azt a lehető legrövidebb idő alatt, akkor nagyon hamar elveszíti az eredeti felismerésben rejlő helyzeti előnyt.

A gyógyszeripari kutatás és fejlesztés ma már annyira költséges, hogy még egy magyar léptékben nagy gyógyszergyár sem képes egy új terméket egyedül kifejleszteni és a világpiacon bevezetni. Ehhez mindenképpen stratégiai szövetségesre van szüksége.

Hazánk csatlakozása az Európai Közösséghez a gyógyszeripart és az ott folyó kutatást és fejlesztést is jelentősen érinti. A csatlakozás kapcsán fokozott figyelmet kell fordítani a környezetvédelmi és a hatósági törzskönyvezési szempontokra. A kutatási és fejlesztési folyamatkezeléseket összhangba kell hozni az európai gyakorlattal. A hatékony innovációhoz új szervezeti formák is szükségesek, így a témaorientált mátrixszervezet elengedhetetlen része lesz a K+F szervezeteknek.

Úgy tűnik, hogy régiókban egy szakmailag független gyógyszeripari társaság csak akkor növekedhet, ha képes új és hatékony vegyületeket eredményező kutatási és fejlesztési programok megvalósítására. Ráadásul a generikus (szabadalmi védettséggel nem rendelkező) termékek fejlesztésében is csak a minőségi innováció eredményezhet piaci sikert.

A műtrágyaipar

Magyarországon a műtrágyaipar több mint 100 éves múltra tekint vissza. Előszörként 1892-ben a volt Budapesti Gázgyárban, a gázgyártás melléktermékeként állítottak elő nitrogén hatóanyagú műtrágyát. A műtrágyagyártás fejlődésében mérföldkövet jelentett, hogy 1931-ben megalapították a Péti Nitrogénművek Rt.-t és létrehozták a lignit bázison működő nitrogénműtrágya vertikumot. Ettől kezdve Magyarországon évtizedeken át a műtrágya és a pétisó szinonim fogalmak voltak. 1954-től

Kazinbarcikán a Borsodi Vegyi Kombinátnál, 1961-től Leninvárosban a Tiszai Vegyi Kombinátnál épültek ki új nitrogénműtrágya üzemek. Ezeket 1968-ban és 1975-ben új, korszerű nitrogén- és komplexműtrágya üzemek követték a Péti Nitrogénműveknél. 1962-ben Szolnokon a Tiszamenti Vegyiműveknél, 1972-ben és 1984-ben pedig Peremartonban a volt Peremartoni Vegyipari Vállalatnál épültek új, variálható termékszerkezetű nitrogén—foszfor—kálium hatóanyagú komplexműtrágya üzemek.

A műtrágyaként használt vegyi anyagok egy része ipari nyersanyag is. Így például az ammónium-nitrátot elterjedten használja a robbanóanyag-ipar, míg a legnagyobb nitrogéntartalmú műtrágyát, a karbamidot a műgyantaipar és a műszálgártás. Amíg azonban az ipar folyamatosan igényli ezeket az alapanyagokat, addig a műtrágyák sokkal nagyobb volumenű mezőgazdasági felhasználása szükségszerűen a növényi életciklusokhoz igazodik. A nitrogén hatóanyagú műtrágyákra főként tavasszal, a foszfor- és kálium-tartalmúakra viszont inkább ősszel van igény. A műtrágyaiparban rugalmas gyártási kapacitásokat kell kialakítani, nagy mennyiségű árut kell tárolni, a gyártást és forgalmazást előre meg kell finanszírozni, és ki kell elégíteni egyedi felhasználó igényeket is.

Magyarországon az 1980-as évek végén az egy hektárra jutó műtrágya-felhasználás megközelítette az Európai Közösség tagországainak színvonalát. A rendszerváltás utáni időszakban viszont ez nagyon lecsökkent. Az okok közé a hazai agrárpolitika megváltozása, a privatizáció okozta átmeneti bizonytalanság, az élelmiszerexport változásai és a még ma is fennálló pénzügyi nehézségek tartoznak.

Mindezek hatására a műtrágyagyártók üzemek bezárására és egy sor racionalizálási intézkedésre kényszerültek. Leállították gazdaságtalan, vagy kevéssé gazdaságos termelőegységeiket, jelentősen csökkentették a létszámot, és a korábbinál rugalmasabb, a szezonális piaci igényekhez jobban alkalmazkodó termelésszerkezetet és kapacitásokat alakítottak ki. 1993-tól újra emelkedni kezdett a hazai műtrágya-felhasználás, és mára a piaci helyzet némileg stabilizálódott. A hazai igények kielégítésén túlmenően a Nitrogénművek Rt. és a Transcenter Kft. jelenleg termelésének közel 20%-át exportálja. A következő évekre az összes hazai gyártó az értékesítési lehetőségek további bővülését prognosztizálja. Ez utóbbi vonatkozásban biztató, hogy jóllehet jelenleg a gyárak alacsony kapacitáskihasználással működnek, műszaki lehetőségeik megfelelőek. A gazdasági feltételek kedvezőbbé válása esetén a magyar műtrágyaipar minden nehézség nélkül ki tud elégíteni a jelenleginél lényegesen magasabb minőségi és mennyiségi igényeket, sőt további exportra is képes lehet.

A műtrágyapiac stabilizálódásának hatására javult a hazai vállalatok eredményessége, és egyre nagyobb összegeket tudnak kutatási, fejlesztési és beruházási célokra fordítani. A közeljövőben mindhárom műtrágyagyár elsősorban új termékek kihozatalára kívánja használni fejlesztési forrásait. Ugyanakkor valamennyien nagy fontosságot tulajdonítanak a technológiák korszerűsítésének is. A TVM Rt. és a Transcenter Kft. javítani akarják termékeik tárolását, csomagolását és mozgatását. A Nitrogénművek Rt.-nél továbbra is kiemelt fontosságúnak tartják a környezeti hatások csökkentését, a környezetvédelmi állapot javítását. A kutatáshoz és fejlesztéshez mindhárom cég saját, egyéb hazai és külföldi szellemi erőforrásokat egyaránt igénybe kíván venni, a felsorolásnak megfelelő sorrendben. A cégek közül a Nitrogénművek Rt.-nek és a TVM Rt.-nek van saját kutató-fejlesztő szervezete.

Zárógondolatok

A modern vegyipar az életminőséget alapvetően meghatározó iparágak egyike. Az ezredforduló utáni években társadalmi és gazdasági súlyának további növekedése várható.

Az egyre inkább globalizálódó világgazdaságban a vegyipar is globális kihívásokkal szembesül, mind piaci, mind technológiai vonatkozásban. Ezek a kihívások sok esetben gazdasági és műszaki erőforrásaik egyesítésére, stratégiai szövetségek létrehozására ösztönzik a vegyipari vállalatokat.

Az egyik ilyen kihívás az alapanyagok és az energiahordozók, általában a természeti erőforrások véges rendelkezésre állása. A legfejlettebb országokban már felismerték, hogy a vegyipar jövője csak a fenntartható fejlődés keretei között képzelhető el.

A vegyipar stratégiájának kulcseleme a tevékenységéből származó környezeti hatások mérséklése, nemcsak input (erőforrás) oldalon, hanem a termelés, és a termékfelhasználás során is. Kiemelt fontossága van annak, hogy elterjedjenek a környezetbarát technológiai megoldások és termékek, és megoldást találjanak a korábban képződött és újonnan keletkező termelési és felhasználási hulladékok újrahasznosítására.

A vegyipar az utóbbi időben sokat tett azért, hogy tevékenysége során összhangot teremtsen a környezeti és társadalmi szempontok között, és általában is elősegítette a környezetért felelős gondolkodásmód elterjesztését. Ez irányú erőfeszítéseit jól felfogott gazdasági érdekből, és a róla kialakult kép további javítása érdekében is, folytatnia kell.

A vegyipar a fejlesztésigényes ágazatok közé tartozik. Gazdasági súlyát csak akkor őrizheti meg, ha élen jár az újszerű technológiai megoldások létrehozásában, a fogyasztói igényeket messzemenően figyelembe vevő korszerű, nagy használati értékű termékek kidolgozásában. Alap- és alkalmazott kutatásokra egyaránt szükség van ennek eléréséhez. A kutatási és fejlesztési infrastruktúrával, annak szellemi háttérével, szélesebb értelemben a vegyipar egészének működésével kapcsolatos követelmények egyre nagyobbak, mind emberi, mind műszaki, mind gazdasági vonatkozásban. A vegyipar ezeknek csak akkor tud megfelelni, ha a gazdaság és a társadalom más szereplőitől segítséget kap. Ennek előfeltétele, hogy minőségileg javuljon a vegyipar és a társadalom egyéb szektorai közötti kommunikáció és együttműködés.

Az elmondottak, kisebb-nagyobb mértékben, érvényesek a hazai vegyiparra is. A magyar gazdaság, és vele együtt a vegyipar mindinkább integrálódik a világgazdaság egészébe. Ennek jeleit napról napra érzékeljük. Vegyiparunk képesnek tűnik arra, hogy gyorsan és adekváтан reagáljon e változásokra.

IRODALOM:

- 1 Alliance for Chemical Sciences and Technologies in Europe: Chemistry, Europe and the Future. The Royal Society of Chemistry, London, 1997.
- 2 A Központi Statisztikai Hivatal honlapja (<http://www.ksh.hu>)
- 3 ACS, AIChE, CMA, CRC, SOCMA: Technology Vision The US. Chemical Industry, Washington, D.C. 1997.
- 4 UK Office of Science and Technology: Technology Foresight Progress Through Partnership. London, 1996.
- 5 US National Council, Policy Division: Linking Science and Technology to Society's Environmental Goals. National Academic Press, Washington, D.C. 1996.
- 6 Roussel P.A., Saad K.N., Erickson T.J.: Managing the Link to Corporate Strategy. A. D. Little, New York, N.Y. 1991
- 7 Cooper R.G., Edyett S. C., Kleinschmidt E.J.: Research-Technology Management, 1997. September-October 16—28..
- 8 Hollósi M.: Gondolatok a hazai gyógyszerkutatásról egy anket kapcsán. Magyar Tudomány. 1998 (11) 1345—1348.