

Egy „újonc” idegméreg

2018-ban egy novicsok nevű harcanyaggal merényletet kíséreltek meg Szergej Szkripal volt ügynök ellen. A Vegyifegyver-tilalmi Egyezményt aláíró államok a hatálybalépése óta 2020-ban először bővítették a tiltott vegyületek listáját, mégpedig a novicsokcsoport idegmérgeivel. Az Alekszej Navalnij orosz ellenzéki aktivista ellen elkövetett 2020-as merénylet mutatja, hogy a novicsok-vegyületcsoport jövője nem ért véget. Az alábbi írás a Német Kémiai Társaság folyóiratában megjelent cikk – Marc-Michael Blum: *Nachrichten aus der Chemie*, 2020. szeptember – és Wölfling János fordítása alapján készült.

2020. június 7-én lépett életbe a Vegyifegyver-tilalmi Egyezmény 1. számú mellékletét képező vegyianyag-lista. Ez a nap annak a folyamatnak a végét jelzi, amely 2018. március 4-én kezdődött az angliai Salisbury városában. Ekkor vált Szergej Szkripal volt orosz kettős ügynök és Júlia leánya mérgezés áldozataivá, melyet mindketten épphogy túléltek. A brit kormány Oroszországot tette a támadásért felelőssé, és arról számolt be, hogy a mérgezés során egy rendkívül ritka idegmérget használtak: az A-234 jelű anyagot a novicsok-anyagok csoportjából.

A novicsokokról (magyarul újoncokról) korábban a nyilvánosan elérhető irodalomban kevés ismeret állt rendelkezésre. Különböző szerkezeti javaslatok keringtek róluk az interneten. Pontos tulajdonságaik és toxicitásuk ismeretlen volt. Feltételezték, hogy mérgezőbbek a rendkívül mérgező VX harcanyagnál is, amelyet nagy mennyiségben tároltak egyes vegyifegyver-arszénalokban. Ez utóbbit használták fel például Malajziában, a Kim Dzsongnam elleni gyilkosság során, 2017-ben.

A novicsokok elsőként Vil Mirzajanov és Lev Fjodorov orosz vegyészek révén kerültek nyilvánosságra a 90-es évek elején. Mirzajanov az első újságcikket 1991-ben

Sátorral vették körül azt a padot, ahol Szergej Szkripal és lánya elvesztette az eszméletét

(fotó: Peter Curbishley, CC BY 2.5)



közölte róluk, melyet egy további követett 1992-ben Fjodorovval közösen. Mirzajanov a *Baltimore Sun*nak is részletes interjút adott: Egy titkos program részeként a Szovjetunió rendkívül hatékony új idegmérgeket fejlesztett ki. Technikai részleteket azonban még nem árult el. Később, amikor már az Egyesült Államokban élt, megjelentette a *State Secrets – An insider's Chronicle of the Russian Chemical Weapons Program* című könyvet. Ebben bemutatta néhány novicsok-vegyület szerkezeti képletét.

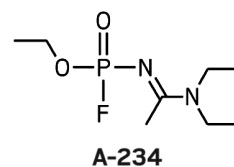
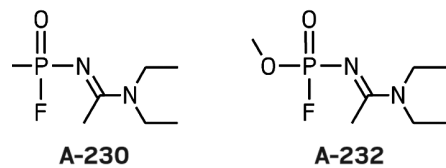
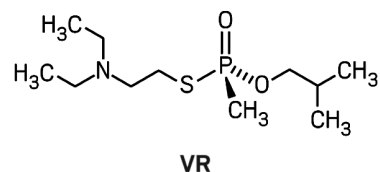
A könyv ismertette a szovjet Foliant programot; ez az 1970-es évek elejétől az 1990-es évek elejéig működhetett, és több célja is volt. Olyan idegmérgeket akartak kifejleszteni, amelyek ellen akkoriban a NATO-katonák még nem tudtak védekezni. Olyan vegyületeket is kerestek, amelyeket biztonságosabban kezelhettek, és a hagyományos analitikai tesztek nem mutatták ki őket. Így kerültek a képbe a biner szerek: ezeket közvetlenül a bevetés előtt készítik el két ártalmatlan előanyagból, prekursorból. A Foliant első biner vegyületét a VR-ből kiindulva fejlesztették ki; a VR csak nitrogén- és oxigénatomokon levő alkil-szubsztituensekben különbözik a VX-től. Az új vegyület kódneve lett novicsok.

Mirzajanov azt is leírta, hogy a korábban készült idegmérgek, például a szarin és a szomán alapján is fejlesztettek új vegyületeket. Ezeknek a vegyületeknek az O-alkil-csoportját amidinre cserélve állították elő az A-231 molekulát. Ez még a VX-nél is mérgezőbb. Egy másik változat, az A-232 toxicitása a VR-éhez hasonló, de sokkal illékonyabb, ennek etoxi-analógja pedig az A-234 (1. ábra).

Aztán kifejlesztették azt a biner kombinációt, amellyel A-232-t (vagy nagyon hasonló molekulát) tudtak előállítani, ez volt a novicsok-5. Prekuzorként engedélyezett ipari vegyületeket használtak. Az 5-ös számút további „újoncok” követték.¹

A novicsokok azonban csak a Szkripal elleni támadást követően váltottak ki nagy érdeklődést.

A hazai szakemberek vizsgálatai mellett a brit kormány felkérte a hágai Vegyifegyver-tilalmi Szervezetet (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, OPCW), hogy küldjön ki szakembereket technikai segítségnyújtás céljából. Az OPCW csapata orvosi biológiai mintákat vett Szkripaltól, a lányától és egy rendőrtől is, akit szintén kórházba szállították mérgezési tünetekkel. A csapat helyszíni mintákat is gyűjtött.



1. ábra. A Foliant program néhány idegmérge, vázlatosan¹

Az OPCW által végzett laboratóriumi elemzések megerősítették a brit laboratórium eredményeit. A végleges jelentést a felhasznált mérge nevével és szerkezetével elküldték a Vegyifegyver-egyezményben részt vevő valamennyi államnak. A mérge az A-234 jelölésű vegyület volt a novicsok-anyagok csoportjából.

Az OPCW vegyészei egy újabb eset kapcsán visszatértek Angliába technikai segítségnyújtási látogatásra: június 30-án egy férfi és egy nő kórházba került Salisburyben. Az orvosok mérgezését diagnosztizáltak náluk, és megállapították, hogy a pár idegmérgegel került kapcsolatba. Kiderült,

¹ <https://cen.acs.org/articles/96/i12/Nerve-agent-attack-on-spy-used-Novichok-poison.html>



hogy ennek forrása egy parfümös üveg, amelyet a férfi Salisburyben talált. A férfi kilenc, kórházban töltött nap után meghalt.

Új anyagok az idegmérgek listáján

A politikai viták mellett a Szkripal-ügy egyik következményeként felmerült annak a kérdése, hogy hogyan kell kezelni a felhasznált mérget. A Vegyifegyver-egyezmény szerint alapvetően tilos mérgező vegyi anyagokat fegyverként használni; kivételt képeznek a zavargások során alkalmazott irritáló anyagok (könnygáz). A novicsokot azonban nem rögzítették a Vegyifegyver-egyezmény vegyszerlistáján, és ezért semmilyen ellenőrzési intézkedés nem vonatkozott rá. A gyártást és a tárolást ezért nem kellett bejelenteni, és az anyagot az ellenőrzések során sem keresték.

2018 októberében Kanada, Hollandia és az Egyesült Államok javasolta új idegméreg-harcanyagok felvételét a Vegyifegyver-egyezmény 1. sz. vegyianyag-listájába, beleértve a Salisbury-ben használt harcanyagot is. Az 1. sz. listán szereplő anyagokra széles körű előállítási és felhasználási tilalom vonatkozik, valamint szigorú bejelentési kötelezettség, amelynek valóságátartalma ellenőrizhető.

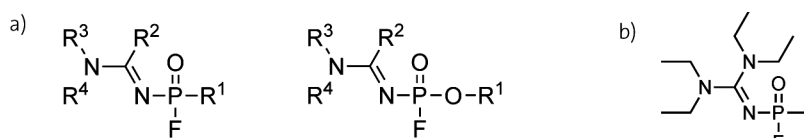
Valamivel később Oroszország előter-

jesztette saját javaslatát, amely részben átfedésben volt a korábbi javaslattal. Így a vegyületcsoportok szűkebbre szabását javasolták, ugyanakkor további vegyületcsoportokkal történő kiegészítést is, különös tekintettel az Egyesült Államokból származó, erősen mérgező karbamátok egy csoportjára. Az OPCW külön értékelte ezeket a javaslatokat, és szavazásra terjesztette a végrehajtó tanács elé. A közös javaslat elérte a szükséges egyszerű többséget, az orosz javaslat nem. A felmerült kifogásokkal a felek következő konferenciájának 2019 végén kellett foglalkoznia. Ezt megelőzően a javaslatok benyújtói kompromisszumot kötöttek, amelyet a konferencia elfogadott. A Salisburyben használt vegyszert a konferencia felvette a listára. A változás 2020 júniusától érvényes. Navalnijt 2020. augusztus 20-án mérgezték meg.

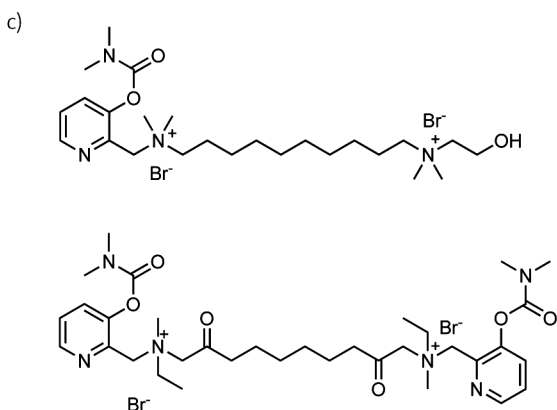
Az újonnan listára kerülő vegyületek négy csoportba sorolhatók. Az első kettő amidin-oidalláncsal és alkiláncsal rendelkező foszfororganikus vegyület, amelyekben az egyik alkilánc közvetlenül vagy oxigénatomon keresztül kapcsolódhat a foszforhoz (**2.a ábra**). A csoport nagyszámú vegyületet ölel fel, mivel négy, C₁ és C₁₀ közötti hosszúságú alkilcsoport (beleértve a cikloalkilt is) minden lehetséges elágazásban és kombinációban szerepelhet.

A harmadik bejegyzés egyetlen vegyületet jelent (**2.b ábra**).

2. ábra. Néhány példa a Vegyifegyver-tilalmi Egyezmény 1. sz. vegyszerlistájára újonnan felkerült anyagokra: a) Organofoszfor-vegyületek amidin-oidalláncokkal, b) egyetlen vegyület guanidin-oidalláncsal (CAS 2387496-14-0), c) karbamátok (fent: CAS 77104-62-2, lent CAS 77104-00-8)



R¹, R² = H, ≤ C₁₀-alkil, beleértve -cikloalkilt is
R³, R⁴ = ≤ C₁₀-alkil, beleértve -cikloalkilt is
és megfelelően alkilezett és protonált sók



Az acetilkolin-észteráz reverzibilis inhibitoraként működő toxikus karbamátok egy csoportja szintén felkerült az 1. sz. listára (**2.c ábra**). Ezek az Egyesült Államok 1960-as és 1970-es évekbeli fejlesztési programjából származnak. A szabadalmi irodalom adatai szerint ezek a szilárd anyagok nagyon mérgezőek (patkányokban és nyulakban, intravénás injekcióban az LD₅₀ halálos dózis néhány mikrogramm kilogrammonként). Az amerikai fegyveres erők azonban soha nem vették fel őket a készletükbe, hanem fejlesztési projektek maradtak.

Ezeket a vegyületeket már évtizedekkel előbb kifejlesztették.

Az OPCW ezután elhatározta, hogy módosítja az 1. sz. listát, amely kizárólag a mérgező vegyületekre vonatkozik, a prekursorokra nem. Egy ausztrál csoport 2020 elején számos ilyen anyagot vett fel az ellenőrzendő vegyifegyver-prekursorok listájába.

Az új anyagok azonosítása

A polgári és katonai erőknek egyaránt képesnek kell lenniük az újonnan felsorolt anyagok azonosítására és a veszély elhárítására. Tudniuk kell, hogy személyes felszerelésük megvéd-e ezek ellen. Tudniuk kell, hogyan kell kezelni a mérgezéses eseteket, és miben különbözik a novicsok és a többi újonnan listázott harcanyag a klasszikus idegmérgektől. Ehhez ismerni kell az anyagok tulajdonságait és veszélyeit.

Az anyagokat laboratóriumi elemzéssel rutinszerűen azonosítani kell. Például a tömegspektrometriai adatokat be kell vezetni az OPCW központi adatbázisába, hogy minden szerződő állam számára elérhető legyenek. Az analitikai műszerek gyártóinak meg kell vizsgálniuk, majd tájékoztatást kell arról adniuk, hogy készülékeik kimutatják-e ezeket az anyagokat.

A bevetési egységeket is ki kell képezni az új anyagok kezelésére. Az Egyesült Államokban az Egészségügyi Minisztérium Chemical Hazards Emergency Medical Managementje (CHEMM) ajánlásokat tett közre az új idegmérgekre vonatkozóan. Ismertetik a kimutatással kapcsolatos problémákat, és megemlítik, hogy egyes vegyületek nem hidrolizálhatók. Az egységek azonban még sokáig csak hiányos információkkal fognak rendelkezni egy lehetséges bevetésen. Ez még inkább szükségessé teszi, hogy a szakmai információk, a speciális ismeretek és az analitikai kapacitás is minél hamarabb rendelkezésre álljanak.