

Pintér Ágnes¹ 

Robbanóanyag-kereső kutyák kiképzése TATP, HMTD felderítésére pszeudoszagminták alkalmazásával

Training of Explosive Detection Dogs to Detect TATP and HMTD Using Pseudo Scent Samples

A robbanóanyagok felderítésének egyik leghatékonyabb eszköze a jól képzett kutya. Kiképzésük és alkalmazásuk terén a házi készítésű primer robbanóanyagok elterjedése új típusú kihívás elé állítja a szakállományt. Az alkalmazkodás a folyamatosan változó körülményekhez a sikeres alkalmazás kulcsa, ezért meg kell vizsgálni és értékelni kell a rendelkezésre álló megoldásokat. Ezek egyike a pszeudoszagminta alkalmazása, amelynek vannak előnyei és hátrányai. A szerző célja, hogy áttekintse az eddig megtett utat, amelynek végén a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmasak lesznek a TATP és HMTD keresésére és felismerésére.

Kulcsszavak: TATP, HMTD, házi készítésű robbanóanyag, robbanóanyag-kereső kutya, robbanóanyag-felderítés, pszeudoszagminta

One of the most effective tools in explosive detection is the use of well trained canines. The training and employment of these dogs are facing a new challenge by the spreading of home-made primer explosives. Being adaptive to the changing tactical environment is the key of success, therefore, it is essential to examine and evaluate the possible solutions. One of those is the use of pseudo scents, which obviously has pros and cons. The goal of the author is to provide a brief overlook what is done so far to have explosive detection dogs capable of searching and recognising TATP and HMTD.

Keywords: TATP, HMTD, home-made explosive, explosive detection dog, explosive detection, pseudo scent sample

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, e-mail: chicago8315@gmail.com

1. Bevezetés

A rögtönzött robbanószerkezetek elleni tevékenység (*counter-improvised explosive device*, C-IED) egyik sarkalatos pontja a gyors és folyamatos alkalmazkodás a változó műveleti környezethez, azon belül is a nagy rugalmasságot mutató ellenséges harc eljárásokhoz. A C-IED egyik alappillére a mentesítés (*improvised explosive device defeat*, IEDD), amely magában foglalja a rögtönzött robbanószerkezet (*improvised explosive device*, IED), vagy annak egyes részeinek felkutatását is. Az IED iniciálós és fő töltetei óriási változatosságot mutatnak annak függvényében, hogy a készítő milyen robbanóanyagokhoz jutnak hozzá. Az illegális módszerekkel megszerzett ipari és katonai robbanóanyagok, háborúból visszamaradt, fel nem robbant töltetek és házi készítésű robbanóanyagok olyan sokfélék, hogy a felkészülést az ellenük való harcra feltétlen igazítani kell a mindenkori trendekhez. A 2016-os brüsszeli merényletek világszerte ráirányították a figyelmet a már régóta fenyegetést jelentő, primer triaceton-triperoxid (TATP) nagy mennyiségben, főtöltetként való alkalmazására.² A válaszlépések sorában felmerült a nemzetközi igény a TATP és ezzel párhuzamosan a hexametilén-triperoxo-diamin (HMTD) hatékony felderítésére és azonosítására alkalmas eljárások kidolgozására és bevezetésére,³ így a robbanóanyag-kereső kutyák által felismert szagképek kibővítésére is.

2. A keresett anyag

A TATP, gúnynevéen a Sátán Anyja, egyszerűen előállítható házi készítésű robbanóanyag, amely hatóerejét tekintve impresszív, 2,4,6-trinitrotoluol (TNT-) egyenértéke elérheti a 0,80 értéket,⁴ cserébe meglehetősen instabil, így előállítása és kezelése kockázatos, nemcsak az azt alkalmazó ellenséges erőkre nézve, de a felderítést, azonosítást, hatástalanítást, megsemmisítést végző saját erők számára is kiszámíthatatlan. A TATP előállítása nem bonyolult, ráadásul az internet videókkal, leírásokkal, ábrákkal és képekkel, angolul és más nyelveken is a segítségünkre siet. Az alapanyagok beszerezhetők bárhol a világon, önmagukban vásárolva még gyanút sem keltenek, akár interneten keresztül is megrendelhetők. A HMTD hasonló kvalitású, állapottól függően TNT-egyenértéke 0,76 körüli, ráadásul stabilabb és valamivel kezelhetőbb, mint a TATP.

A kiképzéshez használt mintákkal szemben követelmény, hogy külső behatásokra érzéketlenek legyenek, így jól viselik a hőmérsékletváltozást, az ütést, rázkódást, nyomást vagy egyéb fizikai behatásokat, továbbá kémiai és fizikai tulajdonságaik elég stabilak legyenek ahhoz, hogy meghatározott szavatossági időn belül szerkezetükben jelentős változás ne keletkezzen. Az ellenőrzött, üzemi körülmények között, szabályosan és legálisan előállított

² C. J. Chivers: Quantity of Explosive Found in Belgium Surprises Officials. *The New York Times*, 2016. március 24.

³ NATO C-IED Kiválósági Központ CIED COE/2016/12 nyilvántartási számú ügyszerződés.

⁴ Kannan Gajendran Balachandar – Arumugam Thangamani: Studies on Some of the Improvised Energetic Materials (IEMs): Detonation, Blast Impulse and TNT Equivalence Parameters. *Oriental Journal of Chemistry*, 35. (2019), 6. 1813–1823.

robbanószerkezt alkalmaznak kisebb és nagyobb mennyiségben is kiképzési célú felhasználásra. A minták egyszerűen tárolhatók, szállíthatók, rejthetők, és amennyiben a használatból adódóan fizikai behatások érik is őket, a detonáció esélye elenyésző mértékű. Ugyanez nem mondható el az iniciáló anyagokról, amelyek rendeltetésüknél fogva érzékenyek a külső behatásokra. Ellentétben az ipari és katonai szekunder robbanóanyagokkal és robbanóképes keverékekkel, a házi készítésű iniciáló jellegű, primer robbanóanyagok, így a TATP és a HMTD biztonságos módon nem használhatók eredeti állapotukban kutyák kiképzésére, technikai eszközök kalibrálására vagy a kezelő személyzet oktatására és gyakoroltatására.

3. A kutyás keresés

A kutyával végzett felderítő munka, annak bizonyított hatékonysága miatt,⁵ nem nélkülözhető, és a tudomány jelen állása szerint nem váltható ki más eszközzel.⁶ Széleskörűen alkalmazzák őket a legkülönbözőbb területeken, keresnek kábítószerrel, állati és emberi maradványokat, élő embert és állatot, égésgyorsító anyagot, készpénzt, fegyvert, robbanóanyagot, különféle tumormarkereket, cigarettát és még sok minden mást.

A kutya komplex tevékenysége nemcsak roppant érzékeny szaglása miatt hatékony fegyver a robbantásos merényletek megelőzésében, hanem proaktív kutatómunkája, önálló taktikája, távirányíthatósága, elrettentő megjelenése miatt is. A kutya szaglása a mienkhez hasonló kulcszár elven működik: a szaglóhámsejtek neuronjai szaganyag-specifikusak, és csak a megfelelő molekulával találkozva okoznak elektromos kisülést, azaz küldenek információt az agyba. A kutya is a légkörből veszi fel ezeket a molekulákat, így természetes, hogy elsősorban a keresendő anyag illóanyag-tartalmát vizsgálja,⁷ illetve az esetlegesen a légkörbe kerülő szilárd részecskéket. Például a nitrocellulóz nem illékony, így hiába a füstnélküli lőpor elsődleges alapanyaga, a kutya mégsem azt fogja azonosítani, hanem az egyéb, illékony összetevőket, például a jellemző 2,4-DNT-t (2,4 dinitrotoulol) vagy a stabilizátor DPA-t (difenilamin).⁸ A kipárolgás, az anyag körüli légtérbe kerülő molekulák minden anyagra egyedileg jellemzők, és a mai technológiai háttérrel azonosíthatók és vizsgálhatók. A jellemző szagképet így le lehet másolni oly módon, hogy az eredeti kibocsátó anyagot más, inert anyaggal helyettesítik, amely képes közel azonos kipárolgást biztosítani. A szagok, azaz a kipárolgás terjedése nem írható le egyszerűen diffúzióként, inkább füstfelhőszerűen, koncentráltabb gomolyok és illóanyagmentes területek alkotta, számunkra kiszámíthatatlanul terjedő áramlatként képzelhető el. A kutya ösztönösen képes a felhőben tájékozódni, és veleszületett képessége a szagforrás felderítése, ami eleinte az életben maradás kulcsa volt, később pedig az ember egyik szelekciós

⁵ Jehuda Yinon (szerk.): *Counterterrorist Detection Techniques of Explosives*. Amsterdam, Elsevier, 2007. 405–406.

⁶ Ross J. Harper – José R. Almirall – Kenneth G. Furton: Identification of Dominant Odor Chemicals Emanating from Explosives for Use in Developing Optimal Training Aid Combinations and Mimics for Canine Detection. *Talanta*, 67. (2005), 313–327.

⁷ Kenneth G. Furton: The Scientific Foundation and Efficacy of the Use of Canines as Chemical Detectors for Explosives. *Talanta*, 54. (2001), 3. 487–500.

⁸ Michael S. Macias – Ross J. Harper – Kenneth G. Furton: A Comparison of Real versus Simulated VOCs for Reliable Detector Dog Training Usind SPME, GC/MS. *American Biotechnology Laboratory*, 26. (2008), 6. 26–27.

szempontjává vált a használati fajták tenyésztése során. Ezzel szemben az ember szaglása sokkal kevésbé összetett, ezért az ember irányította technológiai eszközökkel a mintavétel sokkal nehezebb, és sikere esetleges, hiszen a szagokat a légtérben nem látjuk, a mintavétel helyét nem tudjuk meghatározni.

Nem elhanyagolható előnye a kutyának, hogy a technikai eszközökhöz képest gyorsan és hatékonyan tanítható új szagok felismerésére, akár műveleti környezetben is, így képes alkalmazkodni a változó harceljárásokhoz. Mindemelllett korlátozott mértékben ugyan, de képes általánosítani, azaz a már megismert szagképekből következtetéseket levonni, és kikövetkeztetni, ha egy új, ismeretlen illatkomponenssel találkozunk, az beilleszthető-e a robbanóanyagokról alkotott komplex képébe, vagy sem. Ez a szinte elemzői képesség azonban nem jellemző ugyanolyan mértékben minden egyedre, és kontraproduktív is lehet, amennyiben valamely összetevő jelenléte miatt a szagképet nem azonosítja keresendő robbanóanyagként.⁹

Természetesen hátránya is van a kutyák alkalmazásának, ezért a mindenkori taktikai megfontolások alapján érdemes a választott eljárás részévé tenni, vagy éppen kihagyni abból. A kutya fáradékony, figyelemigénye magas, a tévedés lehetősége (akár fals negatív, akár fals pozitív eredmény tekintetében) aránylag magas, a végzett munka minősége a külső környezettől és az egyed pillanatnyi kondíciójától, sőt még vezetőjének mentális és fizikai állapotától is nagyban függ. Összességében a kutatással, felderítéssel foglalkozó szakemberek és szervezetek számára nélkülözhetetlen „fegyver” a jól képzett kutya. Mivel belátható időn belül a tudomány nem ígéri a bioszenzoros detektorok alternatíváját, ezért a kutyás felderítés technikai és taktikai fejlesztésének folyamatosnak kell lennie az eredményes alkalmazhatóság érdekében. A kutyák beszerzése, ellátása, kiképzése, fenntartási költsége számottevő, ám jelentősen olcsóbb a jelenleg alkalmazott technikai eszközökétől.¹⁰

4. Robbanóanyag-kereső kutyák kiképzése

A Magyar Honvédség 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred (MH 1. HTHE) régóta elkötelezte magát a keresőkutyák mellett, és szövetségeseihez hasonlóan fenntart robbanóanyag-kereső kutyás képességet. Az állományban lévő szolgálati kutyák sokféle szagképet elsajátítanak a képzés során, és igénybevételtől függően ezek száma pályafutásuk során akár meg is duplázódhat. A kutya szagmemóriája kiváló,¹¹ tapasztalataink szerint a megismert robbanóanyag szagára évek múltán is emlékeznek, azt magabiztosan keresik és jelzik rendszeres ismeretfrissítő képzés nélkül is. A kötelező szinten tartó képzések általában az alkalmazhatóság más aspektusait érintik, a kutatástaktika, irányíthatóság, motiváció, terhelhetőség területein.

A kiképzés során először célszerű a fizikai behatásokat legjobban viselő plasztikus anyagokkal kezdeni a kutyák anyagismereti és jelzésmódbeli alapozását. Szerencsére a kiképzés-

⁹ Lucia Lazarowski et al.: Olfactory Discrimination and Generalization of Ammonium Nitrate and Structurally Related Odorants in Labrador Retrievers. *Animal Cognition*, 18. (2015), 6. 1255–1265.

¹⁰ Furton (2001): i. m.

¹¹ J. M. Johnston: *Canine Detection Capabilities: Operational Implications of Recent R&D Findings*. Institute for Biological Detection Systems, Auburn University, 1999. 5.

módszertan immáron többféle megoldást kínál, így a kutyák egyéni tanulási stratégiájához leginkább illeszkedőt választva, a lehető legkevesebb stresszt okozva és a legtöbb pozitív élményt nyújtva, a felderítendő anyag keresése és jelzése mindig magas motivációval fog párosulni. Mivel a rendelkezésre álló módszerek közül jó pár a fizikai kontaktus kockázatával jár, ezért célszerű a plasztikus anyagokkal kezdeni, amelyek nem szóródnak vagy folynak szét, nem törnek el, nem hagynak maguk után nehezen eltávolítható szennyeződést, és amennyiben sérülnek is, könnyen visszaállítható az eredeti állapotuk. Az igazán jó kutyák szeretnek operáns módon, próba-szerencse alapon próbálkozni különféle megoldásokkal. Ez a proaktív hozzáállás a későbbiekben, összetett kutatási feladatok során hasznunkra válik, tehát semmiképp nem korlátozandó a korai stádiumban túlzott tiltással vagy negatív megerősítéssel, így néhány „rányúlás”, kisebb harapás, bökődés, „mancsolás” kockázatát viselni kell. Miután az úgynevezett passzív jelzésmód kialakul, a kiképző bátran térhet át a kevésbé jól kezelhető mintákra, így a por- és pehelyalakúakra, a törekeny szilárd vagy a kevésbé sűrű, inkább folyékony halmozállapotúakra. Mindazonáltal ezek is maximum kényelmetlenséget okoznak, amennyiben kiszóródnak, elkenődnek, karcolódnak vagy törnek, detonálni nem fognak, hiszen fizikai behatásokra nagymértékben érzéketlenek, iniciálásukhoz primer robbanóanyag szükséges.

4.1. Primer robbanóanyagok tanítása

De mi a helyzet a primer robbanóanyagok szagának tanításával? A katonai és ipari gyutacsok jellemzően többféle, gyújtási láncot alkotó robbanóanyagból épülnek fel, amelyekből kis mennyiséget tartalmaznak, és belső felépítésük, külső borításuk – műanyag vagy fém házuk kezelésbiztossá teszi őket. A detonátorokat, gyutacsokat ebben a formában, kellő körültekintés mellett lehet használni kiképzési célokra, a képzett kutyák számára az ismeretanyag bővítése célszerű és kívánatos. Érdemes a gyutacsok felépítését behatóan vizsgálni, és amennyiben külső házuk légmentesen zár, úgy várhatóan a gőztér elhanyagolható mennyiségű szaganyagot fog tartalmazni a robbanóanyagokból, így a képzés során a kutya nem valószínű, hogy a számunkra kedvező társítást tanulja meg. Amennyiben várható szagkibocsátás, úgy bizhatunk a kutyák bizonyított általánosítási képességében,¹² amelynek mértéke azonban egyedfüggő és nagy szórást mutat, ezért előre megjósolni, hogy a már megismert komplex szagkép alapján más hasonló gyutacsot előtalálnak-e a későbbiekben, meglehetősen nehéz. Természetesen minél többféle eszközzel találkozik egy kutya élete során, annál valószínűbb, hogy később az ismeretlen, de hasonló szagot is felismeri és jelzi. A C-IED gyakorlati megfontolásaiból kiindulva indokolt, hogy a kutya képes legyen iniciáló eszköz előtalálására, hiszen nemcsak készre szerelt robbanószerkezetet keresünk, hanem annak tárolt, szállított alkatrészeit is. Felmerül a kérdés, hogy érdemes lenne-e esetleg az ólom-azid, ezüst-azid, ólom-sztifnát, higany-fulminát és egyéb gyakran használt primer robbanóanyagok szeparált tanítására lehetőséget biztosítani, de a várható gyakorlati hasznosíthatóság nem áll arányban a befektetendő anyagi erőforrásokkal és a vállalandó biztonsági kockázattal, legalábbis a jelenlegi jellemző műveleti

¹² Johnston (1999): i. m. 3.

környezetekben. Ez viszont nem igaz az olcsón és egyszerűen előállítható, magas hatóerejű fő töltésként is használt TATP-re és HTMD-re.

5. Házi készítésű primer robbanóanyagok, TATP és HMTD felderítése

Mind a TATP, mind a HMTD felderítésére és azonosítására többféle szabadalmaztatott eljárás áll rendelkezésre, mind laboratóriumi, mind harctéri körülmények között, amelyeket gyakorlat szempontjából három nagy kategóriába sorolhatunk. Besugárzásos módszerek például röntgensugaras komputertomográfiás,¹³ gammasugaras analízis,¹⁴ amelyek nem igénylik a közvetlen kontaktust az anyaggal. Mintavételes eljárások például kimutathatók egyszerű kolorimetrikus¹⁵ vizsgálattal. Ilyen a Magyar Honvédség által is használt Mistral Security Inc. által gyártott Exspray készlet, amelynek nagy hátránya, hogy közvetlen, fizikai kapcsolatba kell kerülni a feltételezett robbanóanyaggal a vizsgálathoz. Alkalmazható gázkromatográfiás (GC) eljárás, legyen az ionmobilitás spektrometriás (IMS)¹⁶ vagy tömegspektrometriás (MS)¹⁷ eljárással kombinálva, például a svájci Inficon gyártotta Hapsite ER hordozható vegyi azonosító GC/MS műszer. Raman-spektroszkópiát és Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiát (FTIR) használ az azonosításhoz a Thermo Fisher Inc. TruDefender, FirstDefender és Gemini kézi analízáló berendezése.¹⁸

Az azonosítást segítő eszközök nagy része közvetlen kontaktust igényel az anyaggal, így a mintavétel és az analízis is kockázatos. Megjegyzendő, hogy bár a hangsúly jelenleg a TATP-n van, a HMTD felderítése jelentősebb technikai problémákat vet fel, mert hő hatására könnyebben bomlik le, mint a TATP, gőznyomása szignifikánsan alacsonyabb tőle, és gőzterének összetétele változékony, amely tulajdonság nem kedvez a felderítést végzőknek. Gőzterében a jellegzetes halszagért felelős trimetilamin is csak bizonyos idő után jelenik meg,¹⁹ így nem nyújt biztos támaszt a keresésben. Sajnos a kutyás és egyéb bioszenzoros (patkány, méh stb.) felderíthetőség szempontjából a HMTD-t még nem vizsgálták elég behatóan ahhoz, hogy megalapozott következtetéseket vonjunk le. A forgalomban lévő felderítő- és analízálóberendezések, mint a legtöbb gyakran előforduló robbanóanyagra, kalibrálva vannak a házi készítésű robbanóanyagokra is, és azokon a hadszíntereken, ahol magas a robbantásos táma-

¹³ K. Wells – D. A. Bradley: A Review of X-ray Explosives Detection Techniques for Checked Baggage. *Applied Radiation and Isotopes*, 70. (2012), 8. 1729–1746.

¹⁴ Edward H. Seabury – A. J. Caffrey: Explosive Detection and Identification by PGNA. Idaho Falls, Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, 2004. 6.

¹⁵ Fenyeres Tamás: A robbanóanyagok kolorimetrikus vizsgálata. *Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), 2. 401–402.

¹⁶ Andrew. J. Marr – David M. Groves: Ion Mobility Spectrometry of Peroxide Explosives TATP and HMTD. *International Journal for Ion Mobility Spectrometry*, 6. (2003), 2. 59–62.

¹⁷ Hegedűs Katalin: Robbanóanyagok tömegspektrometriával történő felderítése és analízise. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 3. 98.

¹⁸ Raychelle M. Burks – David S. Hage: Current Trends in the Detection of Peroxide-Based Explosives. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395. (2009), 2. 301–313.

¹⁹ Lauryn E. DeGreef – Michelle M. Cerreta – Christopher J. Katilie: Variation in the Headspace of Bulk Hexamethylene Triperoxide Diamine (HMTD) with Time, Environment, and Formulation. *Forensic Chemistry*, 4. (2017). 41–50.

dások kockázata, használatuk indokolt. A bioszenzoros eljárásokhoz hasonlóan, a technikai eszközök kalibrálásához, ellenőrzéséhez, az operátorok képzéséhez és gyakoroltatásához is szükséges minta a keresett anyagokról. A primer robbanóanyagok esetében, a kutyakiképzéshez hasonlóan, túl nagy a biztonsági kockázat, ezért szükséges szimuláns anyagokat fejleszteni hozzájuk, amelyeknek a vizsgálati módszer szempontjából a valódi anyagokkal megegyező fizikai/kémiai tulajdonságai vannak.²⁰

6. TATP, HMTD tanítása kutyáknak

Különbéféle nemzeti és nemzetközi szabályozások miatt a robbanóanyagok előállítása, szállítása, kezelése, használata költséges és bonyolult folyamat, amely több esetben vállalhatatlan mértékben megemeli a kiképzett robbanóanyag-kereső kutya kiképzési költségeit, főleg a civil biztonságtechnikai cégek számára. Hiába a nagy nemzetközi kereslet, ha a képzés költségei nem teszik lehetővé a gazdaságos termelést. A hatékony helyettesítő termék előállítására tett erőfeszítések várhatóan megtérülnek, így érdemes a kutatással foglalkozó cégeknek és szervezeteknek ezzel foglalkozniuk, hiszen a civil szféra stabil, fizetőképes piaci hátteret biztosít. Némileg egyszerűbb helyzetben vannak azok a fegyveres testületek, kormányhivatalok, állami szervezetek, amelyek rendelkeznek a megfelelő jogosultságokkal és anyagi, logisztikai háttérrel. Ennek ellenére a primer robbanóanyagok előállítása, szállítása, kezelése számukra sem hordoz kisebb kockázatot, csak a járulékos költségek alacsonyabbak. A házi készítésű iniciáló anyagok tanításának problémájára az első és legegyszerűbb megoldásnak az tűnik, ha a kutyákat a robbanóanyagok alkotóelemeire tanítjuk meg, jelen esetben például hidrogén-peroxidot vagy acetont kerestetünk velük. A gyakorlati tapasztalat mellett számos kísérlet bizonyítja, hogy az emlősök, köztük a kutya szaglása nem így működik,²¹ ahhoz hasonlóan, ahogy mi sem tudjuk egy színről megállapítani, hogy miből keverték ki, hiába a kitűnő látásunk. A kutya szagkomplexeket tanul, nem tudja azt összetevőire bontani, illetve visszafelé, prekursorokból nem képes összetett szagképet előállítani. A problémára számos megoldás született, a legolcsóbb és legegyszerűbb a kipárolgás „csapdázása”, általában pamut labdákkal. Gyakorlati szempontból az egyik legrosszabb megoldás, kísérletek bizonyítják,²² hogy körülbelül 20 perccel a kihelyezés után a minta elveszíti szaganyagtartalmát, ezért alkalmazása roppant korlátozott, és az éles robbanóanyag birtoklását, mozgatását ugyanúgy megköveteli.

A piacon elérhető kiképzési segédletek három kategóriába sorolhatók:

1. valós robbanóanyag-minták, például az itthon is széles körben használt cseh Explosia a. s. készlete;

²⁰ Mitja Vahčič et al.: A Powdered Simulant of Triacetone Triperoxide (TATP) for Safe Testing of X-ray Transmission Screening Equipment. *Molecules*, 25. (2020), 6. 1473.

²¹ William S. Helton: *Canine Ergonomics. The Science of the Working Dogs*. Boca Raton, CRC Press, 2009. 146.

²² Jimmie Oxley et al: Training Dogs to Detect Triacetone Triperoxide (TATP). In *Proceedings of SPIE 5403, Sensors, and Command, Control, Communications, and Intelligence (C3I) Technologies for Homeland Security and Homeland Defense III*. 2004. szeptember 15. 9.

2. a pszeudominták, amelyek csak a gőztérben megjelenő illékony összetevőket másolják valamilyen vivőanyagon, például a nemrég megvásárolt Scentlogix minták;
3. nem pszeudoalternatívák, amelyek az eredeti anyagot hígított, oldott, mikrokapszulázott formában tartalmazzák, például a Truescent mintái.²³

6.1. Nem pszeudo alternatívák

Számos gyártó foglalkozik flegmatizált szagminták előállításával; az eljárás minden esetben nagyon hasonló, szilícium-dioxid-kristályokat vonnak be az eredeti anyaggal (a kész minta tömegének maximum 5%-áig). A hordozóanyag az „üres” szilícium-dioxid-mintával kizárható a kutyák tanítása során, így megtanulják az eredeti robbanóanyagokat attól elkülöníteni. A nagyobb cégek gyorsan előálltak a TATP és a HMTD szagmintáival, így például a Signature Science LLC Truescent márkájában is hamar elérhetővé váltak.

A Rhode Island Egyetem munkatársai Dr. Jimmie C. Oxley vezetésével kifejlesztettek egy hatékony eljárást a TATP és a HMTD biztonságos és tartós „csapdázására”. A robbanóanyagokat egyfajta polimer mátrixba ültetve, majd onnan hevítés hatására gőz formájában felszabadítva és alumíniumgyapotra kikristályosítva, sikerült előállítani egy valóban biztonságos (robbanóanyagok hivatatalosan nem minősülő), felhasználóbarát mintát, amely a kutyakiképzésben áttörést hozhat.²⁴ A TATP-t tartalmazó műanyag mikroszemcsék és a hozzájuk tartozó melegítésre szolgáló eszköz kereskedelmi forgalomban is elérhető. Az Európai Bizottság Közös Kutató Központ (JRC) geeli intézetében kifejlesztettek egy TATP-t kis mennyiségben tartalmazó spray-t,²⁵ amelynek fő összetevője, az izopropanol gyorsan elpárolog, így a kezelt felületen veszélytelen mennyiségben, de tiszta TATP marad, amely valószínűleg jól alkalmazható felderítési gyakorlatokban és a kutyák kiképzésében, mindenesetre kevés konkrét információt találtam róla. Ezek a módszerek valóban az éles anyagot bocsátják rendelkezésre, kezelhető és viszonylag tiszta formában, de nagyon kis mennyiségben. A gyakorlati kutyakiképzés viszont számos alkalommal bizonyította, hogy a kis mennyiségben, helyesen alacsony szagkoncentráción képzett kutyákat a nagyobb mennyiség, azaz a nagyobb szagkoncentráció, megzavarhatja, és nem tudják megbízhatóan jelezni, ezt számukra külön tanítani szükséges. Ez azonban kutatástaktikai kérdés, ezért feltételezem, hogy ha más anyagokkal találkoznak nagy mennyiségben, és kialakul a megfelelő keresési technika, várhatóan a TATP-t és HMTD-t is képesek lesznek előtalálni. A szaganyagok koncentrációja nagymértékben függ a hőmérséklettől, nyomástól és egyéb külső körülményektől, illetve a kérdéses anyag illékonyaságától, ezért akár kis mennyiségű robbanóanyag szagát is kellő mértékben koncentrálhatjuk megfelelő konténer alkalmazásával.²⁶

²³ Alison Simon et al.: A Review of the Types of Training Aids Used for Canine Detection Training. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. (2020). 313.

²⁴ Jonathan N. Canino: *Application of Polymer Systems to the Detection and Retention of Explosives*. Dissertation. University of Rhode Island, 2014. 30.

²⁵ Denis Loctier – Michael Daventry: Discover the Spray Used by Belgian Police to Train Specialist Dogs at Airports. *Euronews*, 2019. október 28.

²⁶ Erica Lotspeich – Kelley Kitts – John Goodpaster: Headspace Concentration of Explosive Vapors in Containers Designed for Canine Testing and Training: Theory, Experiment and Canine Trials. *Forensic Science International*, 220. (2012), 1–3. 130–134.

6.2. Pszeudominták

Az úgynevezett helyettesítő, vagy pseudoanyag nem tartalmazza az eredeti vegyületet, de kipárolgása nagy hasonlóságot mutat az eredeti kipárolgásával, azaz az anyagot körülvevő légtömegben található részecskék a szaglőreceptorokban a megfelelő ingerületet fogják létrehozni, így a kutyák tanítására alkalmas lehet. Ilyen pseudoanyagok elérhetők a kereskedelmi forgalomban, legszélesebb körben alkalmazott a Scentlogix márka, amelynek gyártója a Polymath Interscience LLC kábítószer- és robbanóanyag-pszeudoszagmintákat is forgalmaz.

Első személyes tapasztalatom a termékkel 2014-re nyúlik vissza, amikor egy öt, szekunder robbanóanyag-mintát tartalmazó készletet vásároltunk kollégámmal, saját használatra. Saját kutyáinkkal és a rendőrség néhány robbanóanyag-kereső kutyájával az anyagokat kipróbáltuk, a találati arány mind az öt anyag esetében, különféle munkaterületeken és rejtési időkkel dolgozva is megfelelően magas volt. Hasonló, nem reprezentatív mintán és kontrollcsoport nélküli próbákat több társaság is végzett világszerte, tapasztalataikról néhányan írásban is beszámolnak,²⁷ a dokumentált esetek nagyrészt megegyező eredményt hoztak. Ezeknek a jelentéseknek ellentmond néhány tudományos jellegű publikáció, például a már fent idézett R. J. Harper és szerzőtársai, vagy W. D. Kranz és munkatársainak kísérletei,²⁸ akik egyrészt nagyon kis egyedszámmal dolgoztak, másrészt a tanulmányok feltűnően nélkülözik a kiképzési eljárások bemutatását, és előnytelen képet festenek a pszeudomintákról, legyenek azok eredeti anyagot tartalmazók vagy csak szagképmásolatok. A részletes cáfolatot a Scentlogix gyártója nyílt levélben²⁹ közreadta, amelyben a módszertani hibákat részletesen felsorolja. Ugyan nem releváns az alapkérdés tekintetében, de a szilárdfázisú mikroextrakciós (SPME) mintavétel követő tömegspektrometria- és gázkromatográfia- (MS-/GC-) vizsgálatok igen pontos adatokat szolgáltatnak a szagképekről, amelyeket a gyártók elérni szándékoztak. Érdekes, hogy a gyártók több, teljesen ellentétes megközelítést választanak, így hol az összetett szagképet próbálják másolni, hol csak a domináns illóanyagot adják a termékhez. A TATP esetében ez kevésbé releváns, az intenzív párolgás nagy mennyiségben juttat TATP-molekulákat a gőztérbe, ezért kontaktmentes eljárásokkal, így kutyával is könnyen felderíthető, amennyiben azok arra kiképzést kaptak.³⁰ A HMTD változó gőzképe viszont felvet olyan kiképzéstechnikai kérdéseket, amelyek vizsgálatához a jelenlegi alacsony egyedszámú, egymástól elszeparáltan végzett kísérletek helyett szükséges lenne egy hosszú távú, többszereplős vizsgálati program kidolgozása.

A terület alulkutatott, és a rendelkezésre álló kutatási eredményeket is érdemes fenntartásokkal kezelni, mert a kutyák eltérő, egyedre jellemző szagmemóriája és tanulási stratégiája kiszámíthatatlan változó, ezért csak kellően nagy egyedszámmal és jól dokumentált kiképzési folyamattal lehet a kísérletektől valós eredményt várni. Nehéz megmondani, hogy egy-egy

²⁷ Kevin Sheldahl: Bomb Dog Training Aid Evaluation. *Leerburg*, (é. n.).

²⁸ William. D. Kranz – Nicholas A. Strange – John V. Goodpaster: Fooling Fido – Chemical and Behavioral Studies of Pseudo-Explosive Canine Training Aids. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406. (2014), 30. 7817–7825.

²⁹ Lásd: http://scentlogix.com/ScentLogix_Response_to_TSWG_T-3388_Final.pdf

³⁰ Stephanie Moore – William MacCrehan – Michele Schantz: Evaluation of Vapor Profiles of Explosives over Time Using ATASS (Automated Training Aid Simulation using SPME). *Forensic Science International*, 212. (2011), 2–3. 90–95.

szagképből a kutya mit tanul meg, és ez a tudás hogyan változik további tréningek hatására. Például elképzelhető, hogy a domináns illóanyag szagát társítja az egyed először, de ugyanazon robbanóanyag-csoporton belüli több minta megismerése után, megtanulja a közös szagelemet. A kutya szaglása és gondolkodása összetett és még nem teljesen feltérképezett területe a biológiának és etológiának, ezért sokszor csak a tapasztalati úton megszerzett, de nem igazolt információ birtokában kell döntést hozni a kiképzés és alkalmazás területén. A tapasztalatok pedig azt mutatják, hogy magas találati sikert és jó eredményeket az anyagok és szagminták széles skáláján kiképzett kutyától várhatunk, amely a lehető legtöbb típusú és gyártmányú robbanóanyaggal találkozhat élete során. Például a keresőkutyával dolgozó szervezetek általános tapasztalata, hogy az egyes gyártmányok, sőt azonos gyártók különböző szériái között is oly mértékű eltérés mutatkozhat a szagképben, ami a kutyák egy részét megzavarja, és fals negatív jelzést adnak rájuk. Sok szakember által ismert jelenség, hogy nemzetközi versenyeken a magyar gyártmányú TNT-t egy-egy más országból érkező versenyző nem jelzi, és ugyanígy, a hazai kutyavezetőknek is néha kihívást jelent más gyártmányú szabvány robbanóanyag előtalálása, pedig a TNT, valamilyen formában, minden alapkiképzési programban szerepel.

7. A következő lépcső

A TATP és HMTD hatékony felderítésének képessége több lépcsőben alakítható ki biztonsággal. Az első lépést megtettük, megérkeztünk a pszeudoszagminták, így az éves, megerősítő vizsgát megelőző szakfelkészítések és a folyamatban lévő alap szakfelkészítés keretében megkezdődhetett a szagismeret kialakítása. A járványhelyzet adta speciális körülmények miatt az első félévben lebonyolították mind az öt szakfelkészítést, a megerősítő vizsgákat pedig tömbösített formában, összevontan vezették le. Az összes állományban lévő robbanóanyag-kereső kutya az előzetes várakozásoknak megfelelően gyorsan elsajátította a két szagminta keresését és jelzését. A szituációs és komplex gyakorlatok során minden munkaterületen sikerrel találták elő a TATP- és HMTD-mintákat, hasonló eredményességgel, mint a már ismert anyagokat. A beszerzett minták a gyártó tanúsítványa szerint nagy mennyiségű eredeti anyag szagki-bocsátásának felelnek meg, de a párolgás mértéke szabályozható a konténer nyitásával/zárásával. A közeljövőben tervezet készül a további képességfejlesztésre, így egyrészt vizsgálni szükséges a kiképzett állomány találati arányát eredeti TATP és HMTD esetében, amelyekhez a mintát szervezetek közti együttműködés keretében, ellenőrzött és biztonságos körülmények közt elő kell állítani. A megbízhatóság növelése érdekében célszerű lenne más gyártó, eltérő technológiával előállított szagmintáját megvásárolni, hogy a keresztképzés folyamatos legyen, és a kutyák általánosító képességét növelhessük. Így a Scentlogix mintákat érdemes lenne például TrueScent mintákkal kombinálni, amelyek szilícium-dioxiddal hígított TATP-t/HMTD-t tartalmaznak. Az egy kutyára levetített éves költségek két minta beszerzése esetén sem haladják meg a reálisan vállalható értékhatárt, körülbelül egy veszetségi-kombinált oltás piaci árával egyezik meg az anyagi ráfordítás.

8. Összegzés

Összegzésként említem, hogy a cikk megírásához felhasznált, hivatkozott szakirodalom át-olvasása után nagy bizonyossággal jelenthetem ki, hogy majd minden kutyás kísérlet olyan szakmai hibákat ejtett, amelyek a vizsgálatok eredményét megkérdőjelezhetővé teszik, ám a kutatási téma jellegéből adódóan kiküszöbölhetetlen, vagy csak oly módon kerülhető el, amely vállalhatatlanul megnehezítené a kísérletek végrehajtását. Az elemző munka nagy részében figyelmen kívül hagynak olyan, a kutyák természetéből fakadó változókat, amelyeket az etológia tudománya kutat és tanulmányoz. A laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálatok is olyan sok torzító hatású ismeretlen körülménnyel kell számoljanak, hogy nem túlzó kijelenteni, a tudomány jelenlegi állása szerint számszerűsíteni a kutya szaglását nehezen lehet. Érdemes fenntartásokkal kezelni a publikált eredményeket, és kellő kritikával illetni a tapasztalatoknak és a józan észnek ellentmondó kijelentéseket. Szerencsére a kutyákat és más bioszenzorokat olyan régóta és széles körben alkalmazzák szagok detektálására és azonosítására, hogy a felhalmozott tapasztalatok, a kiképzőről kiképzőre átadott tudás immáron megbízható alapot képeznek a további fejlődésre.

Felhasznált irodalom

- Balachandar, Kannan Gajendran – Arumugam Thangamani: Studies on Some of the Improvised Energetic Materials (IEMs): Detonation, Blast Impulse and TNT Equivalence Parameters. *Oriental Journal of Chemistry*, 35. (2019), 6. 1813–1823. Online: <https://doi.org/10.13005/ojc/350626>
- Burks, Raychelle M. – D. S. Hage: Current Trends in the Detection of Peroxide-Based Explosives. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395. (2009), 2. 301–313. Online: <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2968-5>
- Canino, Jonathan N.: *Application of Polymer Systems to the Detection and Retention of Explosives*. Dissertation. University of Rhode Island, 2014. Online: <https://doi.org/10.23860/diss-cani-no-jonathan-2014>
- Chivers, C. J.: Quantity of Explosive Found in Belgium Surprises Officials. *The New York Times*, 2016. március 24. Online: www.nytimes.com/2016/03/24/world/europe/brussels-explosives-tatp.html
- DeGreef, Lauryn E. – Michelle M. Cerreta – Christopher J. Katilie: Variation in the Headspace of Bulk Hexamethylene Triperoxide Diamine (HMTD) with Time, Environment, and Formulation. *Forensic Chemistry*, 4. (2017). 41–50. Online: <https://doi.org/10.1016/j.forc.2017.03.001>
- Fenyeres Tamás: A robbanóanyagok kolorimetrikus vizsgálata. *Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), 2. 387–408. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2012.2.31>
- Furton, Kenneth G.: The Scientific Foundation and Efficacy of the Use of Canines as Chemical Detectors for Explosives. *Talanta*, 54. (2001), 3. 487–500. Online: [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(00\)00546-4](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(00)00546-4)
- Harper, Ross J. – José R. Almirall – Kenneth G. Furton: Identification of Dominant Odor Chemicals Emanating from Explosives for Use in Developing Optimal Training Aid Combinations and Mimics for Canine Detection. *Talanta*, 67. (2005), 2. 313–327. Online: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.05.019>
- Hegedűs Katalin: Robbanóanyagok tömegspektrometriával történő felderítése és analízise. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 3. 84–101. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2012.3.6>

- Helton, William S.: *Canine Ergonomics The Science of the Working Dogs*. Boca Raton, CRC Press, 2009. Online: <https://doi.org/10.1201/9781420079920>
- Johnston, J. M.: *Canine Detection Capabilities: Operational Implications of Recent R&D Findings*. Institute for Biological Detection Systems, Auburn University, 1999.
- Kranz, William. D.– Nicholas A. Strange – John V. Goodpaster: Fooling Fido – Chemical and Behavioral Studies of Pseudo-Explosive Canine Training Aids. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406. (2014), 30. 7817–7825. Online: <https://doi.org/10.1007/s00216-014-8240-7>
- Lazarowski, Lucia – Melanie L. Foster – Margaret E. Gruen – Barbara L. Sherman – Richard E. Fish – Norton W. Milgram – David C. Dorman: Olfactory Discrimination and Generalization of Ammonium Nitrate and Structurally Related Odorants in Labrador Retrievers. *Animal Cognition*, 18. (2015), 6. 1255–1265. Online: <https://doi.org/10.1007/s10071-015-0894-9>
- Loctier, Denis – Michael Daventry: Discover the Spray Used by Belgian Police to Train Specialist Dogs at Airports. *Euronews*, 2019. október 28. Online: www.euronews.com/next/2019/10/28/discover-the-explosive-spray-used-by-belgian-police-to-train-specialist-dogs-at-airports
- Lotspeich, Erica – Kelley Kitts – John Goodpaster: Headspace Concentration of Explosive Vapors in Containers Designed for Canine Testing and Training: Theory, Experiment and Canine Trials. *Forensic Science International*, 220. (2012), 1–3. 130–134. Online: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.02.009>
- Macias, Michael S. – Ross J. Harper – Kenneth G. Furton: A Comparison of Real versus Simulated VOCs for Reliable Detector Dog Training Using SPME, GC/MS. *American Biotechnology Laboratory*, 26. (2008), 6. 26–27.
- Marr, Andrew J. – David M. Groves: Ion Mobility Spectrometry of Peroxide Explosives TATP and HMTD. *International Journal for Ion Mobility Spectrometry*, 6. (2003), 2. 59–62.
- Mitja Vahčič – David Anderson – John Seghers – Hanne Leys – Miguel Ruiz Oses – Grzegorz Rarata – Maximino Fernández García – Rosana Prados Román – Daniel Pellico Escudero: A Powdered Simulant of TATP for Safe Testing of X-ray Transmission Screening Equipment. *Molecules*, 25. (2020), 3. 1473. Online: <https://doi.org/10.3390/molecules25061473>
- Moore, Stephanie – William MacCrehan – Michele Schantz: Evaluation of Vapor Profiles of Explosives over Time Using ATASS (Automated Training Aid Simulation using SPME). *Forensic Science International*, 212. (2011), 1–3. 90–95. Online: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.05.019>
- NATO C-IED Kiválósági Központ CIED COE/2016/12 nyilvántartási számú ügyszer
- Oxley, Jimmie – James L. Smith – Jesse Moran – Ken Nelson – William E. Utley: Training Dogs to Detect Triacetone Triperoxide (TATP). In *Proceedings of SPIE 5403, Sensors, and Command, Control, Communications, and Intelligence (C3I) Technologies for Homeland Security and Homeland Defense III*. 2004. szeptember 15. Online: <https://doi.org/10.1117/12.555791>
- Seabury, Edward H. – A. J. Caffrey: *Explosive Detection and Identification by PGNA*. Idaho Falls, Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, 2004. Online: <https://doi.org/10.2172/911002>
- Sheldahl, Kevin: Bomb Dog Training Aid Evaluation. *Leerburg*, (é. n.). Online: <https://leerburg.com/scentlogix.htm>
- Simon, Alison – Lucia Lazarowski – Melissa Singletary – Jason Barrow – Kelly Van Arsdale – Thomas Angle – Paul Waggoner – Kathleen Giles: A Review of the Types of Training Aids Used for Canine Detection Training. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. (2020). 313. Online: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00313>
- Wells, K. – D. A. Bradley: A Review of X-ray Explosives Detection Techniques for Checked Baggage. *Applied Radiation and Isotopes*, 70. (2012), 8. 1729–1746. Online: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2012.01.011>
- Yinon, Jehuda: *Counterterrorist Detection Techniques of Explosives*. Amsterdam, Elsevier, 2007. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52204-7.X5017-2>