

Kemisk analys av kommersiellt tillgängliga pepparsprayer och tårgaser i syfte att identifiera och spåra beslag

LINA MÖRÉN, TOBIAS TENDEL
OCH ANDERS ÖSTIN



Lina Mören, Tobias Tengel och Anders Östin

Kemisk analys av kommersiellt tillgängliga
pepparsprayer och tårgaser i syfte att identifiera och
spåra beslag

Titel	Kemisk analys av kommersiellt tillgängliga pepparsprayer och tårgaser i syfte att identifiera och spåra beslag
Title	Chemical analysis of commercially available riot control agents with the aim to identify and trace seizures
Rapportnr/Report no	FOI-R--5113--SE
Månad/Month	Februari
Utgivningsår/Year	2021
Antal sidor/Pages	38
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsdepartementet
Forskningsområde	CBRN-frågor
FoT-område	Inget FoT-område
Projektnr/Project no	A403820
Godkänd av/Approved by	Åsa Scott
Ansvarig avdelning	CBRN-skydd och säkerhet

Bild/Cover: Tobias Tengel

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Tårgaser och pepparsprayer används främst av polis för att bekämpa kravaller och upplopp. Dessa ämnen klassificeras som icke dödliga vapen och syftar till att ersätta eldhandvapen för att minimera skador så långt det är möjligt vid en insats. De vanligaste produkterna idag är tårgasen 2-klorbensyliden-malonitril (CS) och pepparspray (OC).

Dessa ämnen kan även användas i antagonistiskt syfte och trots att det i Sverige är olagligt att inneha tårgaser och pepparsprayer för privat bruk är det relativt enkelt att beställa dessa produkter från andra länder. Statistik från Tullverket visar på en ökad införsel av tårgaser och pepparsprayer till Sverige och beslagtagna sprayer som inkommer till Nationellt Forensiskt Centrum (NFC) för analys är ofta manipulerade för att dölja dess innehåll och försvåra identifiering.

I syfte att undersöka om beslagtagna sprayer kan kopplas till bl.a. tillverkare har ett referensmaterial med sprayer från olika tillverkare inhandlats och analyserats kemiskt med GC/MS. Multivariata prediktionsmodeller har skapats utifrån referensmaterialet och det kemiska analysdatat, som sedan har använts för att identifiera beslagtagna sprayer. Klassisk identifiering, där data granskas manuellt, har använts som jämförelse. Ett urval av sprayer har även applicerats på olika material i syfte att undersöka om man med dessa metoder klarar att återfinna det specifika mönstret från kontaminerat material efter en längre tid.

Nyckelord: Tårgas, Pepparspray, Identifiering och matchning av beslag

Summary

Riot control agents, such as tear gas and pepper spray, are substances used by the police as a counter for civil disturbances. These agents are classified as non-lethal weapons and aims to only temporarily disable subjects. However, riot control agents can also be misused for criminal purposes.

In Sweden it is illegal to carry riot control agents without a firearm license, though it is relatively easy to acquire these agents from other countries. Statistics from the Swedish Customs show an increased import of riot control agents to Sweden, and seized spray cans, referred by the police to the Swedish National Forensic Centre (NFC), are often manipulated to conceal the content and complicate the identification.

To evaluate if seized sprays can be connected to a specific producer by chemical analysis using GC/MS, a reference material of sprays have been analysed. The reference material have been subjected to multivariate data analysis and the resulting models have been used to classify seizures. Classic identification, comparing GC-chromatograms manually, has also been evaluated. A selection of sprays have also been applied to different surfaces in order to evaluate the possibility to extract important information from swab-samples.

Keywords: Riot control agents, Identification, Seizures

Innehåll

1	Inledning	7
2	Metod och material.....	10
2.1	Referensmaterial	10
2.2	GC/MS-analys	11
2.3	Dataanalys	11
2.4	Provtagning från ytor	11
2.5	Beslag	12
3	Resultat och diskussion	13
3.1	Klassisk identifiering.....	13
3.2	Modellering.....	16
3.2.1	Pepparsprayer	16
3.2.2	Tårgaser	18
3.2.3	Analys av provtagning från ytor	19
3.2.4	Analys av beslag.....	21
4	Slutsatser	23
5	Referenser.....	24
	Bilaga 1 - Inköpta sprayer	25
	Bilaga 2 - Beslag.....	27

1 Inledning

Ett av befintliga verktyg för att bekämpa kravaller och upplopp är tårgas och pepparspray vilka faller inom kategorin icke dödliga vapen. Användningen av dessa vapen syftar till att minimera skador eller dödsfall så långt det är möjligt vid en insats. Ändamålet är att tillfälligt förblinda/oskadliggöra en motståndare för att förhindra en upptrappning av en konflikt som kan resultera i användning av våld, i värsta fall dödligt. De främst använda produkterna idag är tårgasen 2-klorbensyliden-malonitril (CS) och pepparspray (OC). Dessa ämnen är i fast form vid rumstemperatur och sprids som aerosol vid användning med hjälp av granater, spray eller pyroteknisk sats [1].

Militära styrkor är enligt kemvapenkonventionen (CWC) förbjudna att använda dessa ämnen vid krigföring. Ämnena får dock vid vissa tillfällen användas av militär, exempelvis vid test av skyddsmasker. Polismyndigheten har däremot tillstånd att använda dessa ämnen i sin dagliga verksamhet t.ex. för att skingra en folkmassa vid kravallbekämpning. Stater som ratificerat CWC är dock förbundna att deklarerat de aktiva ämnen som används i tårgaser och pepparsprayer till OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons). I Sverige är det olagligt för privatpersoner att använda självförsvarssprayer som innehåller dessa ämnen medan det i flera andra länder är tillåtet för privat bruk. En lista med ämnen som används vid kravallbekämpning har sammanställts av OPCW:s tekniska sekretariat [2], se tabell 1.

Användningen av kemikalier som ett hjälpmedel för att återställa lag och ordning under demonstrationer och upplopp har ökat markant sedan 1950-talet. Till exempel avfyrares över 5 000 behållare tårgas mot demonstranter vid toppmötet i Quebec, Kanada, under april 2001 [3]. Tårgaser och pepparsprayer används också av privatpersoner i antagonistiska syften. I Turin, Italien, avfyrares pepparspray in på ett välbefolkat torg i syfte att skapa kaos för att kunna stjäla värdesaker. Den panik som utbröt på torget resulterade i att över 1 500 personer skadades och en person dog [4]. Under en liknande incident i Carinaldo, Italien, avfyrares pepparspray under en konsert där den medföljande paniken slutade i 50 skadade och sex döda personer [5].

Tårgas och pepparspray är i dagsläget mer aktuella än någonsin på grund av den ökade och ibland direkt felaktiga användningen [6]. I Hong Kong avfyrares tiotusentals patroner tårgas mot demonstranter under 2019. Tårgas användes på platser där det var direkt olämpligt, bl.a. i områden med hög befolkningstäthet och i områden med en stor population äldre invånare [7]. Användningen skedde även där det inte bara var olämpligt utan också otillåtet att nyttja dessa vapen, exempelvis i tunnelbanestationer under mark [8], inne i byggnader och i ett av fallen inne i ett sjukhus. Efter händelsen där George Floyd dödades under ett polisingripande i USA utbröt protester i alla 50 delstater. Även här var användningen av tårgas och pepparspray mot demonstranter olämplig och i strid med de bestämmelser som finns för dessa vapen [6].

Tårgas ska användas som sista utväg och får inte användas mot fredliga demonstrationer. De får inte heller användas mot en folkmassa som är instängd, dvs. människor måste ha möjlighet att fly undan gasen i någon riktning. Det finns flera exempel där reglerna inte följts, t.ex. vid demonstrationen i Philadelphia där en fredlig folkmassa trängdes ihop av polisens insatsstyrkor från två olika håll i en tunnel [9]. När demonstranterna var inträngda vid en slutning bredvid motorvägen och försökte fly över ett stängsel utan att lyckas, avfyrares tårgaspatroner med gevär mot den instängda folkmassan, vilket fångades på film [6, 9].

Trots att det i Sverige som privatperson är olagligt att inneha tårgaser är det relativt enkelt att beställa dessa produkter från andra länder där lagstiftningen kring dessa ämnen ser annorlunda ut. Från och med 2019 är det t.ex. tillåtet att köpa pepparspray i Danmark för personer över 18 år [10]. Statistik från Tullverket visar också på en ökad införsel av pepparsprayer och tårgaser till Sverige. Mellan 2010 och 2019 beslagtogs 39 stycken pepparsprayer och tårgaser medan vid skrivandets stund (oktober 2020) har Tullverket

beslagtagit 251 stycken sprayer. Beslagtagna sprayer som inkommer till Polismyndigheten och Nationellt forensiskt centrum (NFC) för analys är ofta manipulerade, dvs. burkens märkning är bortskrapad för att dölja dess innehåll och försvåra identifiering.

Målsättningen med denna studie var att utveckla en metod för att kunna identifiera en spray utan ursprungsmärkning, inte enbart baserat på vilket aktivt ämne den innehåller, utan främst med hjälp av det kemiska analysmönstret från övriga komponenter. Referensmaterial av kommersiellt tillgängliga pepparsprayer och tårgaser inhandlades från olika europeiska länder och tillverkare samt ett stort antal prover från beslagtagna självförsvarssprayer erhöles från NFC.

För att undersöka om beslagtagna sprayer kunde kopplas till tillverkare och produktnamn genom kemisk analys med GC/MS skapades en klassificeringsmodell utifrån de inköpta sprayerna och dess kemiska analysdata. För identifiering av de beslagtagna proverna applicerades modellen på proverna kemiska analysdata. Som jämförelse användes klassisk identifiering där man manuellt jämför data för identifiering. Alla relevanta ingående komponenter i proverna har inkluderats i ett referensbibliotek för mjukvaran AMDIS¹ [11] vilket kommer att förenkla säker identifiering av dessa ämnen med GC/MS.

Ett urval av sprayer har även applicerats på olika material som ofta återfinns i inomhusmiljö: träparkett, klinkergolv, vinylmatta och ett bomullstyg. Vid en eventuell incident är det inte en garanti, snarare osannolikt, att det finns en kvarlämnad sprayburk att analysera. Metoder för att efter en längre tid återfinna det specifika mönstret från spray och på olika material kommer alltså att vara avgörande för en säker analys.

¹ Automatic Mass Spectral Deconvolution and Identification System

Tabell 1. Lista av föreningar sammanställd av OPCW vilka används vid kravallbekämpning.

Trivialnamn	Kemiskt namn	CAS	Struktur
CN	2-Kloracetofenon	532-27-4	
CS	2-Klorbensylidenmalonitril	2698-41-1	
CR	Dibenso[b,f][1,4]-oxazepin	257-07-8	
MPA	4-Nonanolylmorfolin	5299-64-9	
	2'-Kloracetofenon	2142-68-9	
	3'-Kloracetofenon	99-02-5	
	α -Klorbensyliden-malonitril	18270-61-6	
	cis-4-Acetylamino-dicyclohexylmetan	37794-87-9	
	N,N'-Bis(isopropyl)-etylendiimin	28227-41-0	
	N,N'-Bis(tertbutyl)-etylendiimin	30834-74-3	
Oleoresin capsicum (OC)		8023-77-6	
Capsaicin	8-Metyl-N-vanillyl-trans-6-nonenamid	404-86-4	
Dihydrocapsaicin	8-Metyl-N-vanillylnonamid	19408-84-5	
Pseudocapsaicin (PAVA)	N-(4-Hydroxy-3-metoxibensyl)nonanamid	244-46-4	
Homocapsaicin	N-Vanillyl-9-metyldek-7-(E)-enamid	58493-48-4	
Homodihydrocapsaicin	N-Vanillyl-9-metyldekanamid	20279-06-5	
Nordihydrocapsaicin	N-Vanillyl-7-metyloktanamid	28789-35-7	

2 Metod och material

2.1 Referensmaterial

Självförsvarssprayer beställdes från två olika nätbutiker, totalt 27 sprayer varav 19 var pepparsprayer och 8 var tårgaser, se tabell 2. Pepparsprayerna kom från sex olika tillverkare och tårgaserna från fyra. Namn/tillverkare är kodade i dokumentet där sprayerna benämns med Tillverkare 1-6 och löpnummer på sprayen, tabell 2. Exempelvis innebär beteckningen spray 1:5 att den kommer från Tillverkare nummer 1 och är nummer 5 i listan från den tillverkaren. Sju tårgassprayer innehöll den aktiva substansen CS och en spray innehöll CR. Innan analys skakades burken och 2-5 ml sprayades ner i en 100 ml glasflaska. Från glasflaskan överfördes 300 µl till en GC-vial. De sprayer som var i gelform spädde i aceton, 0,1 g gel/ml aceton, innan 300 µl fördes över till GC-vialer. Detta upprepades tre gånger för varje burk för att få triplikata prover som motsvarade tre individuella sprayningar från burken.

Tabell 2. Lista över de pepparsprayer och tårgaser som analyserats.

Tillverkare	Produktnamn	Typ
1	Spray 1:1	CR
1	Spray 1:2	CS
1	Spray 1:3	CS
1	Spray 1:4	CS
1	Spray 1:5	CS
1	Spray 1:6	CS
1	Spray 1:7	OC
1	Spray 1:8	OC
1	Spray 1:9	OC
1	Spray 1:10	OC
2	Spray 2:1	CS
2	Spray 2:2 ¹	OC
2	Spray 2:3 ¹	OC
2	Spray 2:4	OC
2	Spray 2:5 ²	OC
2	Spray 2:6 ²	OC
3	Spray 3:1	CS
4	Spray 4:1	CS
4	Spray 4:2	OC
4	Spray 4:3	OC
4	Spray 4:4	OC
5	Spray 5:1	OC
5	Spray 5:2	OC
5	Spray 5:3	OC
5	Spray 5:4	OC
5	Spray 5:5	OC
6	Spray 6:1 ³	OC
7	Spray 7:1 ³	OC

¹ Samma produktnamn, olika storlek på burken. ² Samma produktnamn, olika storlek på burken. ³ Sprayer i gelform

2.2 GC/MS-analys

Proverna analyserades med GC/MS i en randomiserad ordning med två lösningsmedelsblankprov mellan varje prov. En kvalitetskontroll (QC) med en alkanserie analyserades innan varje provserie och användes för att kontrollera instrumentets skick samt för att bestämma retentionsindex. Den instrumentering som användes var en Agilent 7890A gaskromatograf kopplad till en Agilent 5975C MSD (Agilent Co., USA). Splitless-injektion användes vid analysen och temperaturen för injektionsporten var satt till 200 °C. Den kolonn som användes för separation var av typen DB-5MS (Agilent J&W Scientific, USA) med dimensionerna 30 m x 0,25 mm och en filmtjocklek på 0,25 µm. Temperaturprogrammet för GC var enligt följande: 40 °C (1 min), 10 °C/min upp till 300 °C (5 min). Massfragment mellan 29-550 *m/z* samlades in.

2.3 Dataanalys

Det finns olika angreppssätt att jämföra en okänd spray mot ett referensmaterial. Ett sätt är att man visuellt jämför GC-kromatogrammet för den okända sprayen mot referensmaterialets kromatogram, det som här kallas för klassisk identifiering. Inför den klassiska identifieringen analyserades alla kromatogram i mjukvaran AMDIS i kombination med NIST17 för att identifiera ingående komponenter i varje spray. Ingående komponenter i inköpta sprayer och beslag presenteras i bilaga 1 och 2. En Excel-databas byggdes upp där man kan sortera data med avseende på t.ex. aktivt ämne, lösningsmedel, och övriga ämnen, för att sedan visuellt jämföra beslag och inköpta sprayer som liknar varandra kemiskt för att matcha den beslagtagna sprayen mot känd produkt.

Ett annat sätt är att man använder sig av multivariata prediktionsmodeller baserat på referensmaterialet för att klassificera en okänd spray. Kromatografiska data analyserades i AMDIS där alkanserien användes för retentionsindexkalibrering och ett bibliotek som innehöll masspektrometriska data för alla kromatografiska toppar från alla prover. Topparna identifierades med NIST 17 Mass Spectral Library 2.3. De kromatografiska topparna integrerades, processades med biblioteket, normaliserades mot totalarea, log-transformerades och UV-skalades inför multivariatanalysen med SIMCA 15.0 (Sartorius Stedim Biotech Göttingen, Tyskland). De kommersiella sprayerna delades upp i klasser baserat på den aktiva substansen, tillsatser, tillverkare och produktnamn. Information om den aktiva substansen och tillsatser gjordes via manuell genomgång av kromatogrammen. OPLS/DA användes sedan för att undersöka förekomsten av systematisk variation mellan tillverkare och produktnamn.

2.4 Provtagning från ytor

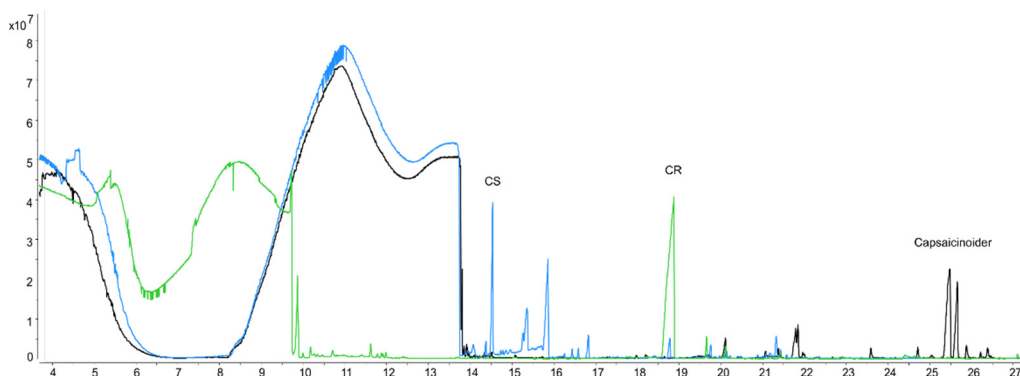
För att undersöka möjligheten att extrahera tillräckligt mycket prov vid provtagning av en yta från en plats där pepparspray/tårgas använts applicerades tre pepparsprayer och två tårgaser på fyra olika material som kan återfinnas i en inomhusmiljö. Dessa ytor var träparkett, klinkergolv, vinylmatta och ett bomullstyg. De tre pepparsprayerna var spray 1:10, spray 2:4 och spray 2:6. Tårgaserna var en med CS (spray 1:3) och en med CR (spray 1:1). 100 µl spray tillsattes till 2 cm x 3 cm av bomullstyget placerad i en 7 ml vial och 10 cm x 10 cm av de olika golvmaterialen. Detta upprepades nio gånger för varje spray och material, och ytorna provtogs sedan i triplikat efter sex timmar, tre dagar respektive sex dagar. Tre sprayer på fyra ytor provtogs alltså tre gånger vid tre olika tidpunkter. En bomullspinne som doppats i acetonitril användes för att svabba ytan. Bomullspinnen placerades sedan i en 2 ml vial med 1 ml acetonitril. Till tyget tillsattes 3 ml acetonitril för att täcka hela tygbiten. Vialerna placerades i ultraljudsbad i 10 min innan acetonitrilen fördes över till nya vialer och dunstades ner till 200 µl under kvävgas. Proverna analyserades och processades på samma sätt som de inköpta sprayerna och data användes som prediktionsset i modellerna.

2.5 Beslag

Beslagtagna sprayer, totalt 131 stycken, med misstänkt olagligt innehåll erhöles från NFC. Dessa levererades i 300 µl GC-vialer med information om färg på sprayen, storlek på burk, eventuell tillverkare och märke om detta gick att urskilja. Beslagen analyserades med GC/MS på samma sätt som tidigare beskrivits och processades med biblioteket byggt på kända sprayer. Data från beslagen användes sedan som prediktionsset i modellerna för att möjliggöra eventuell klassificering för att få kunskap/guidning om beslagens innehåll och ursprung. Vissa beslagtagna sprayer hade en intakt sprayburk där tillverkare och märke kunde urskiljas. Dessa har använts för att validera modellerna.

3 Resultat och diskussion

Den aktiva substansen i en spray kan urskiljas vid analys av GC/MS-kromatogrammet. Figur 1 visar kromatogram från en pepparspray, en CS-spray och en CR-spray, där den aktiva substansen är tydligt detekterbar. Huvudkomponenterna i sprayerna är dock lösningsmedel, vilka kan ses som de största topparna i kromatogrammen i figur 1.



Figur 1. Kromatogram från spray med CS (blå linje), med CR (grön linje) och pepparspray (svart linje), där den aktiva substansen i varje spray tydligt kan ses.

3.1 Klassisk identifiering

För att klassiskt identifiera beslagen med hjälp av referensmaterialet jämfördes överensstämmelse mellan kromatogram med följande parametrar: Det aktiva ämnet, tillsatser (lösningsmedel) och övriga ämnen, t.ex. nedbrytningsprodukter eller om växtextrakt från chilifrukt påträffades eller ej (främst fettsyror).

Det aktiva ämnet i sprayerna identifierades enkelt. Sprayer innehållande samma aktiva ämne men av olika fabrikat särskilde sig främst genom vilket lösningsmedel som använts. Pepparsprayer som framställts genom extraktion av chilifrukt, kommer att innehålla komponenter från växtextraktet, främst fettsyror. Antalet och halterna av växtextraktkomponenterna varierade mellan de olika produkterna, vilket eventuellt beror av vilken typ av chilifrukt som använts och/eller vilka uppeningsprocesser extraktet genomgått. Nedbrytningsprodukter anträffades inte i några relevanta mängder. Pepparsprayer som var syntetiskt framställda (med pseudocapsaicin som aktivt ämne) innehöll i vissa fall även andra capsaicinoider (OC) och fettsyror medan vissa endast innehöll pseudocapsaicin. I ett fåtal av pepparsprayerna identifierades rester av CS och i vissa av CS-sprayerna identifierades rester av OC, vilket tyder på att det skett en kontaminering mellan sprayer vid tillverkningen. CS-sprayerna innehöll också andra ämnen än enbart det aktiva ämnet, då främst 2-klorbensaldehyd och 2-klorbensylmalononitril. Dessa ämnen identifierades dock i nästan alla analyserade CS-sprayer och var inte unika för någon specifik tillverkare.

Genom att i databasen sortera på lösningsmedel och aktivt ämne kunde man få en bild av vilken slags spray ett beslag kunde kopplas till. Nitton olika lösningsmedelsklasser identifierades, se tabell 3. De inköpta sprayerna innehöll dock enbart sju olika lösningsmedelsklasser så att identifiera tillverkare/fabrikat i alla beslag utifrån dessa data var inte möjligt.

Tabell 3. Lösningsmedel i beslagtagna och inköpta sprayer.

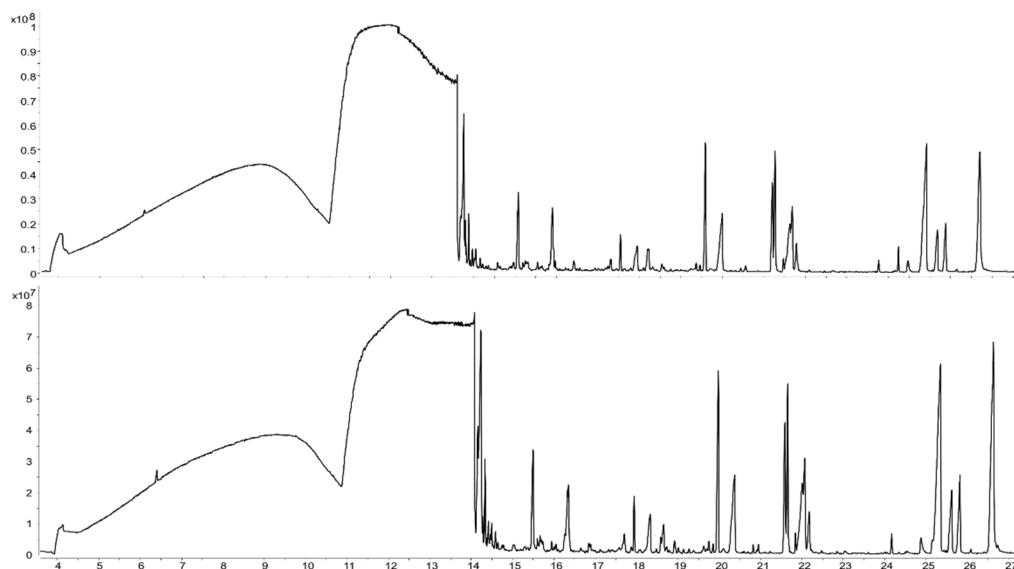
Lösningsmedel	Antal sprayer
1-metoxi-2-propanol	1
2,2-dietoxypropan	1
2,2-dimetoxypopropan	18
Butyldiglykol*	6
Dipropylenglykol	4
Etanol	5
Etanol, isopropanol, glycerol*	1
Etanol, propylenglykol	1
Etylenglykol	2
Isopropanol *	22
Isopropanol, DMSO	1
Isopropanol, etylenglykol	2
Isopropanol, propylenglykol*	14
Isopropanol, dipropylenglykol*	26
Metanol	2
Polyetylenglykol	3
Propylenglykol*	21
Propylenglykol, butyldiglykol	7
Tetrakloretylen*	1

*Lösningsmedelsklasser i inköpta sprayer.

En del av de beslagtagna sprayerna hade kvar märkning på burken. Dessa kunde därför användas för att identifiera beslag med liknande kromatografiskt utseende. Av de 131 beslagtagna sprayerna hade 41 burkar märkning kvar vilket möjliggjorde identifiering/delvis identifiering av dessa. Två sprayer med pseudocapsaicin som aktivt ämne hade propylenglykol och butyldiglykol som lösningsmedel, beslag 7 och 19 i tabell 4. Då beslag 7 identifierades utifrån märkningen identifierades beslag 19 som samma typ då kromatogrammen var i stort sett identiska, se figur 2.

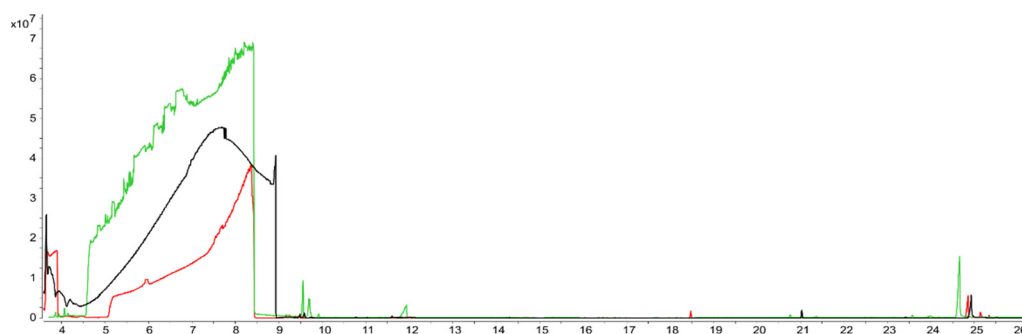
Tabell 4. Utdrag från sorterade data av beslagtagna sprayer, kända produkter i kursiv stil.

Spray	Aktivt ämne	Produkt	Lösningsmedel	Övrigt	Växtextrakt
Beslag 7	Pseudocapsaicin	<i>Identifierbar märkning</i>	Propylenglykol, butyldiglykol	OC	Fettsyror
Beslag 19	Pseudocapsaicin		Propylenglykol, butyldiglykol	OC	Fettsyror
Beslag 50	Pseudocapsaicin		Propylenglykol	OC	-
Beslag 76	Pseudocapsaicin	<i>Samma märkning som 7:1</i>	Propylenglykol	-	-
Spray 7:1	Pseudocapsaicin		Propylenglykol	-	-



Figur 2. Exempel på matchade beslag. GC/MS-kromatogram av beslag 7 (övre) och beslag 19 (undre).

Tre av sprayerna med pseudocapsaicin som aktivt ämne och propylenglykol som lösningsmedel fanns i databasen, beslag 50 och 76 samt inköpt spray 7:1. Den inköpta sprayen och beslag 76 hade samma identifierbara märkning. Då beslag 50 matchar kromatogrammen för de två identifierade sprayerna, figur 3, klassificerades den som samma spray. Detta förfarande användes för att identifiera så många beslag som möjligt, för en fullständig tabell, se bilaga 2.



Figur 3. Exempel på matchade beslag. GC/MS-kromatogram av beslag 50 (röd), beslag 76 (svart) med samma märkning som inköpt spray 7:1, och inköpt spray 7:1 (grön). Proverna är analyserade vid olika tillfällen och skift i retentionstid korrigeras med hjälp av retentionsindexkalibrering.

Av de 131 beslagtagna sprayerna identifierades 46 stycken som pepparsprayer varav 11 av dem var syntetiskt tillverkade dvs. innehöll en större mängd pseudocapsaicin. Sprayer innehållande CS var 28 stycken. 41 av sprayerna var lagliga sprayer, varav 10 innehållande mentol. Endast en av de 131 sprayerna innehöll CR som aktiv substans. Det fanns även ett fåtal blandningar bland beslagen, en spray innehållande CN och CR samt tre innehållande OC och CS. Förutom i två fall stämde klassisk identifiering överens med resultat från prediktionsmodellering, se nedan. Beslag 88 och 130 identifierades manuellt som laglig självförsvarsspray men klassificerades som CS i modellerna pga rester av CS i sprayerna.

Av de 90 beslagtagna sprayerna som var avidentifierade genom bortskrapad/övermålad etikett identifierades ungefär hälften (44 stycken) till ett produktnamn, bilaga 2.

Vissa av sprayerna var inte möjliga att koppla till en produkt då dessa inte fanns med i referensmaterialet t.ex. sprayer med blandningen CN+CS, medan vissa beslag matchade väldigt bra mot kända sprayer, exempelvis beslag 19, figur 2. Flera av de inköpta pepparsprayerna och tågaserna hade samma kombination tillsatta lösningsmedel och gav även liknade mönster av toppar i GC-kromatogrammen vilket ledde till att beslag med

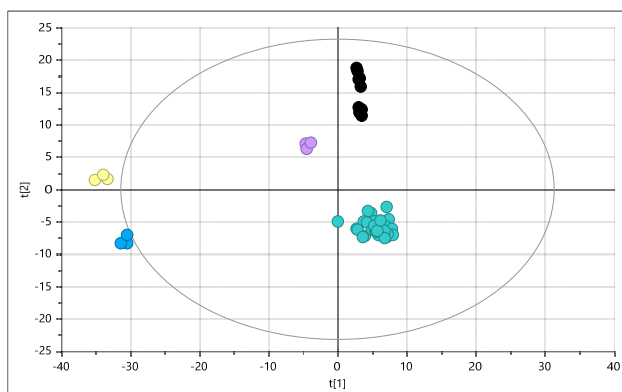
likande profil matchades lika bra mot flera olika produktnamn och inget entydigt svar kunde ges. Det gick dock i flera fall att matcha beslagen mot varandra (t.ex. beslag 5 och 8) även om det inte alltid var möjligt att identifiera dem med hjälp av referensmaterialet.

3.2 Modellering

Då aktivt ämne med lätthet identifierades redan vid analys av GC/MS-kromatogrammen delades data upp utefter aktiv substans innan klassificering med prediktionsmodellerna. Det finns endast ett fåtal sprayer att köpa som har CR och CN som aktiva substanser, vilket gjorde att ytterligare klassificering av dessa inte var möjlig.

3.2.1 Pepparsprayer

Den största skillnaden mellan olika pepparsprayer var vilket lösningsmedel som tillsatts, se figur 4. Dessa ämnen identifierades och pepparsprayerna delades in i grupper baserat på lösningsmedel, se tabell 5. Samtliga sprayer som analyserats från Tillverkare 1 hade samma lösningsmedel oberoende av produktnamn, detsamma gällde för Tillverkare 5. Tillverkare 2 och Tillverkare 4 hade däremot olika lösningsmedel beroende på produkt.



Figur 4. Den största skillnaden mellan olika pepparsprayer berodde på vilket lösningsmedel som tillsatts. De olika lösningsmedelsklasserna visas som cirklar i figuren där gröna cirklar representerar klass 1, svarta klass 2, lila klass 3, blå klass 4 och gula klass 5.

Tabell 5. Klassindelning av pepparsprayer baserat på lösningsmedel.

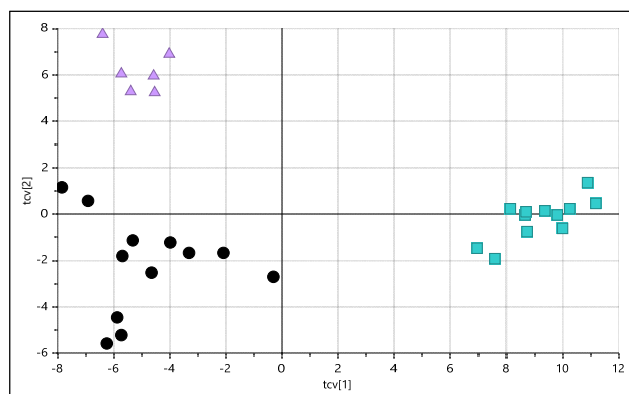
Lösningsmedel	Tillverkare/Produktnamn	Klass #
Isopropanol och dipropylenglykol	1, 2 ^a , 4 [*]	1
Isopropanol och propylenglykol	5 [‡]	2
Butyldiglykol	Spray 2:4	3
Etanol, isopropanol och glycerol	Spray 4:2	4
Tetrakloretylen	Spray 5:2	5

^a Alla sprayer från Tillverkare 2 med undantag av en. ^{*} Alla sprayer från Tillverkare 4 med undantag av en.

[‡] Alla sprayer från Tillverkare 5 med undantag av en.

Tillverkare av pepparspray

De sprayer som ingick i lösningsmedelsklass 1 (isopropanol och dipropylenglykol) kom från tre olika tillverkare. För att undersöka om det fanns skillnader mellan dessa tillverkare analyserades data med OPLS-DA. Modellen inkluderade fyra sprayer från Tillverkare 1 fyra sprayer från Tillverkare 2 och två sprayer från Tillverkare 4 och baserades på 454 ämnen efter att de som endast fanns i två prov eller färre exkluderats. Resultatet visar på en fullständig separation mellan de tre tillverkarna (figur 5).

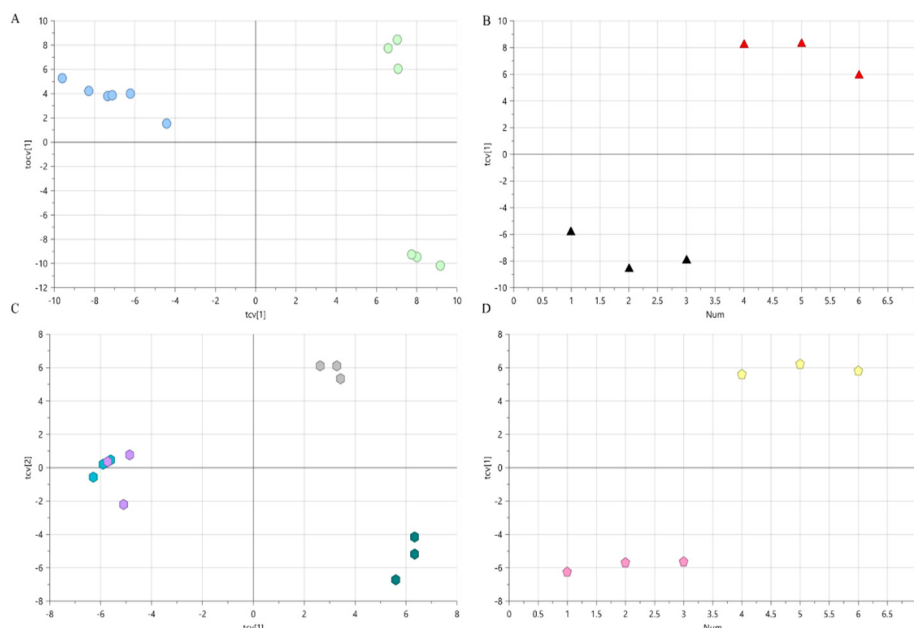


Figur 5. Korsvaliderad scoreplot som visar på total separation mellan de tre tillverkarna av pepparsprayer med lösningsmedelsklass 1, Tillverkare 1 (gröna fyrkanter), Tillverkare 2 (svarta cirklar) och Tillverkare 4 (lila trianglar).

Produkter

För att se skillnader mellan produktnamnen från samma tillverkare gjordes nya modeller med produktnamn som förbestämd klassindelning. De två olika produktnamnen från Tillverkare 2 kunde särskiljas baserat på deras unika kemiska profil, se figur 6 A. Det var också en tydlig skillnad mellan två individuella burkar med samma produktnamn, spray 2:2 och 2:3. Dessa två hade olika batchnummer, vilket tyder på att det kan vara skillnader mellan olika batcher av samma produkt. Produktnamnen från Tillverkare 4 skilde sig även från varandra, se figur 6 B. Redan på burkarna kunde man läsa sig till att ena produktnamnet innehöll 12 % OC medan den andra innehöll 8 % OC och en relativ skillnad i halten OC kunde bekräftas vid analys, men det var även andra komponenter som skilde dessa två produktnamn åt vilket gjorde att de uppvisade varsin unik kemisk profil. Det gick inte att se några skillnader mellan de olika produktnamnen från Tillverkare 1, vilket tyder på att det är samma innehåll i alla deras pepparsprayer oavsett namnet på burken. De fyra sprayerna med lösningsmedelsmedelsklass 2, alla från Tillverkare 5, modellerades på produktnamn. Tre tydliga grupper kunde urskiljas, där två av produktnamnen, spray 5:4 och 5:5, bildade en grupp medan de två övriga separerades från varandra, se figur 6 C. Dock kan man inte dra några slutsatser om det är produktnamnen som skiljer sig åt eller om det beror på att de är olika batcher, då spray 5:4 och 5:5 har samma batchnummer medan spray 5:1 och 5:3 har individuella batchnummer.

Bland pepparsprayerna fanns två gel-sprayer från två olika tillverkare. Dessa skilde inte bara ut sig från de övriga sprayerna utan det fanns även skillnader mellan de två produktnamnen, se figur 6 D. Bland annat hade ena produktnamnet högre innehåll av capsaicin och dihydrocapsaicin än det andra produktnamnet, som innehöll en högre halt av pseudocapsaicin och vanillin. En summering över modellerna kan ses i tabell 6.



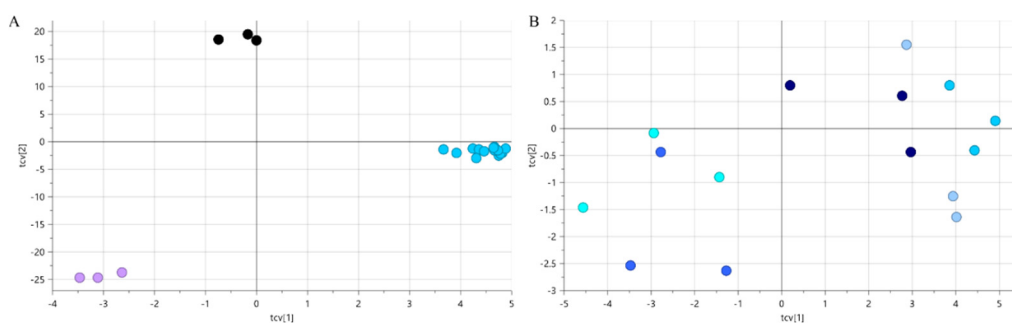
Figur 6. A) Tillverkare 2. Spray 2:2 och 2:3 (gröna cirklar) Spray 2:5 och 2:6 (blå cirklar). B) Tillverkare 4. Spray 4:4 (röda trianglar) Spray 4:3 (svarta trianglar). C) Tillverkare 5. Spray 5:3 (grå hexagoner), spray 5:1 Jet (gröna hexagoner), spray 5:5 (lila hexagoner), spray 5:4 (blå hexagoner). D) Spray 7:1 (gula pentagoner) och spray 6:1 (rosa pentagoner).

Tabell 6. Summering över pepparspraymodellerna.

Modell baserat på	Innehåll	Komponenter	R2X _(cum)	R2Y _(cum)	Q2 _(cum)
Lösningsmedelsklass	1, 2 ^a , 4 ^a	4+0+0	0,48	0,98	0,97
Tillverkare	5 ^{te}	2+2+0	0,40	0,99	0,76
	Produkter från Tillverkare 2	1+2+0	0,48	0,99	0,97
Produktnamn	Produkter från Tillverkare 4	1+0+0	0,27	0,98	0,98
	Geler	1+0+0	0,63	0,99	0,99

3.2.2 Tårgaser

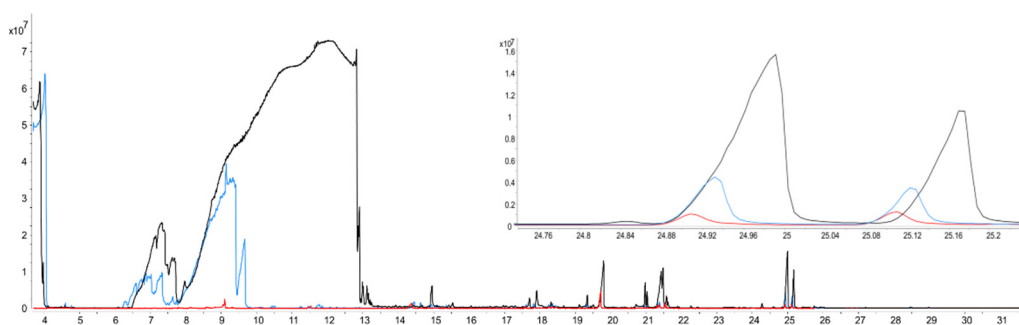
De åtta burkarna tårgas med CS som aktiv substans kom från fyra olika tillverkare. Sprayen från Tillverkare 3 (spray 3:1) visade sig vara svår att analysera och endast ett av de tre replikaten genererade data från den kemiska analysen. Då detta var den enda sprayen från tillverkaren exkluderades den från vidare analys. För att utreda skillnaderna mellan de tre återstående tillverkarna undersöktes data med OPLS/DA. Figur 7 A visar total separation mellan tillverkarna och alla tillverkare hade ämnen som var unika. De fem CS-sprayerna från Tillverkare 1 hade olika produktnamn, vilket tydde på att det var olika typer av sprayer. Dessa modellerades med OPLS/DA med produktnamn som förbestämda klasser, se figur 7 B. Det gick inte att separera alla fem produktnamnen från varandra. Däremot kunde man se två tydliga grupper med spray 1:3 och 1:5 i en grupp och spray 1:2, 1:4 och 1:6 i en annan grupp. Det var inte möjligt att hitta systematiska skillnader mellan sprayerna inom grupperna, vilket till viss del tyder på att sprayer från Tillverkare 1 innehåller samma ämnen trots olika produktnamn. Anledningen till att vi ändå såg två grupperingar berodde på att i gruppen med spray 1:2, 1:4 och 1:6 hittades spår av capsaicin, pseudocapsaicin och fettsyror som inte detekterades i den andra gruppen. Dessa ämnen skulle kunna vara kontaminerings från tillverkning av pepparspray snarare än medvetna tillsatser i just dessa produkter. Detta är dock enbart spekulationer. Om korskontaminering av ämnen vid tillverkning gör att olika batcher av samma spray får olika profil försvårar detta matchningen mot ett specifikt produktnamn, men det skulle kunna komma till användning vid matchning av beslag.



Figur 7. Korsvaliderade OPLS/DA-plottar som visar A) skillnad mellan de tre olika tillverkarna av CS-spray, där blå cirklar är sprayer från Tillverkare 1, svarta cirklar från Tillverkare 2 och lila cirklar från Tillverkare 4 B) skillnad mellan olika produktnamn från Tillverkare 1 där den ena gruppen innehåller spray 1:3 och 1:5 och den andra gruppen spray 1:2, 1:4 och 1:6.

3.2.3 Analys av provtagning från ytor

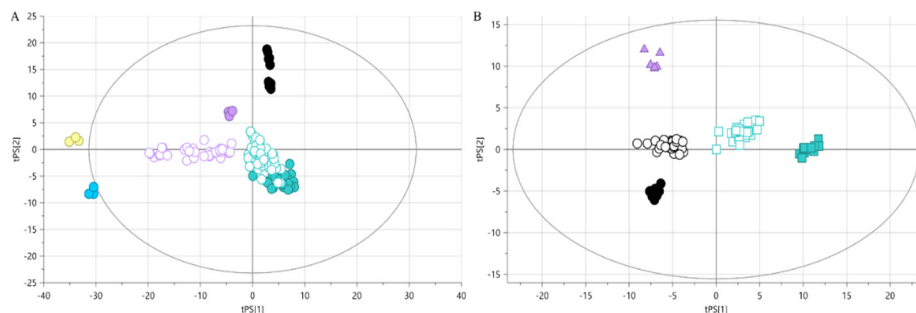
Tre pepparsprayer (spray 1:10, 2:4 och 2:6), en tårgas med CS (spray 1:3) och en tårgas med CR (spray 1:1) applicerades på fyra olika ytor som sedan provtogs i triplikat efter sex timmar, tre dagar och sex dagar. I samtliga prover från alla ytor kunde det aktiva ämnet detekteras, dock med en avtagande koncentration beroende av tid, se figur 8. CR-koncentrationen minskade mer över tid än CS och capsaicin. Anledningen till den avtagande koncentrationen är inte utredd men skulle kunna bero på att ämnet absorberas av materialet, avdunstar alternativt bryts ner.



Figur 8. Kromatogram från analys av spray 1:10 efter sex timmar (svart linje), tre dagar (blå linje) och sex dagar (röd linje), där avtagande intensitet av ämnen kan ses över tid. Capsaicinoiderna och lösningsmedlet detekteras fortfarande efter sex dagar, dock med betydligt lägre koncentration än vid de tidigare tidpunkterna.

Pepparspray

Svabbprover med den aktiva substansen capsaicin klassificerades först för att bestämma lösningsmedelsklass, där två av sprayerna klassificerades att tillhöra lösningsmedelsklass 1 och en av sprayerna klassificerades att tillhöra lösningsmedelsklass 3, se figur 9 A. Prover från alla tidpunkter och ytor klassificerades korrekt till lösningsmedelsklass 1 baserat på prediktionsvärde. Dock kan man i figur 9 A se att vissa prover ligger längre ifrån den korrekta klassen än andra, dessa är spray 1:10, där prov tagits från klinker, trä och plastmatta efter sex dagar. Klassificeringen av spray 2:4 var något svårare där tygproverna från alla tidpunkter felklassificerades att tillhöra lösningsmedelsklass 5. Enbart de prover som tillhörde lösningsmedelsklass 1 gick vidare och i modellen för tillverkare klassificerades hälften av proverna att komma från Tillverkare 2 och den andra hälften från Tillverkare 1, se figur 9 B. Då det inte var möjligt att ytterligare klassificera prover från Tillverkare 1 med avseende på produktnamn gick enbart de prover som klassificerats att komma från Tillverkare 2 vidare, där 75 % av proverna (alla ytor och tidpunkter) klassificerades att tillhöra rätt produktnamn, se tabell 7.



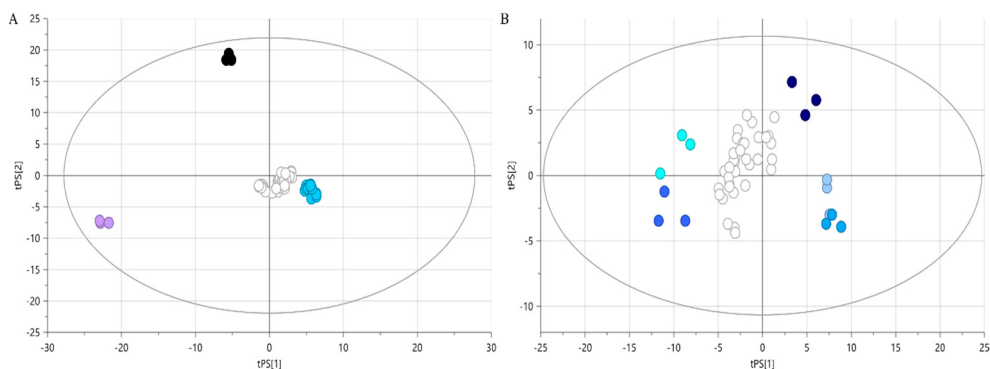
Figur 9. Prediktionsplottar av OPLS/DA-modellerna baserat på: A) lösningssmedelklass där lösningssmedelklass 1 representeras av gröna cirklar, klass 2 av svarta cirklar, klass 3 av lila cirklar, klass 4 av blå cirklar och klass 5 av gula cirklar. De predikterade svabb-proverna representeras av vita cirklar. B) Tillverkare av pepparspray där Tillverkare 1 representeras av gröna fyrkanter, Tillverkare 2 av svarta cirklar och Tillverkare 4 av lila trianglar. Predikterade prover från Tillverkare 1 visas som vita fyrkanter och predikterade prov från Tillverkare 2 som vita cirklar.

Tabell 7. Lista över prediktionsresultaten där svabbprov av spray 2:6 klassificerats med produktnamnsmodellen från Tillverkare 2.

Yta	Tid till provtagning	Korrekt klassificering
Klinker	6 timmar	2/3
	3 dagar	2/3
	6 dagar	1/3
Plastmatta	6 timmar	2/3
	3 dagar	3/3
	6 dagar	3/3
Trägolv	6 timmar	3/3
	3 dagar	2/3
	6 dagar	2/3
Tyg	6 timmar	3/3
	3 dagar	2/3
	6 dagar	2/3

CS-spray

Svabbproverna med CS klassificerades med avseende på tillverkare, där samtliga prov korrekt klassificerades att komma från Tillverkare 1 (figur 10 A). I produktnamnsmodellen klassificerades 89 % av proverna att tillhöra gruppen med spray 1:3 och 1:5, se figur 10 B. De felklassificerade proverna klassificerades till att tillhöra spray 1:2 och var främst prover tagna dag sex från trä och klinker.



Figur 10. Prediktionsplottar av OPLS/DA-modellerna baserat på A) Tillverkare där blå cirklar är sprayer från Tillverkare 1, svarta cirklar från Tillverkare 2 och lila cirklar från Tillverkare 4 och B) produktnamn där ena gruppen innehåller spray 1:3 och 1:5 och den andra gruppen spray 1:2, 1:4 och 1:6. Predikterade svabbprover visas som vita cirklar.

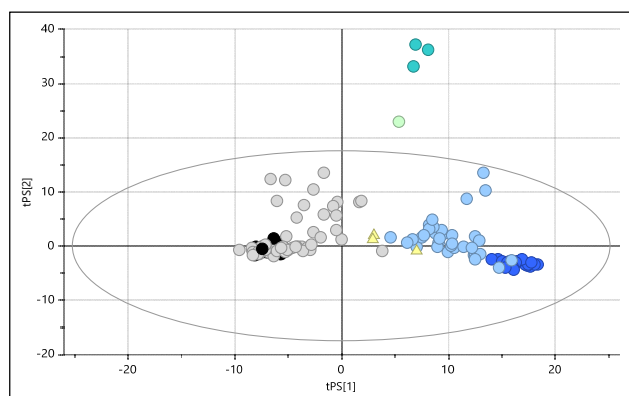
Generellt för svabbprovtagningen fanns ingen signifikant skillnad i prediktionsresultat beroende av yta eller vid vilken tid efter applicering provet togs. Detta tyder på att det finns information, utöver det aktiva ämnet, att hämta från svabbprovtagning av misstänkt pepparspray eller tårgas från flertalet olika ytor upp till sex dagar efter en incident. För pepparspray var det möjligt att klassificera en spray till korrekt produktnamn, medan det för CS-sprayen med säkerhet gick klassificera tillverkare. Att inte alla sprayer kunde klassificeras till ett produktnamn berodde till viss del på att produktnamnen från Tillverkare 1 i princip gav identisk kemisk profil oberoende av vad som stod på burken. Att många av klasserna baseras på en enda spray är ett problem för båda typerna av sprayer. För att få bättre modeller och säkrare prediktioner skulle ett mycket större underlag med ungefär lika många sprayer i varje grupp behövas.

3.2.4 Analys av beslag

I syfte att undersöka om modellerna baserade på inköpta sprayer kunde hjälpa till vid identifiering av beslag där etiketten på burken skrapats bort, predikterades data från beslagen. Först identifierades det aktiva ämnet med kemisk analys inklusive referensbiblioteket och klassificerades i en modell baserat på aktivt ämne, se figur 11. Av de 131 beslagen identifierades 39 som lagliga sprayer som innehöll mentol och/eller färgämne. Dessa exkluderades från ytterligare analys. Merparten av beslagen - 58 stycken - var pepparsprayer, 33 stycken innehöll CS och en spray innehöll CR.

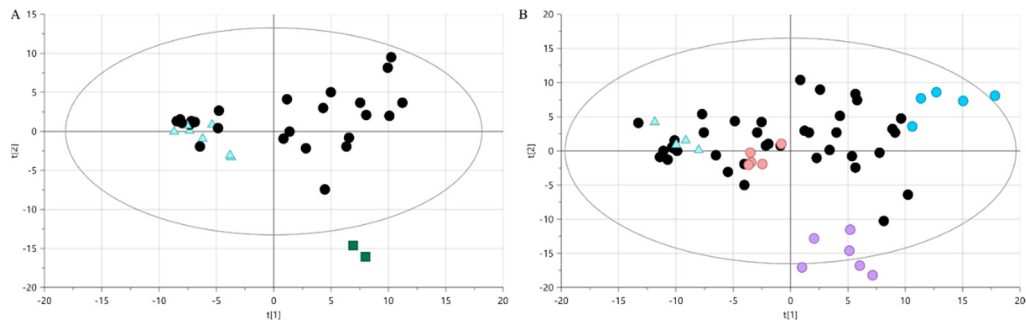
Modellen klarar att korrekt klassificera aktivt ämne bortsett från fyra prov. Tre av de felklassificerade, de som visas som gula trianglar i figur 11, innehåller till största delen capsaicinoider men har även spår av CS samt nedbrytningsprodukter av CS och klassificerades förmodligen pga. dessa ämnen felaktigt som CS. De beslag som innehöll capsaicinoider klassificerades sedan i modellen baserat på lösningsmedelsklass, därefter i tillämpliga modeller baserade på tillverkare och produktnamn. En lista över de föreslagna identiteterna återfinns i bilaga 2. Likadant gjordes för de beslag som innehöll CS, först klassificerades de baserat på tillverkare och de beslag som klassificerades att komma från Tillverkare 1 klassificerades baserat på produktnamn. De flesta beslagen hade bortskrapad eller övermålad etikett, vilket gör det omöjligt att veta om prediktionerna för dessa är korrekta, men klassificeringen kan ändå vara en indikation på vilken typ av spray det är.

Vissa av beslagen hade intakta burkar där produktnamnet gick att urskilja. Några av beslagen med intakta produktnamn visade sig vara produkter som vi inte kunnat inhandla, alltså finns dessa inte representerade i modellerna och vi kan då inte förvänta oss att modellen ska kunna klassificera dem. Det fanns även beslag där märkningen gick att urskilja som var produkter som representerades av modellen vilket gjorde att dessa kunde användas för att validera modellen. Beslag nr 76 hade samma märkning som spray 7:1 och beslag nr 42 hade samma märkning som spray 5:1. Både dessa beslag klassificerades korrekt. Det är dock uppenbart att det finns många fler produkter på marknaden än vad vi har modellerat och för att kunna göra säkrare prediktioner krävs ett mycket större underlag.



Figur 11. OPLS/DA-prediktionsplott baserat på aktivt ämne där CR representeras av gröna cirklar, CS av blå cirklar och pepparspray av svarta cirklar. Det predikterade CR-beslaget visas i ljusgrönt, de predikterade CS-beslagen i ljusblått och de predikterade pepparsprayerna i ljusgrått. De tre gula trianglarna är beslag med både capsaicinoider och CS-relaterade ämnen.

Modelleras data från beslagen separat, kan man få en indikation på om några av beslagen är samma produkt. CS-sprayer och pepparsprayer modellerades var för sig med PCA. Bland CS-beslagen fanns många burkar med märkningen kvar. Flera av dessa hade liknande märkning, dessa är markerade som blå trianglar i figur 12 A. Övriga beslag som ligger nära dessa i PCA-plotten har liknande innehåll som dessa sprayer och kan då vara av samma märke eller komma från samma tillverkare. De två gröna fyrkanterna i figur 12A skulle också kunna vara samma produkt. En av dem var en mörkgrön burk med märkningen kvar och den andra en mörkgrön burk med namnet bortskrapat. Figur 12B visar en PCA över pepparspraybeslagen där man kan se grupperingar baserat på tidigare predikterad lösningsmedelsklass. Även bland pepparsprayerna fanns burkar med intakt märkning. De blå trianglarna är burkar med en viss märkning och de röda cirkarna är burkar med en annan märkning. Övriga beslag som ligger nära dessa i PCA-plotten kan då vara av samma märke eller komma från samma tillverkare.



Figur 12. PCA-plottar över A) CS-beslagen och B) pepparsprays-beslagen.

4 Slutsatser

Syftet med detta arbete har varit att utveckla metoder för att identifiera självförsvarssprayer utan ursprungsmärkning baserat på aktivt ämne och det kemiska analysmönstret från övriga komponenter. Två angreppssätt undersöktes för att påvisa systematisk variation i referensmaterialet och identifiera okända sprayer. Båda angreppssätten har visat att det finns ämnen i tångaser och pepparsprayer som är specifika för en viss tillverkare och, i somliga fall, ett särskilt produktnamn. Dessa ämnen kan användas för att koppla en okänd spray till en viss tillverkare eller till att matcha olika beslag med varandra. En okänd spray kan identifieras på det klassiska sättet genom att jämföra GC-kromatogrammet mot det från kända sprayer. Detta förfarande kan ge en mycket bra identifiering på relativt kort tid, beroende på datamängd. Har man ett större antal okända sprayer och målet är att snabbt bilda sig en uppfattning om dessa sprayer liknar de referenser man har är modellering ett bättre alternativ. Både det klassiska och det modellbaserade sättet att identifiera en okänd spray brister i att variationen på beslagen är mycket större än vad som täcks in av de inköpta sprayerna och skulle gynnas av ett större referensmaterial.

De beslagtagna sprayerna innefattade pepparsprayer, tångaser, lagliga sprayer samt blandningar av tångas och pepparspray. Av de 131 beslagtagna sprayerna var 90 avidentifierade genom bortskrapad övermålade etikett. Av dessa kunde 44 sprayer identifierats till en produkt genom klassisk identifiering och 39 olika sprayer genom modellering. De olika metoderna kompletterar varandra då data inte överlappar, dvs. en spray som matchats mot produkt i klassisk identifiering har inte alltid samma matchning med modellen och tvärtom. Resultaten visar även att man efter en incident kan ta prover från exempelvis möbler, gardiner eller kläder för att få information om vilket typ av spray som använts upp till sex dagar efter incidenten.

5 Referenser

1. Crowley, M., *Chemical Control: Regulation of Incapacitating Chemical Agent Weapons, Riot Control Agents and their Means of Delivery*. 2016: Palgrave Macmillian.
2. OPCW, *Note By The Technical Secretariat, Declaration Of Riot Control Agents: Advice From The Scientific Advisory Board*. 2014.
3. Weir, E., *The health impact of crowd-control agents*. Canadian Medical Association Journal, 2001. **164**(13): p. 1889-1890.
4. *Eight arrested for sparking deadly Turin football stampede*. The Local, 2018.
5. D'Emilio, F. *Italian police probing deadly stampede find pepper spray can*. 2018 [cited 2019 15th Mars]; . Apnews, 2018.
6. *Tear Gas: An Investigation – Amnesty International*. 2020; Available from: <https://teargas.amnesty.org/>.
7. Chan, E.Y.Y., et al., *Use of tear gas for crowd control in Hong Kong*. The Lancet, 2019. **394**(10208): p. 1517-1518.
8. Parry, J., *Hong Kong doctors decry “excessive and abusive” use of tear gas by police during protests*. BMJ, 2019. **366**: p. 15136.
9. *How the Philadelphia Police Tear-Gassed Trapped Protesters*. 2020 20200625; Available from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/admin/100000007209446.embedded.html>.
10. Lindstam, M., *Pepparspray tillåts i Danmark – men polisen är kritisk*, in *SVT Nyheter* 2018.
11. Davies, A.N., *The new Automated Mass Spectrometry Deconvolution and Identification System (AMDIS)*. 1998.

Bilaga 1 - Inköpta sprayer

Spray nr	Aktivt ämne	Färg	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)
S01	CR	Gul	Isopropanol, propylenglykol	10,11-Dihydrodibenso[b,f][1,4]oxazepin	-
S02	CS	Brun	Isopropanol, dipropylenglykol	o-Klorbensylmalononitril, 3-(2-klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S03	CS	Orange	Isopropanol, dipropylenglykol	Pseudocapsaicin, 3-(2-klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S04	CS	Brun	Isopropanol, dipropylenglykol	3-(2-Klorofenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitrile	-
S05	CS	Ofärgad	I Isopropanol	2-Klorbensaldehyd, 3-(2-klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S06	CS	Orange	Isopropanol, dipropylenglykol	Pseudocapsaicin, 3-(2-klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S07	CS	Brun	Isopropanol, dipropylenglykol	3-(2-Klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S08	CS	Orange	-	1-Metyletylidenpropandinitril, 2-klorbensaldehyd	-
S09	CS	Orange	Isopropanol, dipropylenglykol	Pseudocapsaicin, 3-(2-klorfenyl)-oxiran-2,2-dikarbonitril	-
S10	Pseudocapsaicin	Rosa	Isopropanol, propylenglykol	OC	-
S11	OC	Röd	Tetrakloretylen	-	Fettsyror
S12	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror (låga)
S13	Pseudocapsaicin	Rosa	Isopropanol, propylenglykol	OC	-
S14	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror (låga)

Spray nr	Aktivt ämne	Färg	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)
S15	OC	Röd	Etanol, isopropanol, glycerol	-	Fettsyror
S16	OC	Brun	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror
S17	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror
S18	Pseudocapsaicin	Ofärgad	Isopropanol, propylenglykol	OC	-
S19	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror
S20	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror
S21	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror (låga)
S22	OC	Röd	Butyldiglykol	-	Fettsyror (låga)
S23	Pseudocapsaicin	Ofärgad	Isopropanol, propylenglykol	OC	-
S24	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror
S25	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror (låga)
S26	OC	Röd	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror (låga)
S27	OC	Ofärgad	Propylenglykol	-	Fettsyror (låga)
S28	Pseudocapsaicin	Rosa	Propylenglykol	-	-

Bilaga 2 - Beslag

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
1	Svart sprayanordning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror	.	
2	Svart burk, gul tryckknapp	Gul	OC	Polyetylenglykol	-	Fettsyror	.	Spray 2:6
3	Svart burk	Röd	-	-	-	-	.	
4	Svart sprayanordning	Gul	CS+OC	Butyldiglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror	.	Spray 1:2
5	Svart sprayanordning	Orange	OC	Propylenglykol, butyldiglykol	-	Fettsyror	.	
6	Svart sprayanordning	Orange	OC	Dipropylenglykol	-	Fettsyror	Samma som 43	Spray 2:2
7	Identifierbar märkning	Orange	Pseudocapsaicin	Propylenglykol, butyldiglykol	OC	Fettsyror	Identifierbar märkning	
8	Svart sprayanordning	Orange	OC	Propylenglykol, butyldiglykol	-	Fettsyror	-	
9	Svart sprayanordning	Röd	-	-	-	-	-	
10	Identifierbar märkning	Rosa	CS	-	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd, 2-klorbensylidenacetone	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	
11	Avskrapad etikett	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror	-	Spray 2:2

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
12	Vit burk, svart munstycke	Orange	OC	Polyetylenglykol	-	Fettsyror	-	
13	Svart sprayanordning	Orange	OC	2,2-Dietoxypropan		Fettsyror	-	
14	Identifierbar märkning	Gul	CS	2,2-Dimetoxypropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd, 2-klorbensylidenacetone	-	Identifierbar märkning	
15	Svart burk, gul tryckknapp	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
16	Identifierbar märkning	Rosa	CS	2,2-Dimetoxypropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Identifierbar märkning	
17	Avskrapad etikett	Brun	CS	-	2-Klorbensylmalononitril, 2-Klorbensaldehyd	-	Spray 4:1	
18	Svart sprayanordning	Gul	OC	Propylenglykol, butyldiglykol		Fettsyror	-	Spray 2:2
19	Avskrapad etikett	Orange	Pseudocapsaicin	Propylenglykol, butyldiglykol	OC	Fettsyror	Samma som beslag 7	
20	Svart burk med gul ventil	Gul	CS	-	2-Klorbensylmalononitril, 2-Klorbensaldehyd, malononitrile	-	Spray 4:1	Spray 4:1
21	Svart sprayanordning	Lila	-	-	-	-	-	
22	Identifierbar märkning	Rosa	Pseudocapsaicin	2,2-Dimetoxypropan		-	Identifierbar märkning	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettysror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
23	Svart sprayanordning	Rosa	OC	Isopropanol, propylenglykol		Fettysror (låga)	-	
24	Svart sprayanordning	Rosa	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	-	-	-	
25	Silvrig spray med Identifierbar märkning	Gul	OC	1-Metoxi-2-propanol	Dimetylester av hexansyra, estrar av butansyra	Fettysror	Identifierbar märkning	
26	Grön sparayanordning med viss märkning	Ofärgad	CS	Isopropanol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Samma som beslag 28	Samma som beslag 28
27	Svart sprayanordning	Rosa	Pseudocapsaicin	Isopropanol, propylenglykol	OC	-	-	
28	Identifierbar märkning	Ofärgad	CS	Isopropanol	1-Methylethyliden-propandinitril, 2-klorbensaldehyd	-	Identifierbar märkning	
29	Svart burk med silverdetaljer	Gul	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettysror	Liknar beslag 58	Liknar beslag 10,14, 16, 58
30	Blå burk med silverdetaljer	Gul	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettysror	Liknar beslag 58	Liknar beslag 10,14, 16, 58
31	Röd burk med silverdetaljer	Gul	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettysror	Liknar beslag 58	Liknar beslag 10,14, 16, 58
32	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	Isopropyl myristat	Fettysror (låga)	Samma som beslag 115	
33	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	Limonen, isopropyl myristat, Isopropyl palmitat	-	Samma som beslag 115	
34	Svart sprayanordning	Ofärgad	Mentol	-	-	-	Samma som beslag 39	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
35	Svart sprayanordning	Gul	-	Isopropanol	Limonen, isopropyl myristat, Isopropyl palmitat	-	-	
36	Svart sprayanordning	Brun	OC	Etylenglykol	-	Fettsyror (låga)	-	Spray 5:4, Spray 5:5
37	Svart sprayanordning	Röd (skum)	-	-	Isopropyl myristat, isopropyl palmitat	Fettsyror	Samma som beslag 60	
38	Identifierbar märkning	Brun	CS	2,2-dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	
39	Identifierbar märkning	Rosa	Mentol	-	-	-	Identifierbar märkning	
40	Identifierbar märkning	Gul	Pseudocapsaicin	Metanol	-	-	Identifierbar märkning	Spray 5:3
41	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	Isopropylmyristat, isopropylpalmitat	-	Samma som beslag 115	
42	Svart sprayanordning, med viss märkning	Gul	OC, Allylisotiocyanat	2,2-Dimetoxipropan	-	Fettsyror	-	Spray 5:1
43	Identifierbar märkning	Orange	OC	Dipropylenglykol		Fettsyror	Identifierbar märkning	Spray 2:2
44	Rosa sprayanordning	Röd	CS		2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror	-	Liknar beslag 10, 14, 16, 58
45	Identifierbar märkning	Ofärgad	Mentol	Etanol	2-Klorbensaldehyd	-	Identifierbar märkning	
46	Identifierbar märkning	Ofärgad	CS + CN	-	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Identifierbar märkning	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
47	Svart sprayanordning	Gul	OC	Isopropanol, propylenglykol		Fettsyror	-	Spray 5:1
48	Svart sprayanordning	Brun	OC	Dipropylenglykol		Fettsyror	Samma som beslag 43	Spray 2:5
49	Svart sprayanordning	Röd (skum)	-	-	-	-	Samma som beslag 60	
50	Svart sprayanordning	Rosa	Pseudocapsaicin	Propylenglykol	OC	-	Spray 7:1	Spray 5:1
51	Svart sprayanordning	Gul	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Spray 1:3	
52	Identifierbar märkning	Brun	CS	2,2-dimetoxypropan	2-Klorbensylalkohol, 2-klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	
53	Svart sprayanordning	Lila	-	-	-	-	-	
54	Identifierbar märkning	Brun	OC	2,2-Dimetoxypropan	CS rester, nedbrytningsprodukter	Fettsyror	Identifierbar märkning	
55	Identifierbar märkning "	Brun	CS + OC	Etylenglykol		Fettsyror	Identifierbar märkning	
56	-	Ofärgad	-	Isopropanol	2,3-Dimetyl-2,3-butandiol	-	-	
57	-	Lila	-	Isopropanol	2,3-Dimetyl-2,3-butandiol	-	Samma som beslag 115	
58	Identifierbar märkning	Brun	CS	2,2-Dimetoxypropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror	Identifierbar märkning	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
59	-	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
60	Identifierbar märkning	Röd (skum)	-	-	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
61	Identifierbar märkning	Rosa	-	Isopropanol	-	-	Identifierbar märkning	
62	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
63	Svart sprayanordning	Gul	OC	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror	Spray 2:3/Spray 4:2	Spray 2:2
64	Identifierbar märkning	Brun	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensaldehyd, Isopropyl myristate	-	Identifierbar märkning	Liknar beslag 10, 14, 16, 58
65	Svart/silvrig sprayanordning	Röd	-	-	2-Klorbensaldehyd	-	-	
66	Identifierbar märkning	Gul	CR	Isopropanol, propylenglykol	-	-	Identifierbar märkning	
67	Svart sprayanordning	Ofärgad	Pseudocapsaicin	Isopropanol, propylenglykol	OC	-	Spray 5:3, Spray 5:4	Spray 5:3, Spray 5:4
68	Identifierbar märkning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	
69	Identifierbar märkning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	
70	Identifierbar märkning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettysror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
71	Identifierbar märkning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettysror (låga)	Identifierbar märkning	
72	Identifierbar märkning	Orange	OC	Propylenglykol	-	Fettysror	Identifierbar märkning	
73	Svart sprayanordning märkt Märkt "Pfefferspray"	Orange	OC	Isopropanol	-	Fettysror	-	
74	Mörkgrön sprayanordning	Gul	OC	Metanol	-	Fettysror	-	Spray 5:1
75	Svart sprayanordning	Röd	Pseudocapsaicin	Butyldiglykol	OC	-	-	
76	Identifierbar märkning	Röd	Pseudocapsaicin	Propylenglykol	-	-	Identifierbar märkning	Spray 7:1
77	Identifierbar märkning	Brun	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Identifierbar märkning	Liknar beslag 10,14, 16, 58
78	Identifierbar märkning	Rosa	Mentol	Etanol	-	-	Identifierbar märkning	
79	Svart sprayanordning	Brun	OC	Isopropanol, propylenglykol	-	Fettysror (låga)	-	
80	Mörkgrön sprayanordning	Gul	OC	2,2-Dimetoxipropan	Toluen	Fettysror	Liknar beslag 54	
81	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
82	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
83	Grön sprayanordning	Ofärgad	CS	Isopropanol	Propandinitril, 1-metyletyliden-propandinitril, 2-klorbensaldehyd	-	Samma som beslag 28	
84	Svart sprayanordning med gul tryckknapp	Orange	OC	Etanol	-	Fettsyror	Spray 1:7	Spray 5:1
85	Svart sprayanordning med gul tryckknapp	Lila	CS	Isopropanol	2-Klorbensaldehyd	-	-	Spray 1:2
86	Rosa sprayanordning	Orange	OC	Propylenglykol, butyldiglykol	-	Fettsyror	-	
87	Svart sprayanordning	Orange	CS+OC	Propylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror	-	Liknar beslag 10, 14, 16, 58
88	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
89	-	Blå	Mentol	Propylenglykol	-	-	-	
90	-	Blå	-	-	-	-	-	
91	Identifierbar märkning	Orange	OC	Butyldiglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
92	Svart sprayanordning	Ofärgad	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Spray 1:3	Spray 1:2
93	Identifierbar märkning	Orange	OC	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
94	Identifierbar märkning	Orange	OC	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
95	Vit sprayanordning	Röd	Mentol	Etanol	-	-	Samma som beslag 78	
96	Identifierbar märkning	Ofärgad	Mentol	Etanol	-	-	Identifierbar märkning	
97	Viss information från märkning	Lila	Mentol	Etanol, propylenglykol	-	-	-	
98	Identifierbar märkning	Orange	OC	Isopropanol, etylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
99	Identifierbar märkning "	Orange	OC	Isopropanol, dipropylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
100	Svart sprayanordning	Röd (skum)	-	-	-	-	Samma som beslag 60	
101	Svart sprayanordning, gul ventil	Röd	Pseudocapsaicin+CS	Isopropanol, etylenglykol	-	-	-	Spray 5:3
102	Identifierbar märkning	Orange	OC	Polyetylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
103	Svart sprayanordning	Orange	OC	Propylenglykol, Butyldiglykol	-	Fettsyror	-	
104	Svart sprayanordning	Orange	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Spray 1:3	
105	Identifierbar märkning	Gul	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	Spray 5:4, Spray 5:5

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
106	Hjärtformad sprayanordning	Orange	OC	Isopropanol, propylenglykol	-	Fettsyror	-	
107	Identifierbar märkning	Orange	Pseudocapsaicin	Allyl Isotiocyanat	-	Fettsyror	Identifierbar märkning	
108	Svart sprayanordning	Röd (skum)	-	-	-	-	Samma som beslag 60	
109	Grön sprayanordning	Gul	OC	2,2-Dimetoxipropan	-	Fettsyror (låga)	Liknar beslag 54	Spray 5:1
110	Metallisk burk med svart ventil	Brun	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril	-	Spray 1:3	
111	Identifierbar märkning	Blå	Mentol	Propylenglykol	-	-	Identifierbar märkning	
112	Svart sprayanordning	Gul	OC	Propylenglykol	-	Fettsyror	Spray 4:2	Spray 4:4
113	Identifierbar märkning "	Gul	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd, låga halter pseudocapsaicin	Fettsyror (låga)	Identifierbar märkning	Spray 1:2
114	Metallisk sprayanordning	Röd	Mentol	-	-	-	Samma som beslag 39	
115	Identifierbar märkning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Identifierbar märkning	
116	Svart sprayanordning	Orange	CS	2,2-Dimetoxipropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror (låga)	Samma som beslag 77	Spray 1:2,

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
117	Röd sprayanordning	Orange	CS	2,2-Dimetoxypropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror (låga)	Samma som beslag 77	Liknar beslag 10, 14, 16, 58
118	Blå sprayanordning	Orange	CS	2,2-Dimetoxypropan	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	Fettsyror (låga)	Samma som beslag 77	Liknar beslag 10, 14, 16, 58
119	Svart sprayanordning, formen av en pistol	Ofärgad	-	-	-	-	-	
120	Svart sprayanordning	Ofärgad	-	Isopropanol	-	-	-	
121	Svart sprayanordning	Gul	OC	Butyldiglykol	-	Fettsyror (låga)	Spray 2:4	Spray 5:1
122	Svart sprayanordning	Orange	OC	Isopropanol, propylenglykol	-	Fettsyror	-	
123	Svart sprayanordning	Gul	-	-	-	-	-	
124	Svart sprayanordning	Gul	-	-	-	-	-	
125	Svart sprayanordning	Brun	OC	Butyldiglykol	-	Fettsyror	Spray 2:4	
126	Svart sprayanordning	Ofärgad	CS	Isopropanol, dipropylenglykol	2-Klorbensylmalononitril, 2-klorbensaldehyd	-	Spray 1:3	
127	Svart sprayanordning	Röd (skum)	-	-	-	-	Samma som beslag 60	
128	Svart sprayanordning	Orange	OC	Isopropanol, propylenglykol	-	Fettsyror	-	

Beslag nr.	Info om burk	Färg	Aktivt ämne	Lösningsmedel	Övriga ämnen	Växtextrakt (fettsyror)	Identifiering (manuell)	Identifiering (modell)
129	Grönmålad sprayanordning	Gul	OC	2,2-Dimetoxypropan	Toluen	Fettsyror	Liknar beslag 54	Spray 5:1
130	Svart sprayanordning	Lila	-	Isopropanol	-	-	Samma som beslag 115	
131	Svartmålad sprayanordning	Ofärgad	Pseudocapsaicin	Isopropanol, DMSO	-	-	-	Spray 5:3

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se