

УДК 623.45:94(100)''1939/1945'':94(100)''1945/...''

DOI: 10.22141/2224-0586.4.83.2017.107431

Арустамян О.М., Ткачишин В.С., Алексійчук О.Ю.  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

## Досвід використання бойових отруйних речовин у повоєнні періоди та роки Другої світової війни

**Резюме.** Надходження в арсенали озброєнь фосфорорганічних отруйних речовин (ОР) нервово-паралітичної дії знаменувало апогей розвитку хімічної зброї. У 1939 р. було отримано зарин, а наприкінці 1944 р. — зоман, що належали до нового класу смертельних ОР нервово-паралітичної дії й у багато разів перевершували за своєю токсичністю ОР часів Першої світової війни. Промислове виробництво зарину почалося в 1952 р. В середині 1961 р. у США почали виробляти малолетючу стійку фосфорорганічну ОР під шифром VX, особливо небезпечну при потраплянні навіть невеликих кількостей її на шкіру. За роки Другої світової війни в США на 17 технологічних установках було вироблено 135 тис. т різних ОР, з яких більше половини припадало на іприт. Останнім було споряджено близько 5 млн снарядів і 1 млн хімічних авіаційних бомб. Результатом робіт у галузі ОР, що впливають на центральну нервову систему людини, стало детальне дослідження до 1962 р. 3-хіну-клідинілового ефіру бензилової кислоти, що має шифр BZ. Вона перебувала на озброєнні американської армії і в експериментальному варіанті застосовувалася у В'єтнамі. У післявоєнні роки в армії США на зміну старих речовин подразнюючої дії були прийняті нові речовини — CS і CR, що стали результатом спільних англо-американських досліджень. За подразнюючою дією речовина CS значно перевершує іританти часів Першої світової війни. У 1993 р. було прийнято Міжнародну конвенцію про заборону хімічної зброї, що набрала чинності 29 квітня 1997 р.

**Ключові слова:** Друга світова війна; отруйні речовини; зарин; зоман; іприт; фосфорорганічні сполуки; CS; CR; BZ; LSD; VX

Хлор, фосген, іприт можна називати основними отруйними речовинами (ОР) Першої світової війни. Фосфорорганічні ОР по праву можна називати хімічною зброєю Другої світової війни. І справа не стільки в тому, що відкриття і розробка їх припали на роки цієї війни і перші повоєнні роки. Свої вражаючі властивості ОР нервово-паралітичної дії найбільш повною мірою могли проявити саме в роки Другої світової війни. Для їхнього ефективного застосування в наявності були вразливі місця — насичені живою силою та відкрито розташовані позиції військ. У ті роки на ділянках прориву фронту на кожному квадратному кілометрі зосереджувалось декілька тисяч осіб, які до того ж не мали повноцінних засобів протихімічного захисту. Для застосування хімічних снарядів і авіабомб були необхідні бойові угруповання артилерії й авіації [2, 4].

У Німеччині відразу після приходу до влади фашистів за розпорядженням Гітлера відновилися ро-

боти в галузі військової хімії. Починаючи з 1934 р. відповідно до плану верховного командування сухопутних військ ці роботи набули цілеспрямованого наступального характеру, що відповідало агресивній політиці гітлерівського уряду [7].

Перш за все на новостворених або модернізованих підприємствах почалося виробництво відомих ОР, що показали найбільшу бойову ефективність в роки Першої світової війни, з розрахунку створення їх запасу на 5 місяців хімічної війни. Верховне командування фашистської армії вважало достатнім мати для цього приблизно 27 тис. т ОР типу іприту і тактичних рецептур на його основі: фосгену, адмаситу, дифенілхлорарсину та хлорацетофенону. Одночасно велися інтенсивні пошукові роботи в сфері нових ОР серед різних класів хімічних сполук. Ці роботи в галузі ОР шкірно-навивної дії ознаменувалися отриманням у 1935–1936 рр. азотистих іпритів (N-lost) і кисневого іприту (O-lost) [11].

У головній науково-дослідній лабораторії концерну «І.Г. Фарбеніндустрі» (м. Леверкузен) була виявлена висока токсичність деяких фтор- і фосфор-умісних сполук, які були згодом взяті на озброєння армії.

У 1936 р. був синтезований табун, який з травня 1943 р. вироблявся в промисловому масштабі; в 1939 р. отримано більш токсичний порівняно з табуном зарин, а наприкінці 1944 р. — зоман. Ці речовини ознаменували собою появу в армії фашистської Німеччини нового класу смертельних ОР нервово-паралітичної дії, що у багато разів перевершували за своєю токсичністю ОР часів Першої світової війни [15].

У 1940 р. в м. Обербайєрні (Баварія) розпочав виробництво великий завод з виготовлення іприту й іпритних рецептур, що належить концерну «І.Г. Фарбеніндустрі». Його виробнича потужність сягала 40 тис. т ОР на рік.

Всього до початку Другої світової війни і в перші її роки в Німеччині було побудовано не менше 20 нових технологічних установок з виробництва ОР, які, крім названих центрів, розмішувалися в Людвігсхафені, Хюльсі, Вольфені, Юрдінгені, Аммендорфі, Фалькенхагені, Зельці та інших місцях. Річна потужність з виробництва різних ОР перевищувала 100 тис. т [2, 6].

Розробка та вивчення бойових ОР у 20–40-х роках минулого століття активно продовжувалася і в інших країнах світу.

США в 1921 р. на переговорах у Вашингтоні схвалили заклик до заборони хімічних речовин, проте в тому ж році почали розширення свого центру військово-хімічних досліджень — Еджвудського арсеналу (штат Меріленд), створеного в 1917 р. Вони розширили випробувальний полігон у Лейк-Херсті, створили при арсеналі школу підготовки кадрів для хімічної служби [1].

У 1929 р. був утворений військово-хімічний центр в Італії, і за допомогою німецького хімічного концерну «І.Г. Фарбеніндустрі» була відпрацьована технологія виробництва ряду ОР. Італійська армія однією з перших після Німеччини підготувалася до хімічної війни. У ніч на 4 жовтня 1935 р. Італія напала на Абіссінію (нині — Ефіопія). Майже всі бойові дії італійських частин підтримувалися хімічним нападом за допомогою авіації та артилерії. Використовувалися також виливні авіаційні прилади, що розсіюють рідкі ОР. В Ефіопію було направлено 415 т ОР шкірно-наривної дії (іприт) і 263 т задушливих речовин [3]. У період з грудня 1935 р. по квітень 1936 р. італійська авіація здійснила 19 великомасштабних хімічних нальотів на міста і населені пункти Абіссинії, витративши при цьому 15 тис. авіаційних хімічних бомб. Із загальних втрат абіссинської армії в 750 тис. чоловік приблизно третя частина припала на втрати від хімічної зброї. Постраждала також велика кількість мирного населення. Отруєння іпритом викликало місцеві запально-некротичні зміни шкіри та слизових оболонок, однак поряд із місцевою дією спостерігалася виражена резорбтив-

на дія, що часто призводило до летального отруєння у постраждалих [9].

У 1923 р. почалося вивчення ОР в Японії, а до початку 30-х рр. було організовано виробництво найбільш ефективних ОР в арсеналах Тадонуїмі та Сагане. Японська армія використовувала ОР, зокрема, під час війни з Китаєм в 1937–1943 рр. Приблизно 25 % комплекту артилерійських і 30 % авіаційних боеприпасів японської армії були в хімічному спорядженні. У деяких боях до 10 % втрат китайських військ доводилося на втрати від ОР. У Другій світовій війні іприт був застосований японцями у Китаї [8].

Іприт застосовувався як зброя масового ураження в ірано-іракській війні (80-ті рр.). Ірак проти Ірану застосував іприт у суміші із синільною кислотою, що різко підсилило бойові властивості цієї ОР. В арсеналах хімічної зброї зберігаються похідні іприту — це кисневий іприт, азотистий іприт, перенесений іприт, які за своєю токсичністю перевищують сірчастий [12].

Американські військові перед Другою світовою війною основним способом ведення хімічної війни вважали авіаційні нальоти, оскільки це дозволяло раптово і масовано застосовувати хімічну зброю як по військах супротивника на полі бою, так і в його глибоких тилах. Збільшені у зв'язку з цією доктриною потреби міністерства оборони в хімічних боеприпасах не могли бути задоволені навіть реконструйованим і розширеним Еджвудським арсеналом, персоналом якого становив 8800 осіб. У 1942 р. були створені три нових державних арсенали: Хантсвілл (штат Алабама), Пайн-Блафф (штат Арканзас) і Денвер (штат Колорадо). У тому ж році почав будуватися і через два роки став до ладу випробувальний полігон Дагудей (штат Юта) площею 400 тис. га, що знаходиться в пустелі біля Великого Солоного озера в 128 км від м. Солт-Лейк-Сіті. Згідно з американськими даними, за роки Другої світової війни в США на 17 технологічних установках було вироблено 135 тис. т різних ОР, з яких більше половини припало на іприт. Останнім було споряджено близько 5 млн снарядів і 1 млн хімічних авіаційних бомб [10].

Спочатку іприт передбачалося використовувати проти ворожих десантів на морському узбережжі. У період перелому в ході війни на користь союзників склалися серйозні побоювання, що Німеччина зважиться на застосування хімічної зброї. Це стало підставою для рішення американського військового командування про поставку іпритних боеприпасів до військ на Європейському континенті. Планом передбачалося створення запасів хімічного озброєння для сухопутних військ на 4 міс. бойових дій і для військово-повітряних сил — на 8 міс. [13].

Транспортування морем не обійшлося без пригод. Так, 2 грудня 1943 р. німецька авіація бомбардувала судна, що знаходилися в італійському порту Барі в Адріатичному морі. Серед них виявився й американський транспортер «Джон Харвей» із вантажем хімічних бомб з іпритом. Після пошкодження транспорту частина ОР змішалася з розлитим маслом, і іприт поширився по поверхні води в гавані [3, 5].

Моряки зі складу команди транспорту та із інших пошкоджених суден намагалися уплав дістатися до берега. При цьому ніхто з них не знав, що зазнає дії ОР, хоча багато згодом згадували, що відчували запах гірчиці або часнику. Про зараження стало відомо лише через 14 годин, коли дізналися про характер вантажу на американському транспорті, а у тих, хто врятувався, з'явилися характерні ознаки ураження іпритом. У цілому 83 людини загинули і 534 отримали серйозні ураження. Це чи не єдиний випадок масового ураження людей ОР у Другій світовій війні [14].

В останні місяці війни в Еджвуді й армійській аеромедичній лабораторії Форт-Рукер (штат Алабама) розгорнулися пошуки й випробування природних і синтетичних речовин, що впливають на центральну нервову систему і викликають у людини в незначних дозах психічні чи фізичні розлади [3].

У тісній співпраці зі США здійснювалися роботи в галузі хімічної зброї у Великобританії. Так, в Кембріджському університеті дослідницькою групою Б. Сондерса в 1941 р. була синтезована ОР нервово-паралітичної дії — діізопропілфторфосфат (DFP, PF-3). Незабаром у Саттон Оук поблизу Манчестера почала функціонувати технологічна установка з виробництва цієї ОР [10, 14].

Основним науковим центром Великобританії став Портон-Даун (Солсбері, графство Уїлтшир), заснований ще в 1916 р. як військово-хімічна дослідна станція. Виробництво ОР здійснювалося також на хімічному заводі в Ненск'юке (графство Корнуелл). Згідно з оцінкою Стокгольмського міжнародного дослідницького інституту проблем миру (SIPRI), до кінця війни у Великобританії зберігалися запаси близько 35 тис. т ОР [7].

Після Другої світової війни роботи в США в галузі хімічних засобів масового знищення не тільки не зупинилися, але тривали і все більше прискорювали темпи. Створене в 1962 р. командування військ матеріально-технічного забезпечення очолило керівництво всіма дослідними і виробничими військово-хімічними центрами армії: арсеналами в Еджвуді, Денвері, Пайн-Блаффі, Форт-Детрами, державним заводом у Ньюпорті (штат Індіана) і полігоном Дагуй. Інвестиційна вартість названих центрів після їх модернізації і розширення становила майже 1 млрд доларів. У них працюють і досі до 4000 офіцерів і солдатів та близько 10 тис. цивільних фахівців. Крім армії, свої програми розробки і виробництва хімічної зброї виконують військово-повітряні та військово-морські сили США. Вони мають свої науково-дослідні центри, де конструється і випробовується техніка для перенесення ОР до мети повітрям (лабораторії на базі Еглін (штат Флорида), поблизу міст Чайна Лейк і Окленд (штат Каліфорнія), в районі м. Вашингтон (федеральний округ Колумбія), а також у Далгрени (штат Вірджинія) [8, 10, 13].

У перші повоєнні роки найбільша увага приділялася фосфорорганічним ОР нервово-паралітичної дії типу зарину і зоману, що набагато перевищували за токсичністю всі відомі раніше речовини.

Промислове виробництво зарину почалося в 1952 р. У середині 1961 р. у США почали виробляти малолетючу стійку фосфорорганічну ОР під шифром VX, особливо небезпечну при потраплянні навіть невеликих кількостей її на шкіру [5].

Розпочате в роки Другої світової війни вивчення природних отрут і токсинів призвело до появи так званої токсинної зброї — різновиду хімічної зброї, заснованої на використанні уражуючих властивостей ОР білкової будови, продукованих мікроорганізмами, деякими видами тварин і рослин. Під час досліджень були виділені й охарактеризовані різні типи ботулінічного токсину, стафілококового ентєротоксину, а також рицин [4].

Результатом робіт у галузі природних і синтетичних речовин, що впливають на центральну нервову систему людини, стало детальне дослідження до 1962 р. 3-хінуклідинілового ефіру бензилової кислоти, що має шифр ВZ. Вона перебувала на озброєнні американської армії і в експериментальному варіанті застосовувалася у В'єтнамі. Інтотоксикація людей речовиною ВZ у вигляді диму характеризується вираженим пригніченням психіки і дезорієнтацією у просторі й часі, галюцинаторним синдромом. Стан отруєння зберігається до 4–5 діб, а залишкові психічні розлади можуть зберігатися до 2–3 тижнів. Досі є сумніви, наскільки передбачувана поведінка супротивника після впливу речовин психохімічної дії і чи не буде противник битися більш агресивно. Можливо, тому речовину ВZ було знято з озброєння армії США, а в інших арміях до її взяття на озброєння справа не дійшла [11, 13].

Також у 50-ті рр. у Великобританії, США та Чехословаччині проводилися експериментальні випробування дії LSD на військовослужбовцях з метою визначити вплив цієї речовини на здатність військових виконувати бойові завдання. Ефект LSD вельми нагадував ефекти алкогольного сп'яніння, галюцинаторний синдром і розлади психіки [8].

У післявоєнні роки в армії США на зміну старих речовин подразнюючої дії були взяті нові речовини — CS і CR. Обидві речовини стали результатом спільних англо-американських досліджень. Відомі факти застосування хімічної зброї армією США проти КНДР (1951–1952) і В'єтнаму (60-ті роки). За подразнюючою дією речовина CS значно перевершує іританти часів Першої світової війни — адасит (DM) і хлорацетофенон (CN). Вона широко використовується і досі поліцією і в цивільних засобах самооборони. У разі отруєння великими дозами або при тривалому впливі можливий опік дихальних шляхів. Потрапляння в очі здатне призвести до тяжкого опіку рогівки з частковою або повною втратою зору [1, 2].

За час бойових дій в Індокитаї південно-в'єтнамськими та американськими військами було застосовано 6800 т однієї тільки речовини CS, що в 10 разів більш ефективна порівняно з CR. Вона була прийнята на озброєння армії і поліції Великобританії і США. При підвищених концентраціях її дим викликає значні подразнення органів дихання і органа зору, а також має виражену місцево-подразнюючу

дію на слизові оболонки і шкірні покриви. Американські фахівці практично випробували понад 30 бойових систем перенесення цієї подразнюючої речовини. Запаси ОР в армії США оцінюються в даний час приблизно в 38 тис. т, з яких майже половину становлять ОР нервово-паралітичної дії [3, 7].

У Німеччині після закінчення Другої світової війни на колишній території Третього рейху всіма міжнародними документами заборонено займатися дослідженнями і розробками в галузі синтезу ОР, їх виробництва і військового застосування. Проте в обхід усіх угод у ФРН тривали роботи з удосконалення хімічної зброї — в рамках Північно-Атлантичного договору (НАТО) під егідою США. Цьому сприяли як наявність у ФРН достатнього числа кваліфікованих кадрів, так і розвинена хімічна промисловість, що має досвід виробництва високотоксичних сполук [15].

З меморандуму МЗС Німецької Демократичної Республіки в ООН (1969) випливало, що у ФРН на хімічних заводах компаній «Берінгер» в Інгельгаймі і Карлсруе, «Кноль АГ» в Людвігсхафені, «Хехст АГ» у Франкфурті-на-Майні за необхідності могло бути налагоджено виробництво сучасних ОР [13].

На озброєнні бундесверу виготовляються сучасні засоби перенесення ОР, а на американських складах на території ФРН в районах Фішбах, Рейнланд-Пфальца, Ханау, Мангейма і Масвейлера зберігаються хімічні боеприпаси, що містять понад 4 тис. т ОР [11].

Великобританія має свій великий державний дослідний центр у Портон-Дауні. У післявоєнний час у ньому була розроблена технологія виробництва подразнюючих речовин CS і CR, а, за повідомленнями газет, підтвердженими урядом, на добровольцях випробовувалися ОР нервово-паралітичної дії, що вироблялися на дослідних установках. Щороку в Портон-Дауні проходять всебічну оцінку близько 100 тис. хімічних сполук, що поставляються хімічними фірмами, навчальними закладами та науково-дослідними організаціями країни [5, 9].

На хімічному заводі в Ненск'юке виробляються подразнюючі речовини, які, ймовірно, поставляються також армії та поліції США та інших країн. На полігоні в Оттерберні (графство Нортумберленд) британські війська відпрацьовують питання застосування цих речовин [5].

Густонаселена Англія відчуває труднощі в організації великомасштабних випробувань хімічної зброї. Після деяких пошуків фахівці США і Великобританії ще в передвоєнний період вибрали на території Канади в 240 км на південь від Калгарі поблизу м. Саффідл ділянку прерій площею близько 2600 км<sup>2</sup>. Саффідльська експериментальна станція була заснована в 1941 р. з метою проведення польових випробувань різних ОР відповідно до тристоронньої угоди між Великобританією, США і Канадою. В даний час станція іменується Організацією оборонних досліджень (DRES) і нараховує в своїх лабораторіях близько 300 фахівців. Також розгорнуті роботи з виконання програми хімічного переозброєння у Франції. Хімічні

підприємства знаходяться поблизу м. Тулузи і в містечку Пон-де-Кле під Греноблем [7, 10].

Досить серйозні, але маловідомі роботи в галузі хімічної зброї проводяться в Італії, Іспанії, Данії, Бельгії, Голландії, Швеції, Ізраїлі, ПАР і Японії.

Різноманіття прийнятих на озброєння ОР, що відрізняються одна від одної фізико-хімічними властивостями й агрегатним станом, характером токсичної дії і рівнями токсичності, істотно ускладнює створення засобів протихімічного захисту, особливо антидотних препаратів, систем індикації і оповіщення. Протигази і комплекти засобів захисту шкіри, навіть новітні з них, несприятливо впливають на людей, позбавляючи їх нормальної рухливості через обтяжливість протигаза та засобів захисту шкіри, викликаючи нестерпні теплові навантаження, обмежуючи видимість і інші сприйняття, необхідні для управління бойовими засобами, та спілкування один з одним. Через необхідність проведення дегазації зараженої техніки і персоналу в ряді випадків потрібне виведення підрозділів військ із бою [12].

Надходження в арсенали озброєнь фосфорорганічних ОР нервово-паралітичної дії знаменувало апогей розвитку хімічної зброї. Подальший приріст її бойової потужності не відбувається і не прогнозується в майбутньому. Отримання нових ОР, які за рівнем токсичності перевершували б сучасні ОР не смертельної дії та при цьому мали б оптимальні фізико-хімічні властивості (рідкий стан, помірна летючість, здатність завдавати ураження при впливі через шкіру, здатність проникати в пористі матеріали і лакофарбові покриття тощо), майже виключається. На користь цього висновку свідчить досвід розробки хімічної зброї за останні шістьдесят років. Навіть створені в 70-ті роки бінарні боеприпаси і ті споряджалися зарином та іншими ОР, отриманими приблизно 30 років тому. За останні десятиліття відбулися корінні зміни і в системах озброєнь. Різко зросли бойові якості звичайних озброєнь, насамперед через надходження на озброєння високоточної зброї, здатної наносити ураження окремим об'єктам і навіть знаходити необхідні об'єкти ураження серед інших завдяки «інтелектуальним» системам управління і наведення [4, 6, 9].

Закінчення холодної війни і вкрай негативне ставлення в суспільстві до бойових ОР призвело до прийняття у 1993 р. Міжнародної конвенції про заборону хімічної зброї, що набула чинності 29 квітня 1997 р. У ліквідації хімічної зброї офіційно виявилися зацікавлені країни, де були накопичені найбільші запаси ОР. Імовірність «великої війни» була зведена до мінімуму, в цих умовах ядерної зброї як засобу стримування стало цілком достатньо. Однак залишається велика ймовірність створення нових отрут, на які не поширюються положення Конвенції про хімічну зброю 1993 р. [1]. Отож, зацікавлені країни продовжили вивчення і розробку нових, більш сучасних ОР.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

## Список літератури

1. Антонов Н.С. Химическое оружие на рубеже двух столетий / Антонов Н.С. — М.: Прогресс, 1994. — 176 с.
2. Бова А.А., Горохів С.С. Військово-польова терапія. — Мн., 2000. — С. 36-114.
3. Большой энциклопедический словарь. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: БРЭ; СПб.: Норинт, 2001. — 1456 с.
4. Військовий енциклопедичний словник: У 2 т. — М.: Велика Російська енциклопедія; РИПОЛ Классик, 2001. — С. 134-257.
5. Гальдер Ф. Военный дневник / Гальдер Ф. — М.: Воениздат, 1971. — 367 с.
6. Градосельський В.В. Ядерна, хімічна та бактеріологічна зброя і захист від неї / В.В. Градосельський. — М.: ДОСААФ, 1970. — С. 11-157.
7. Дмитриев Д.М. Боевой опыт химических войск и химической службы в Великой Отечественной войне / Д.М. Дмитриев, В.Е. Якубов. — М.: Воениздат, 1989. — 243 с.
8. Красильников М.В. Военно-химическое дело в 1-й империалистической войне / М.В. Красильников. — М.: ВАХЗ, 1948. — 127 с.
9. Основи забезпечення РХБ захисту та екологічної безпеки військ. — К.: НАОУ, 2005. — 116 с.
10. Петренко Э.П. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: Учебное пособие / Э.П. Петренко, А.С. Фукс. — Саратов: Фолиант, 2007. — С. 24-68.
11. Последствия применения «оранжевого агента» во вьетнамской войне для граждан США // Science. — 1979. — С. 770-772.
12. Bisanti Y., Dzyadevich S.V., Shul'ga A.A., Soldatkin A.P. et al. // Electroanalysis. — 1994. — Vol. 6. — P. 752-758.
14. Massoulié J. Molecular and cellular biology of cholinesterases / Pezzementi L., Bon S., Krejci E., Vallette F.M. // Prog. Neurobiol. — 1993. — Vol. 41(1). — P. 31-91.
15. Park Sungmin, Giammona Samuel. Toxik effects of tear gas on an infant following prolonged exposure // Amer. J. Diseases. Child. — 1972. — Vol. 123, № 3. — P. 245-246.

Отримано 26.03.2017 ■

Арустамян О.М., Ткачшин В.С., Алексейчук А.Ю.  
 Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

### Опыт использования боевых отравляющих веществ в послевоенные периоды и годы Второй мировой войны

**Резюме.** Поступление в арсеналы вооружений фосфорорганических отравляющих веществ (ОВ) нервно-паралитического действия знаменовало апогей развития химического оружия. В 1939 г. были получены зарин, а в конце 1944 г. — зоман, принадлежавшие к новому классу смертельных ОВ нервно-паралитического действия и во много раз преобладавшие по своей токсичности ОВ времен Первой мировой войны. Промышленное производство зарина началось в 1952 г. В середине 1961 г. в США начали производить малолетучее стойкое фосфорорганическое ОВ под шифром VX, особенно опасное при попадании даже небольшого количества его на кожу. За годы Второй мировой войны в США на 17 технологических установках было произведено 135 тыс. тонн различных ОВ, из которых более половины приходилось на иприт. Последним были снаряжены около 5 млн снарядов и 1 млн химических авиационных бомб. Результатом

работ в области ОВ, влияющих на центральную нервную систему человека, стало детальное исследование до 1962 г. 3-хинуклидинового эфира бензиловой кислоты, имеющего шифр BZ. Оно находилось на вооружении американской армии и в экспериментальном варианте применялось во Вьетнаме. В послевоенные годы в армии США на смену старым веществам раздражающего действия были приняты новые вещества — CS и CR, которые стали результатом совместных англо-американских исследований. По раздражающим действиям вещество CS значительно превосходит ирританты времен Первой мировой войны. В 1993 г. была принята Международная конвенция о запрещении химического оружия, вступившая в силу 29 апреля 1997 г.

**Ключевые слова:** Вторая мировая война; отравляющие вещества; зарин; зоман; иприт; фосфорорганические соединения; CS; CR; BZ; LSD; VX

O.M. Arustamian, V.S. Tkachishin, O. Yu. Aleksiiichuk  
 Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

### Experience in the use of chemical warfare agents in the postwar period and during the World War II

**Abstract.** Entering the arsenals of weapons of organophosphorus compounds marked the apogee in the development of chemical weapons. In 1939, sarin was obtained, and by the end of 1944 — soman, belonging to a new class of lethal nerve agents, whose toxicity was much higher than that of chemical warfare agents in World War I. Industrial production of sarin began in 1952. In mid-1961, the United States began producing low-volatile persistent organophosphorus compounds under the code VX, especially dangerous if you get even a small amount of it on the skin. During World War II, in the United States on 17 processing plants, there were produced 135 thousand tons of chemical warfare agents, of which more than half was mustard gas. The last were filled in about 5 million chemical bombs. The

result of the work in the field of chemical warfare agents affecting the central nervous system has been a detailed study in 1962 of 3-quinuclidinyl benzyl ester acid, which has the code BZ. It was in service with the US Army, and an experimental version was used in Vietnam. CS and CR — new substances adopted in the postwar years by the US Army to replace the old irritating substances. Both agents are the result of joint Anglo-American studies. As irritating substance, CS exceeds the irritants of World War I. International Chemical Weapons Convention adopted in 1993 entered into force on 29 April 1997.

**Keywords:** World War II; chemical warfare agents; sarin; soman; mustard gas; organophosphorus compounds; CS; CR; BZ; LSD; VX