

ДДТ – ВЕЩЕСТВОТО, КОЕТО Е ПОСРЕЩНАТО КАТО СПАСЕНИЕ, А ДНЕС СЕ НАМИРА В СПИСЪКА НА ЗАБРАНЕНИТЕ ВЕЩЕСТВА

Ивелин Кулев

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Веществото дихлордифенилтрихлорметан (ДДТ), като особено ефективен инсектицид, бе посрещнато навсякъде по света с голяма надежда, че с него могат да бъдат унищожени повечето от вредителите по културните растения и човечеството ще се избави от опасни заразни болести, разпространявани след ухапване от насекоми. Поради вредните си въздействия върху човешкия организъм днес ДДТ е в списъка на забранените за употреба вещества.

Keywords: DDT, insecticides, forbidden substances

Ще започна с това, че Нобеловата награда за медицина и физиология за 2015 г. бе връчена на проф. Юю Ту от Института по традиционна китайска медицина в Пекин за открития от нея нов препарат за борба с маларията (фиг. 1). Същевременно ДДТ е препаратът, за който през 1948 г. бе връчена отново Нобелова награда за медицина и физиология на швейцарския химик Паул Мюлер (фиг. 2) „за неговото откритие на силното въздействие на ДДТ като контактна отрова срещу повечето човекоподобни“. Всичко това обаче показва, че борбата с маларията все още предизвиква проблеми, тъй като се стига до втора Нобелова награда за препарат за борба с маларията в рамките на малко повече от 65 години. Осъзнавам, че се наемам с една твърде спорна работа – да се опитам да покажа съединението, което предизвика възторг при представянето си като инсектицид, а днес е забранено за употреба в половината от страните по нашата Земя. А те го забраняват поради бавното му разграждане и поради това, че предизвиква екологични проблеми в страните, които дори се намират далеч от неговото приложение.

За първи път съединението ДДТ е синтезирано през 1874 г. от австрийския химик Отмар Зайдлер (*Othmar Zeidler, 1850 – 1911*) – виенчанин по рождение, който по време на докторската си работа получава веществото (Simon, 1999). Тя е проведена в Университета в Страсбург под ръководството на известния немски химик Адолф фон Байер (*Adolf von Baeyer, 1835 – 1917*). По време на доктората си, както и в следващото си занимание като аптекар във Виена, той не описва действието на ДДТ, нито пък предлага неговото възможно приложение.



Фигура 1. Проф. Юю Ту, р. 1939 (Yūyuōu Tú).

Значително по-късно – през 1939 г., 65 години след неговия синтез, това прави Паул Мюлер (фиг. 2) (Augustin, 1993), който, като химик в известната швейцарска фармацевтична фирма Гайги (J. R. Geigy AG) в Базел, описва действието на ДДТ като инсектицид. Фирмата оценява това откритие и още през следващата година е получен швейцарски патент за това съединение. По-късно през 1942 г. са получени патенти във Великобритания и САЩ, а през следващата – и в Австралия. Започва неговото производство и разпространение – като 5 % прах с название *гезарол* и като 3 % прах с название *неоцид*. Тези прахове под формата на спрейове са предназначени за борба с различни насекоми.

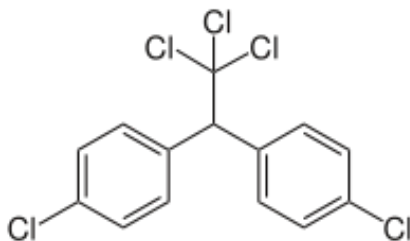
По принцип ДДТ представлява безцветни кристали, които дори нямат вкус и мирис. Като хлорид с органичен произход, ДДТ (фиг. 3) притежава инсектицидно действие и се предлага под формата на разтвори в силен или петролни дестилати, на емулсионни концентрати, лосиони, на гранули, като аерозол или пушещи свещи. ДДТ въздейства главно върху централната нервна система. При по-ниски дозирания се достига до възбудимост, лесна раздразнимост, докато при по-висока степен на дозиране – до пълно отпадане на двигателни-

те функции. При въздействието на ДДТ се възбуждат нервните клетки, които се довеждат спонтанно до възбуда, при което мускулите се съкращават. Това причинява до тремор на тялото. Вследствие на това от няколко часа до няколко дни токсичното действие на ДДТ довежда до осакатяване и накрая до смърт на насекомите. В сравнение с някои други инсектициди отравянето с ДДТ действа по-бавно, но затова пък напълно ефикасно.



Фигура 2. Паул Мюлер (1899 – 1965) (Paul Hermann Müller)

Може би първото приложение на ДДТ е за борбата с епидемията от петнист тиф през 1943/44 г. в Неапол (Wheeler, 1946). Благодарение на систематичното и последователно приложение на ДДТ заразата, предизвикана от въшките, е силно ограничена. До голяма степен успехът на операцията се дължи на ДДТ, чрез което съединението си завоюва позицията на изключителен инсектицид, тъй като до този момент не е познат продукт, въздействащ толкова добре върху въшките.



Фигура 3. Химическата формула на ДДТ, чието химическо название гласи: р, р'-дихлордифенилтрихлоретилен

По време на Втората световна война (още от май 1943 г.) ДДТ е въведено от американската армия като средство за борба против петнистия тиф. От края на 1944 г. се произвеждат 900 тона ДДТ месечно за американската армия. В края на войната неговото количество достига до 1350 тона. Много хора дължат живота си на ДДТ, който като инсектицид се оказва с особено въздействие върху различните видове насекоми – комари, въшки, бръмбари и т.н.

Особено положително се оказва използването на ДДТ при разрушаване на концентрационните лагери, построени от нацистите, както и при затворниците, завръщащи се към живота.

Междувременно в САЩ от Департамента по агрокултури се провеждат опити за борба с колорадския бръмбар по картофите (*Leptinotarsa decemlineata*) (фиг. 4). ДДТ се оказва превъзходно средство и още през 1945 г. то става достъпно за фермерите като агротехническо средство. Така, като инсектицид ДДТ играе определена роля в развитието на селското стопанство в САЩ (Kinkela, 2011).

Изследванията, проведени в Италия през 1944 г., показват, че ДДТ действа като инсектицид върху комари – разпространители на маларията (фиг. 5). Заради това Международната здравна организация препоръчва съединението за борба с маларията, тъй като то причинява смъртта на маларичния комар (*Plasmodium falciparum*).

В Италия, югоизточно от Рим по протежение на Тиренско море, се намира област, заета от блата. В нея населението страда от малария, при което мнозина завършват преждевременно своя жизнен път. До 1948 г. обаче маларията в областта е победена и много хора дължат живота си на чудодейния прах – ДДТ.



Фигура 4. Колорадски бръмбар (*Leptinotarsa decemlineata*). Развива 2 – 3 поколения годишно. При затопляне на времето излиза на повърхността на почвата и се храни с листата на семейство картофиви. Узрява половно за около седмица. След това женските снасят 400 – 600 яйца, от които ларвите се развиват за 4 до 21 дни в зависимост от температурата



Фигура 5. Комар *Anopheles* от рода на комарите, пренасящ заболяването малария. Женският комар, който пренася болестта, живее обикновено 2 седмици, което в значителна степен зависи от климатичните промени и храненето с кръв, а мъжките комари живеят до една седмица

В Гърция започва борба с маларичния комар, където в определени региони страда от малария от 80 до 85 % от населението. В рамките на няколко години (още през 1948 г.) заболяемостта сред населението от малария достига до 5 %. Всичко това е финансирано от фондацията „Рокфелер“, без чиято финансова помощ просто е немислимо да бъдат постигнати известните резултати. През 1948 г. Паул Мюлер е отличен със званието „Доктор хонорис кауза“ от Университета в Солун за това, че ДДТ допринася съществено за борбата против маларията в Средиземноморския регион.

При чумата, при жълтата треска и други видове болести с ДДТ са постигнати през 1948 г. многообещаващи успехи. Още през 1945 г. се отбелязва напредък в борбата с маларията и ДДТ става причина в Европа и Северна Америка тази болест да бъде напълно елиминирана.

В Шри Ланка (Цейлон), в където населението страда от малария и през 1946 г. са регистрирани 2,8 милиона случая, а смъртността достига 12 500 човека, то през 1963 г. в резултат на употребата на ДДТ броят на заболялите от малария е едва 18 човека, а смъртността достига до 1 човек! (Вж. напр.

Karunaweera et al., 2014). След пет години обаче, когато финансирането на проекта е прекратено, броят на регистрираните случаи нараства до 500 000, а смъртността от маларията достига до 113 човека! В Индия (вж. напр. Barat, 2006) броят на заболялите от малария от 100 милиона човека годишно (1952 г.) е намален на 50 000 (1961 г.). Подобни успехи са постигнати и в Пакистан. Във Виетнам, където смъртността на заболялите от маларията е редуцирана с 97 %, посрещат употребата на ДДТ като средство за борба със заболяването като истинско спасение. При това цената на пръскането на една къща с ДДТ възлиза на 1,44 US долара, което е от 10 до 20 пъти по-евтино, отколкото използването на много по-токсичните за това вещества, които освен това изискват и по-често пръскане.

Същевременно срещу корояда (*Bostrichos typographus*) са отбелязани също успехи. Това дори става причина през 1983/84 г. в тогавашната Германска демократична република да бъдат произведени 600 тона от ДДТ.

От 1950 до 1980 г. ДДТ намира приложение и в селското стопанство, като в света годишно се произвеждат повече от 40 000 тона от веществото. По някои оценки от 1940 г. са произведени повече от 1,8 милиона тона ДДТ! Само в САЩ са регистрирани повече от 15 компании (Monsanto, Ciba, Montrose Chemical Company и др.) за производството на ДДТ. Върхът е достигнат през 1963 г., когато са произведени 82 000 тона. Само в САЩ през 1962 г. са регистрирани 334 различни приложения на ДДТ в селското стопанство. В продължение на десетилетие ДДТ е най-често използваният инсектицид, като в зависимост от отглежданата култура неговото количество се движи от 0,05 до 3,5 kg/декар. Особено високо е приложението му при отглеждането на памук.

Твърде бързо ДДТ измества в овощарството и лозарството използвания дотогава като средство за борба с инсектите оловен арсенат $[Pb_3(AsO_4)_2]$. При това ДДТ намира приложение като спрей в борбата с различните насекоми, които опустошават лозята и овощните дървета.

От 1920 г. брястовете (*Ulmus*) започват да боледуват от привнесена от източна Азия гъба. Тя се развива под кората на дърветата и задръства пътищата за доставяне на вода към новопокаралите филизи. Така се прекъсва потокът от вода към новите израстъци и дървото умира. Доколкото по редица булеварди като декоративни дървета са засадени брястове то в борбата с това заболяване още през 1947 г. започва да се използва ДДТ. Поради високото дозиране на ДДТ (около 700 g ДДТ за дърво!) започва масово отравяне на птиците. В някои места брястовете остават, но липсват пойните птици по тях! Природозащитниците и населението започват движения срещу употребата на ДДТ.



Фигура 6. Майски бръмбар (*Melolontha melolontha*)

Един от най-разпространените бръмбари в Северна и Източна Европа. Изхранва се с листата на дърветата, които, нападнати от голям брой бръмбари, умират.

В началото на 1950 г. в Швейцария ДДТ е изпробвано в борбата с майския бръмбар (*Melolontha melolontha*) (фиг. 6). При това той се оказва превъзходен инсектицид. Използвани са разнообразни методи – моторизирано разпръскване, издухване на мъгла, предизвикана от пръскането с ДДТ, разпръскване със самолети и т.н. Всичко това се случва върху гористи региони, където се води „война срещу майския бръмбар“. При това обаче загиват и множество други насекоми. Като резултат трябва да бъдат обезщетени стопаните на загиналите пчели. Природозащитниците и цялото население на Швейцария протестира срещу тези мерки на правителството. Същевременно съпровождащите научни изследвания показват, че в третираните с ДДТ горски масиви майските бръмбари са изчезнали и в бъдеще те ги отбягват. Фармацевтичната фирма „Гайги“ представя акцията като успех в борбата с майския бръмбар и призовава за продължаване на това действие, но населението на Швейцария отстоява правата си.

За борбата срещу болестите, предизвикани по дърветата от пеперудата (*Lymantria dispar*), чиито ларви се хранят с листата на дърветата, ДДТ се оказва превъзходен инсектицид. През 1956 г. в района на Ню Йорк се провежда масово пръскане с ДДТ от самолети. То обаче попада и върху ливадите, чиято

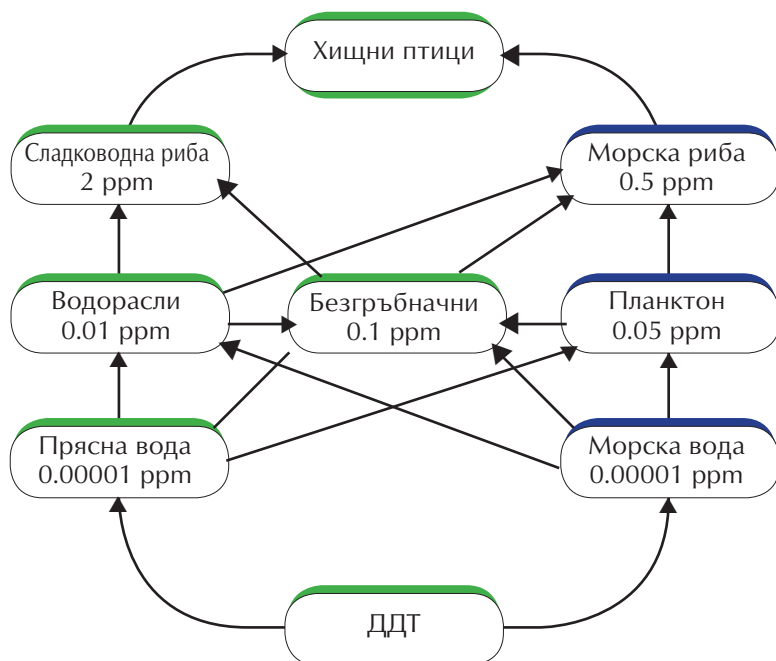
трева служи за храна на млекодойните крави. В резултат е забранено изкупуването на мляко от тези райони. По-късно измира и рибата. В района на Лонг айланд (Long Island) дори започва съдебно производство за нарушението на властите.

Въпреки че токсичността на ДДТ върху човека и млекопитаещите животни в сравнение с други органични хлорсъдържащи инсектициди не е толкова голяма, през 1967 г. започва движение срещу ДДТ и неговото използване като инсектицид! Наред с това ДДТ се оказва и вещество с канцерогенно действие(!) (Cohn et al., 2007; Park et al., 2014).

В интерес на истината, още през 1942/43 г. в САЩ започва интензивно проучване върху въздействието на ДДТ и неговото евентуално вредно действие. Първите резултати показват, че ДДТ е твърде добър инсектицид, за да бъде забраняван, което дава „зелена светлина“ за неговото производство. Същевременно обаче Администрацията по храните и лекарствата в САЩ има известни колебания, изразяващи се в ограниченията, които се препоръчват за съдържанията на ДДТ в храните и млякото. Първоначално те са до $7 \cdot 10^{-6}$ g/g за храни, докато за млякото дори не се допуска присъствие на ДДТ.

В годините след Втората световна война, въпреки въодушевлението от използването на ДДТ в борбата с маларията и другите насекоми, пренасящи различни болести, от които страда човекът, едно изследване на причината за намаляване на броя на различните птици, които се хранят с риба, довежда до осъзнаването, че ДДТ е причината за вписването на тези птици в различните червени книги, т.е. причисляването им към изчезващите видове. Концентрацията на ДДТ във водата е в границите на чувствителността на аналитичните методи ($1 \cdot 10^{-11}$ mg/kg). В рамките на хранителната верига обаче неговата концентрация нараства, за да достигне до 2 mg/kg в рибата (фиг. 7). Птици, чиято основна храна са рибите, започват да снасят яйца без черупка. В процеса на мътенето кожената обвивка на яйцето се скъсва и птиците остават без поколение. Освен това те умират преждевременно вследствие на натрупването на ДДТ в тялото им.

Едно изследване на черния дроб на пингвините показва, че в него се откриват следи от ДДТ, въпреки че това съединение никога не е употребявано на Южния полюс. Така се достига до познанието, че ДДТ се разпространява твърде добре по нашата Земя. Това между впрочем се оказва валидно и за други хлорорганични производни. Тази устойчивост на ДДТ се дължи на много бавното му разграждане в природната среда. То практически не се разлага от въздействието на различните агенти на климата и се натрупва в масните тъкани на тялото на животните и човека. Към това се прибавя и установеното вече канцерогенно действие на ДДТ, което предизвиква рак на гърдата (Cohn et al., 2007; Park et al., 2014).



Фигура 7. Съдържание на ДДТ в различните етажи на хранителната верига във води и различните живи същества в нея. Така постепенно започва затихването на еуфорията по ДДТ, за да се стигне до 1968 г., когато в Унгария забраняват неговата употреба. През 1970 г. тя бе последвана от Швеция и Норвегия, а през 1972 г. забраната е въведена в Германия и САЩ. Днес употребата на ДДТ е забранена в 98 страни по света, като сред тях е и България.

Разбира се, редица страни от Африка и Азия, от Средна и Южна Америка, които трябва да избират между маларията и живота без нея, решават, че много по-важен е животът на хората, отколкото забраната за употреба на ДДТ. Така те продължават с използването на ДДТ в борбата с маларията. Днес производството на ДДТ достига до 3000 – 4000 тона годишно и е предназначено преимуществено за борба с причинителите на маларията.

Така, посрещнато с възторг заради ефикасното си действие като инсектицид, ДДТ се оказва в списъка на забранените за употреба вещества, въпреки че при употребата си като средство за борба с маларията продължава да бъде смятано за едно от най-добрите.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Augustin, F. (1993). *Zur Geschichte des Insektizids Dichlordiphenyltrichloräthan (DDT) unter besonderer Berücksichtigung der Leistung des Chemikers Paul Müller (1899 – 1965)*. Leipzig: Medizinische Fakultät der Universität Leipzig.
- Barat, L.M. (2006). Four malaria success stories: how malaria burden was successfully reduced in Brazil, Eritrea, India, and Vietnam. *Amer. J. Tropical Medicine & Hygiene*, 74, 12 – 16.
- Cohn, B.A., Wolff, M.S., Cirillo, P.M. & Sholtz, R.I. (2007). DDT and breast cancer in young women: New data on the significance of age at exposure. *Environ. Health Perspectives*, 115, 1406 – 1414.
- Karunaweera, N.D., Galappaththy, G.N. & Wirth, D.F. (2014). On the road to eliminate malaria in Sri Lanka: lessons from history, challenges, gaps in knowledge and research needs. *Malaria J.*, 13, 59 – 69.
- Kinkela, D. (2011). *DDT and the American century*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- Park, J.H., Cha, E.S., Ko, Y., Hwang, M.S., Hong, J.H. & Lee, W.J. (2014). Exposure to dichlorodiphenyltrichloroethane and risk of breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Osong Public Health & Res. Perspectives*, 5, 77 – 84.
- Simon, C. (1999). *DDT – Kulturgeschichte einer chemischen Verbindung*. Basel: Christoph Merian Verlag.
- Wheeler, C.M. (1946). Control of typhus in Italy 1943/1944 by use of DDT. *American J. Public Health*, 36, 119 – 129.

DDT – THE SUBSTANCE WHICH WAS CONSIDERED AS SALVATION AND TODAY IT CAN BE FOUND IN THE LIST OF FORBIDDEN FOR USING SUBSTANCES

Abstract. The history of discovery of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) is described in the present article. The insecticide DDT was broadly used in agriculture, medicine and human life. However, in our days, this substance is in the list of forbidden for using substances.

✉ **Prof. Dr. Ivelin Kuleff, DSc.**
University of Sofia
1, James Bourchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: kuleff@chem.uni-sofia.bg