

Te same badania pokazały wzrost lewopółkulowej aktywności w zakręcie wrzecionowatym, zarówno w czasie pokazywania emocjonalnego wyrazu twarzy, jak i czasie pokazywania kontekstu czasownika. Natomiast słyszący przejawiali bilateralną aktywację w każdej z tych aktywności.

To również potwierdza spostrzeżenie, że wszystkie zbadane funkcje, które u osób zdrowych znajdują się w prawej półkuli, ale w językach migowych mają znaczenie w języku, mają tendencję do przenoszenia się do lewej, językowej półkuli.

Podsumowanie

Wszystko to wskazuje, że posługiwanie się językiem migowym ma wpływ na organizację pracy mózgu. Dotyczy to zarówno ogólnego przetwarzania

mowy, jak i bardziej specyficznych funkcji, jak odbieranie wyrazu twarzy. Okazuje się, że posługiwanie się językiem migowym nie prowadzi do upośledzenia funkcjonowania czy obniżenie ilorazu inteligencji. Na przekór stereotypom nauka języka migowego prowadzi do wytworzenia nowej, lepiej przystosowanej organizacji procesów przetwarzania mowy, gestów i wyrazu twarzy. To wyjątkowy dowód na plastyczność mózgu i jego zdolność do przystosowania się do warunków życia, zwłaszcza w tak ludzkiej dziedzinie, jak język.

Szczególne podziękowania dla prof. dr hab. Ryszarda Przewłockiego za opiekę naukową oraz dla Beaty Ziarkowskiej-Kubiak za pokazanie wyjątkowości Polskiego Języka Migowego.

Izabela Solarz, studentka w zakładzie Neurobiologii i Neuropsychologii, Instytut Psychologii Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
E-mail: iza.solarz@gmail.com.

DDT – PRZEKLEŃSTWO CZY BŁOGOSŁAWIEŃSTWO XX WIEKU?

Anna K. Wójtowicz, Konrad A. Szychowski (Kraków)

Wstęp

DDT (1,1-Bis(4-chlorofenyl)-2,2,2-trichloroetan), najślawniejszy z kiedykolwiek stosowanych pestycydów, zsyntetyzowany został w 1874 roku przez austriackiego chemika Othmara Zeidlera, jednak środek ten przez wiele lat nie znajdował zastosowania. Owadobójcze właściwości tego związku zostały odkryte dopiero 66 lat później przez Paula Hermanna Müllera, który w 1948 roku za odkrycie „nadzwyczajnych właściwości DDT” otrzymał nagrodę Nobla. Na świecie związek ten sprzedawany był pod różnymi nazwami handlowymi takimi jak: Ditox, Tritox, Anofex, Cesarex, Chlorophenothane, Dedelo, Dinocide oraz wiele innych. W Polsce produkowany był od 1947 roku w Zakładach Chemicznych Organika Azot w Jaworznie pod nazwą handlową Azotox. W Stanach Zjednoczonych przez pewien czas DDT był szeroko dostępny i reklamowany jako idealny środek na wszelkiego rodzaju szkodniki (Ryc. 1). DDT na dużą skalę stosowany był podczas II wojny światowej gdzie używano go do zwalczania wszy przenoszących dur plamisty oraz komarów roznoszących malarię. Żołnierze byli posypywani proszkiem

DDT, nosili bieliznę nasączoną tym związkiem, a także przebywali w namiotach i pomieszczeniach opryskiwanych tą substancją. Tego typu praktyki niewątpliwie przyczyniły się do ocalenia zdrowia i życia tysiącom walczących żołnierzy. Po spektakularnym sukcesie na froncie DDT był rutynowo wykorzystywany do kontroli populacji komarów oraz szkodników upraw na całym świecie. Szacunki z lat 70. XX wieku dokonane przez WHO (ang. *World Health Organization*) mówiły, że dzięki stosowaniu DDT około jeden miliard ludzi uniknął zarażenia malarią w okresie poprzedzających dwudziestu pięciu lat. Koniec złotego okresu stosowania DDT przyniosła publikacja w 1962 roku książki Racheli Carson pt. „Milcząca Wiosna” (ang. *Silent Spring*). Książka opisywała wpływ DDT na organizmy zwierząt, w szczególności ptaków, których to rozród został poważnie zaburzony, a niektóre gatunki zaczęły zanikać. Publikacja ta miała wielki wpływ na opinię publiczną oraz środowiska ekologów, co doprowadziło do zakazu używania DDT w kolejnych krajach. Jako pierwsze w 1970 roku zakaz stosowania DDT wprowadziły Norwegia i Szwecja, następnie w 1972 roku USA. W Polsce zabroniono używać tego związku dopiero w cztery

lata później. Ratyfikowana w 2001 roku konwencja sztokholmska (podpisana początkowo przez 98 państw) regulująca użytkowanie pestycydów nie ulegających degradacji na szczeblu międzynarodowym przewiduje ograniczenie i ścisłą kontrolę produkcji i użytkowania DDT na świecie.

Celem niniejszego artykułu jest naświetlenie palącego problemu, jakim jest używanie DDT do walki z chorobami przenoszonymi przez owady oraz zastosowania go w rolnictwie i leśnictwie, a także idącymi za tym konsekwencjami dla zdrowia ludzi i całych ekosystemów.

D (Dichloro) **D** (Diphenyl) **T** (Trichloroethane)

The Famous Wartime Insecticide Discovery

Now Available to Civilians

DDT is a powder used as a basic ingredient for various types of insecticides, powdered and liquid. There are various mixtures for different uses: —

- Compounded with other powders, for dusting purposes
- Solutions, containing DDT mixed with water
- DDT mixed with other ingredients and volatile solvents, for spraying or brushing

Prices will vary according to type and quality of the product.

There Will Be Varying Types and Qualities of D D T Sprays. For Your Protection, Get Facts About Each Before You Buy!

MADACO DDT Base Insecticide

is a liquid compound of D D T, PYRETHRUM and other ingredients. (CONTAINS NO KEROSENE) making it most effective against household insects. It is to be used as a spray for killing, as well as repelling, all household pests. Used according to directions MADACO DDT BASE INSECTICIDE will kill them promptly and act to repel them for a period of from sixty to ninety days.

55 Gal. Drums, per gal.	\$3.10	30 Gal. Drums, per gal.	\$3.25
5 Gallon Containers, per gal.	\$3.50	2 Gallon Containers, per gal.	\$3.75
1 Gallon Containers, per gal.	\$3.85		

Out-of-town shipments prepaid on orders of five (5) gallons or over. Check or money order must accompany one and two gallon mail orders. Deliveries will be made promptly. Add 25c per gal. to cover shipping charges on one or two gallon orders out of Jacksonville.

Proper Precautions Necessary for Best Results

All containers are labeled with proper instructions and precautions conforming with bulletins issued by the War Food Administration, Offices of Marketing Services, Washington, D. C.

Marion H. Davis & Co.
1212 Mary St. Phone 9-6636

Ryc.1. Reklama DDT z 1946 roku jako środka owadobójczego chroniącego przed szkodnikami. Strona z czasopisma Tallahassee Democrat of Florida, plik znaleziony i pobrany z Archiwum Stanu Floryda (Florida State Archives), strona <http://ibistro.dos.state.fl.us/>.

Kilka faktów o DDT

DDT jest bardzo trwałym lipofilnym („lubiącym tłuszcz”) związkem chemicznym należącym do grupy chloroorganicznych pestycydów. Zależnie od panujących warunków okres połowicznego rozpadu w glebie wynosi od 2 do 15 lat. DDT stanowi mieszaninę dwóch izomerów strukturalnych orto,para-DDT (≈23%) oraz para,para-DDT (≈77%). W komórkach żywych organizmów DDT przekształcany jest do

dwóch metabolitów DDE (2,2-Bis(4-chlorofenyl)-1,1-dichloroetylen) i DDD (1,1-Bis(4-chlorofenyl)-2,2-dichloroetan), które mają zbliżone właściwości do związku wyjściowego i są jeszcze bardziej trwałe, gdyż mogą przetrwać w środowisku ponad 30 lat. Dzięki wspomnianej lipofilności DDT i jego pochodne z łatwością przenikają bariery biologiczne i akumulują się w tkance tłuszczowej, gdzie mogą przebywać przez całe życie, uwalniając się między innymi w trakcie mobilizacji rezerw tłuszczu.

Wykorzystywany mechanizm działania DDT

Pomimo badań intensywnie prowadzonych od wielu lat, mechanizm działania DDT nie jest do końca poznany. Wiadomo natomiast, że związek ten oraz produkty jego metabolizmu (DDE i DDD) wykazują neurotoksyczne działanie zarówno na obwodowy, jak i ośrodkowy układ nerwowy. Z tej właściwości korzystają wszystkie środki owadobójcze zawierające w swym składzie te związki. Funkcjonowanie układu nerwowego, zarówno bezkręgowców, jak i kręgowców opiera się na przewodzeniu impulsów nerwowych i pobudliwości komórki. Neurony wystawione na działanie DDT pozostają częściowo zdepolaryzowane, co czyni je bardzo wrażliwymi na kolejne bodźce. Obecnie uważa się, że DDT wpływa na zwiększenie pobudliwości neuronów na kilka sposobów takich jak: zmiana przepuszczalności błony komórkowej dla potasu, wolniejsza inaktywacja kanałów sodowych, hamowanie pompy sodowo-potasowej i wapniowej ATP-azy oraz hamowanie zdolności kalmoduliny do wiązania i transportowania jonów wapnia. Wymienione właściwości DDT powodują upośledzenie funkcji układu nerwowego, który zaczyna działać w nieskoordynowany sposób, czego skutkiem jest śmierć owada. Ostra toksyczność DDT w stosunku do człowieka jest bardzo mała, jednak w przypadku zatrucia pierwsze objawy pojawiają się ze strony układu nerwowego. Związek ten działa podobnie na komórki ssaków, jak i owadów jednak neurony owadów wydają się na niego bardziej wrażliwe, co związane jest z tym, iż organizmy te posiadają słabiej rozwinięty system detoksykacyjny niż kręgowce.

Od tego wszystko się zaczęło...

Wspomniana już książka pt. „Milcząca Wiosna” wywołała w latach 60. XX w. prawdziwą burzę wokół DDT. Autorka oskarżała ten związek o przetrzebienie między innymi populacji dzikich ptaków (sokoła wędrownego i pustułki) – jednak nie było to

w większości przypadków spowodowane śmiertelnym zatruciem. W rzeczywistości problemy ptaków (a jak się później okazało również ryb, gadów i ssaków) związane były z zaburzeniami procesu reprodukcji. W latach 60. XX w. zaobserwowano, że jaja sokoła wędrownego jak i pelikana miały cieńszą skorupę, przez co były bardziej wrażliwe na pęknięcie. Później zaobserwowano również korelację pomiędzy zmniejszoną grubością skorupy jaj i podwyższoną ilością DDE w jajach, który to związek zaburza gospodarkę wapniową organizmu. DDT i jego metabolity mogą wywoływać również defekty narządów rozrodczych i w ten sposób upośledzać reprodukcję zwierząt. Efekty zaburzenia rozrodu obserwowane były u ryb i aligatorów żyjących na terenie Florydy, gdzie toczono na przełomie lat 50. i 60. XX w. zacieklą walkę z komarami. Zaburzenia te dotyczyły zarówno samic, jak i samców poważnie, redukując populację dzikich zwierząt.

DDT i jego metabolity dzięki bardzo dużej trwałości z łatwością ulegają dwóm bardzo ważnym procesom biologicznym, mianowicie: bioakumulacji i biomagnifikacji. Pierwsze zjawisko polega na zdolności organizmu do gromadzenia toksycznej substancji w tkankach, gdzie dany związek osiąga często wyższe stężenie niż w otaczającym środowisku. Natomiast biomagnifikacja jest procesem zachodzącym w ekosystemie, gdzie zwierzę zajmujące wyższy poziom łańcucha troficznego gromadzi więcej toksycznej substancji poprzez zjedanie organizmów będących niżej w hierarchii. Komary będące celem ataku DDT ginęły szybko akumulując niewielkie ilości tego związku. Ryby żywiące się larwami komarów gromadziły więcej substancji szkodliwych, natomiast w organizmach ptaków żywiących się rybami następował kolejny wzrost stężenia DDT. Podobne zależności obserwowane są dla ekosystemów lądowych, gdzie drobne ssaki owadożerne, takie jak jeże, doświadczały skutków działania DDT i jego metabolitów.

Problemy (aczkolwiek innej natury) z użytkowaniem DDT pojawił się już w 1947 roku. Obserwowano, że owady mogą nabywać odporność na tę substancję, co zmusiło ludzi do stosowania coraz wyższych stężeń. To jeszcze nie koniec, wysoka trwałość DDT i jego metabolitów umożliwia im pokonywanie dużych odległości zarówno w wodzie, jak i w ciałach zwierząt. Dlatego kraje „wolne” od DDT nie mogą czuć się bezpieczne.

Wpływ na zdrowie ludzi

W przypadku ludzi DDT i jego metabolity działają powoli zaburzając funkcję układu hormonalnego

i pracę narządów. Musimy pamiętać o wspomnianej już bioakumulacji i biomagnifikacji. W przypadku walki ze szkodnikami upraw związek ten może akumulować się w roślinach, a następnie w organizmach ludzi. Stąd też wziął się całkowity zakaz używania DDT w rolnictwie. Pestycydy z łatwością pokonują barierę łożyskową i mogą osiągać dużo wyższe stężenia w tkankach rozwijającego się płodu, prowadząc to jego nieprawidłowej budowy oraz przedwczesnych porodów. Wykazano też jego obecność w mleku karmiących matek, przez co noworodki od pierwszych chwil życia narażone są na wysokie stężenia tego związku. DDT i jego metabolity podejrzewane są także o działanie teratogenne, jednak dowody są bardzo ograniczone. Obecnie wiadomo że DDE (metabolit DDT) wywołuje zmniejszenie wydzielania testosteronu oraz zwiększenie wydzielania estrogenów. Obserwuje się pogorszenie jakości nasienia jako konsekwencje zmian w jądrach wywołanych przez te związki. Dzięki swoim estrogenym właściwościom DDT i jego metabolity mogą powodować powstawanie oraz nasilać rozwój już istniejących nowotworów, w szczególności raka piersi, wątroby, trzustki oraz białaczki. Co ciekawe, na działanie DDT narażeni są mieszkańcy obszarów arktycznych, zwłaszcza żywiący się rybami i fokami Eskimosi, mimo iż nigdy go nie stosowali. Dzieje się tak, ponieważ jak wcześniej wspomniano związek ten migruje w wodzie, trafia do organizmów morskich, by później skumulować się w mięsie fok, a następnie ludzi. Chloroorganiczne pestycydy działają silnie toksycznie na narządy, powodując zmiany morfologiczne w wątrobie i nerkach, odbijające się na zdrowiu zwykle po wielu latach. DDT, będący inhibitorem enzymów cyklu oddechowego i przemiany węglowodanowo-fosforanowej, może wywoływać w przypadku ostrego zatrucia niedotlenienie tkanki nerwowej, co może być przyczyną powstawania wielu objawów neurologicznych. Do objawów zatrucia DDT najczęściej należą: wzmożona pobudliwość, zaburzenia koordynacji ruchów, bóle głowy, wymioty i drgawki, zgon na skutek porażenia ośrodka oddechowego i obrzęku płuc. Należy zaznaczyć, że do tej pory nie odnotowano zgonu wywołanego przez ostre zatrucie DDT. Takie efekty obserwowane są u zwierząt doświadczalnych, jednak nie można ich wykluczyć w przypadku spożycia dużej ilości tego związku.

DDT u progu XXI wieku

Następstwem zakazu stosowania DDT było opracowanie nowych środków owadobójczych, w większości przypadków bardziej toksycznych, wywołujących

setki zgonów rocznie w wyniku nieumiejętnego użytkowania. Zakaz utrudnił też walkę z malarią i innymi chorobami przenoszonymi przez owady, co przyczyniło się do znacznego wzrostu zachorowalności na malarię. Przykładem może być Republika Południowej Afryki, gdzie w jednej z prowincji w 1955 roku notowano około 4 tysięcy przypadków choroby, natomiast w roku 1999 roku liczba ta wzrosła do 27 tysięcy. „Afryka błaga o DDT” tak można w kilku słowach podsumować jedno z przesłań amerykańskiego filmu dokumentalnego pod tytułem „Not Evil, Just Wrong”, który ukazał się w 2009 roku. Mieszkańcy gorzej rozwiniętych krajów afrykańskich gotowi są zaryzykować własnym życiem i zdrowiem, stosując DDT do redukcji populacji komarów przenoszących malarię, a także do ochrony swoich upraw przed szkodnikami. WHO od września 2006 roku rozpoczęła trzydziestoletni plan walki z malarią, który obejmuje także stosowanie DDT, jednak absolutnie wyklucza stosowanie tego związku w rolnictwie.

Obecnie DDT produkowane jest w Indiach, Chinach oraz Korei Północnej. Największe ilości tego związku produkowane są w Indiach, w których używane jest do kontroli liczebności owadów przenoszących choroby. W Chinach 80–90% DDT przetwarzane jest w Dicofol (związek strukturalnie podobny) używany do kontroli i eliminacji roztoczy, natomiast 4% wykorzystywane jest jako dodatek do farb okrętowych, ograniczający kolonizację kadłubów statków przez organizmy wodne. Reszta jest używana do kontroli owadów przenoszących malarię oraz na eksport. W przypadku Korei Północnej dane nie są pełne, jednak z pewnością ponad 160 ton DDT rocznie produkowanych jest tam głównie do zastosowania w rolnictwie (takie zastosowanie zabronione jest

przez konwencję sztokholmską). Zarówno Indie, jak i Chiny eksportują DDT do krajów Afrykańskich, w postaci czystego składnika, jak i produktów go zawierających. Obecnie DDT stosowane jest głównie na terenie występowania malarii, tj. Indiach, Chinach, Korei Północnej, krajach Afryki m.in. w RPA, Namibii, Zambii, Zimbabwie i Tanzanii oraz 30 innych na całej ziemi.

Podsumowanie

Pomimo dziesięcioleci intensywnej badań DDT nadal jest stosowany do kontroli populacji owadów przenoszących choroby, takie jak tyfus czy malaria. Kraje słabiej rozwinięte, w których choroby przenoszone chociażby przez komary powodują rok rocznie zgon wielu obywateli, starają się wyrzucić presję na społeczność międzynarodową, aby umożliwiono im stosowanie DDT w rolnictwie jako taniego związku owadobójczego. To właśnie te argumenty oraz niska cena i „stosunkowe bezpieczeństwo” dla ludzi powodują, iż w raporcie z 2011 roku przygotowanym przez WHO, DDT jest nadal podstawowym składnikiem rekomendowanym do zwalczania owadów przenoszących choroby. Społeczność międzynarodowa wybrała „mniejsze zło” dopuszczając do stosowania tego związku, jednak musimy pamiętać że nie pozostanie to bez wpływu na zdrowie ludzi.

Jeśli chcesz wiedzieć więcej

Szychowski K.A.: Wpływ ksenobiotyków na funkcjonowanie układu nerwowego, *Wszechświat*, 2013, 114 (8–9): 285–287

Dr hab. Anna Wójtowicz, adiunkt, Katedra Biotechnologii Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. E-mail: anna.wojtowicz@ur.krakow.pl

Mgr inż. Konrad Szychowski, doktorant, Katedra Biotechnologii Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. E-mail: konrad.szychowski@gmail.com

ZWIĄZEK POMIĘDZY AKUMULACJĄ OSADÓW A ZESPOŁAMI ROŚLINNYMI RÓWNIN ZALEWOWYCH RZEK

Doliny rzeczne są specyficznymi i bardzo bogatymi w gatunki ekosystemami. Spora część polskich obszarów Natura 2000 to właśnie regiony znajdujące się w sąsiedztwie rzek. To właśnie tędy przebiegają ważne korytarze ekologiczne. Zapewniają one możliwość

migracji gatunków, a co za tym idzie – swobodną wymianę puli genowej. Co jednak w największym stopniu kształtuje te cenne ekosystemy?

Największy wpływ na ich kondycję i skład gatunkowy ma nie tylko lokalna działalność człowieka,