

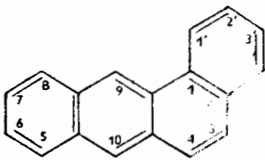
HALINA WYSZYŃSKA

SUBSTANCJE RAKOTWÓRCZE W ZANIECZYSZCZONYM POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM

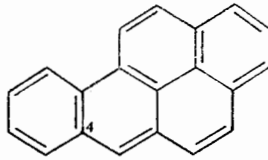
Z Zakładu Higieny Komunalnej PZH

I. WSTĘP

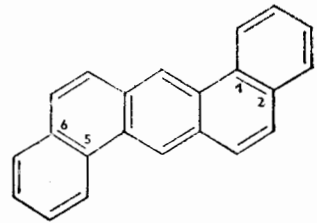
W bieżącym stuleciu zaobserwowano silny wzrost zachorowań na raka. Podjęte badania nad przyczyną powstawania złośliwych nowotworów doprowadziły do spostrzeżenia powstawania tych chorób u osób pracujących długo przy smole węglowej. W r. 1915 udało się uczonym japońskim wywołać raka u zwierząt doświadczalnych przy użyciu pewnych frakcji smoly węglowej. W r. 1930 *Kennway* i *Cook* w Londynie stwierdzili własności rakotwórcze syntetycznego 1, 2, 5, 6 benzantracenu, a w r. 1933 *Cook*



1,2-Benzantracenu



3,4-Benzopiren



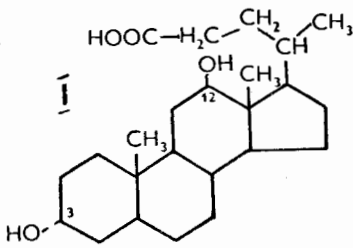
1,2,5,6-Dwubenzantracenu

wyodrębnił ze smoly węglowej węglowodór 3,4 benzopiren, o wybitnych własnościach rakotwórczych, a strukturalnie podobny do dwubenzantracenu przez układ pierścieni 1,2-benzantracenu.

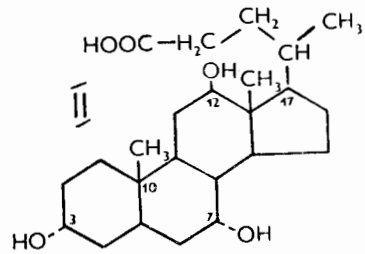
W tym samym roku *Wieland* i *Dane* przeprowadzili składnik występujący w ludzkiej żółci, kwas dezoksycholowy w węglowodór aromatyczny, metylocholanren, o wybitnych własnościach rakotwórczych. W toku dalszych badań otrzymano z kwasu cholowego, występującego w żółci i cholesterolu obecnego we wszystkich tkankach ciała ludzkiego, metylocholanren; węglowodór ten można również uważać za pochodną dwubenzantracenu.

Kwasy żółciowe i cholesterol należą do grupy sterydów, a obejmują i hormony wydzielane przez gruczoły płciowe i nadnercza. Przeprowadzenie tych trzech sterydów w węglowodór o własnościach rakotwórczych nasuwa przypuszczenie, że podobne procesy mogą zachodzić w organizmie ludzkim na skutek nienormalnego metabolizmu i zdolne są do wywołania raka. Przemiany chemiczne zachodzą jednak w ostrych warunkach pirolizy, a nie ma dowodów na podobne przemiany w warunkach fizjologicznych.

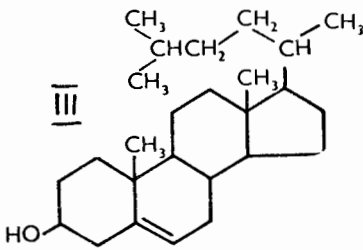
Uwaga: We wzorze 3,4 — Benzopieren w pierścieniu drugim od dołu w narożniku nad cyfrą 4 brak cyfry 3.



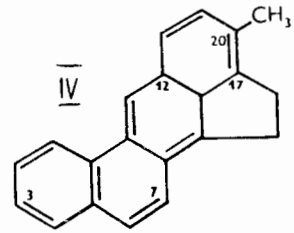
Kwas dezoksycholowy



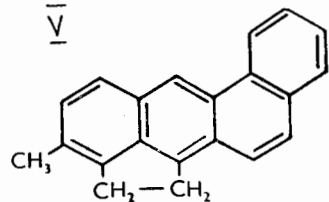
Kwas cholowy



Cholesterol



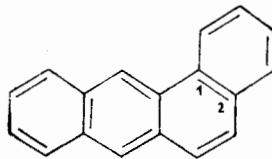
lub



Metylocholanren

II. WĘGLOWODORY AROMATYCZNE RAKOTWÓRCZE I ICH BUDOWA

Węglowodory aromatyczne stanowią obecnie najliczniejszą, najgroźniejszą i może najlepiej zbadaną grupę substancji rakotwórczych znajdujących się w powietrzu atmosferycznym [1, 2]. Prowadzone nad nimi badania



1,2-Benzantracen

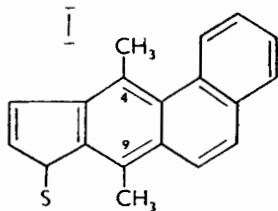
wykazały, że najistotniejszą ich cechą jest układ pierścieniowy 1,2 benzantracenu, zawierający podstawnik węglowy w położeniu mezo, czyli 9 i 10.

Największą aktywność rakotwórczą posiadają: metylocholanren, którego nie udało się wykryć w powietrzu atmosferycznym i 3,4 benzopiren, którego obecność stwierdzono w pyłe powietrza atmosferycznego prawie we wszystkich miastach angielskich w ilościach dość znacznych. Źródłem

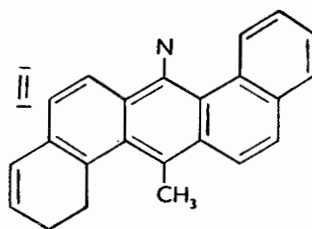
3,4-benzopirenu jest niekompletne spalanie paliw stałych, płynnych i gazowych. W ostatnim okresie stwierdzono, że duże i szkodliwe ilości benzo-pirenu dostają się do organizmu ludzkiego na skutek zużycia i rozpadu opon gumowych. Skład cząstek z opon jest bardzo zbliżony do składu sadzy z paliw, a wielkość cząstek jest rzędu niebezpiecznych dla organizmu.

Obydwa wymienione węglowodory można uważać za 1,2-benzantraceny, podstawione odpowiednio w położeniach mezo. Położenia te wykazują szczególnie dużą aktywność biologiczną.

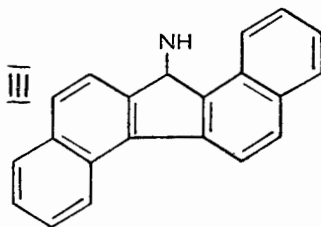
Badania nad innymi węglowodorami doprowadziły do stwierdzenia, że grupa metylowa wprowadzona do pierścienia węglowodoru nie ma wpływu na aktywność związku, natomiast równoległe z wydłużeniem łańcucha bocznego w szeregu metyl, etyl, propyl — aktywność biologiczna związków szybko maleje [3]. Tiofenowe analogi 1,2-benzantracenu oraz analogi szeregu akrydyny są również silnymi związkami rakotwórczymi. Zmniejszenie środkowego pierścienia dwubenzantracenu lub jego analogu obniża aktywność związku, ale jej nie usuwa.



4,9-Dwumetylo-5,6-benzotiofentren



1,2,5,6-Dwubenzakrydyna



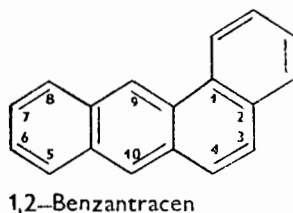
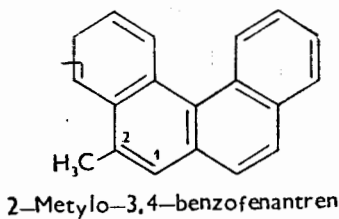
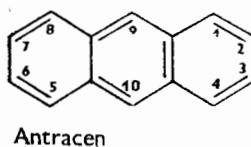
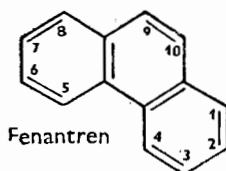
1,2,5,6-Dwubenzokarboli

Pochodne fenantrenu podstawione grupami metylowymi przynajmniej w trzech położeniach 1,2,3 i 4 lub analogiczne benzopochodne należą również do grupy związków rakotwórczych. Związki rakotwórcze grupy 1,2-benzantracenu można uważać za pochodne fenantrenu podstawione w położeniach 2,3 lub 1,2,3.

III. AKTYWNOŚĆ CHEMICZNA I BIOLOGICZNA WĘGLWODORÓW AROMATYCZNYCH GRUPY 1,2-BENZANTRACENU

Aktywne związki grupy 1,2-benzantracenu nie wchodzą łatwo w reakcje przyłączenia a niektóre jak benzopiren są bardzo odporne na ten rodzaj reakcji. Przyłączanie następuje w pierścieniach zewnętrznych, a nie

w czynnym położeniu mezo. Związki te ulegają natomiast łatwo reakcji podstawiania, które zachodzi w czynnym położeniu mezo w układzie 1,2-benzantracenu. Do reakcji takich należy sprzężenie z solami dwuazonowymi, wprowadzanie grupy acetoksylovej oraz rodanowanie. Można powiązać zależność między aktywnością rakotwórczą węglowodorów aromatycznych uwarunkowaną specjalnym układem pierścieniowym a niezwykle wrażliwością tych związków na działanie specjalnych odczynników, zwłaszcza soli dwuazonowych. Związki rakotwórcze są w wodzie nierozpuszczalne, rozpuszczają się natomiast znacznie w plazmie, ale nie łączą z białkiem plazmy. Jest możliwe, że ta szczególna czynność chemiczna towarzyszy własności istotnej dla rakotwórczości, warunkującej powstawanie i trwałość związków kompleksowych, a nie połączeń chemicznych. Związki o największej aktywności biologicznej i chemicznej różnią się od innych węglowodorów aromatycznych intensywną purpurową barwą pikrynianów i związków kompleksowych z trójnitrobenzenem. Prawdopodobnie wzmożenie tej barwy jest przejawem dużego powinowactwa do substancji, z którymi te węglowodory tworzą związki kompleksowe. Możliwym jest, że proces selektywnej adsorpcji zachodzącej na odpowiednio



położonych miejscach powierzchni komórki warunkuje tę szczególną czynność substancji rakotwórczej. Cząsteczka zaadsorbowanego związku powinna być płaska i mieć odpowiednią powierzchnię cząsteczkową, aby być zaadsorbowaną na powierzchni komórki. Obniżenie aktywności w szeregu 10-metylo, etylo i propylo może być spowodowane konfiguracją zygawkową związku zawierającego w łańcuchu więcej niż 2 atomy węgla. Grupa metylowa może leżeć w płaszczyźnie aromatycznego układu pierścieniowego. Uwodornienie któregośkolwiek z krańcowych pierścieni czynnego związku wywołuje wygięcie pierścienia w cząsteczce, znosząc tym samym aktywność biologiczną.

Aktywność rakotwórczych związków, których budowa odbiega od wymienionych, jak wielopodstawne pochodne fenantrenu wskazuje również

na zależność aktywności biologicznej od rozmiarów i kształtu cząsteczki [2,3].

W trakcie przemiany materii związki rakotwórcze wprowadzone do organizmu ulegają częściowo przemianie na pochodne fenolowe pozbawione własności rakotwórczych. Metabolizm ten stanowi proces który przeprowadza związek rakotwórczy w substancję nieaktywną. Zrozumienie natury tego procesu mogłoby wskazać metody pozwalające na wzmożenie zdolności organizmu do unieszkodliwiania substancji rakotwórczej.

Metabolit substancji rakotwórczej wydalany przez zwierzęta doświadczalne po wstrzyknięciu związku rakotwórczego jest pochodną fenolową tego związku, a grupa wodorotlenowa nie pojawia się w czynnych położeniach mezo, lecz w położeniach takich, jak przy reakcji przyłączenia.

IV. ZWIĄZKI RAKOTWÓRCZE NIE NALEŻĄCE DO GRUPY WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH, OBECNE W POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM

Nie tylko węglowodory aromatyczne stanowią czynnik groźny dla powstawania rakotwórczości. W próbach powietrza atmosferycznego, nie zawierającego węglowodorów aromatycznych a tylko pewne węglowodory alifatyczne lub tlenki alkylenów — epoksydy, stwierdzono własności rakotwórcze.

Pary gazoliny poddane działaniu ozonu wykazują aktywność rakotwórczą. Zawierają one epoksydy — tlenki wewnętrzne węglowodorów. Zbadano, że węglowodory alifatyczne obecne w gazach odlotowych wozów komunikacyjnych i pewnych odlotach kominów przemysłowych posiadają zdolność reagowania z tlenkami azotu w obecności światła i tworzą związki drażniące, biologiczne czynne [4]. Efekt drażniący wywołany przez te substancje może być czynnikiem w rozwoju raka płuc, na skutek wstrzymania procesów biologicznych. Zmniejszają one procesy poruszania się śluzu poprzez przewody oddechowe, powodując tym samym zatrzymanie cząstki pyłu a przy silnej ekspozycji i skumulowanie tych cząstek na komórkach. Może przy tym nastąpić zniszczenie górnych powierzchni komórek i odsłonięcie komórek, w których głównie zachodzi proces rakotwórczy, a których praca normalnie jest hamowana. Powtarzające się cykle zniszczenia powodują większą energię życiową komórek, które w obecności czynnika rakotwórczego mogą służyć jako przygotowanie podłoża do rozwoju raka.

V. SUBSTANCJE HAMUJĄCE ROZWÓJ RAKA, OBECNE W POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM

Węglowodory aromatyczne, niezależnie od właściwości rakotwórczej zdolne są wejść do komórek wewnętrznych organów. Stwierdzono doświadczalnie, że pewna ich ilość redukowała potencjał rakotwórczy silnych związków rakotwórczych do punktu zlikwidowania całkowitej potencji rakotwórczej [5]. Równoczesne działanie substancji rakotwórczej i nierakotwórczej lub słabo rakotwórczej może powodować silny efekt zatrzymania aktywności rakotwórczej, często nawet w przypadku stosowania środka nierakotwórczego w kilkadziesiąt godzin po zastosowaniu środka rakotwórczego. Istniejące w atmosferze pochodne fenolowe i chi-

nonowe węglowodorów wykazują również efekt hamujący, nie są one jednak jeszcze dostatecznie zbadane. W działaniu hamującym aktywność rakotwórczą dużą rolę odgrywa wielkość cząstek. Większość cząstek po wejściu do płuc może tam być zatrzymana w ciągu dłuższego czasu. Środowisko proteinowe eluuje węglowodory aromatyczne z cząstek o \emptyset większej od 100 m μ . Cząstki mniejsze zachowują swe węglowodory i zdolne są jeszcze adsorbować węglowodory eluowane z większych cząstek z bezpośredniego sąsiedztwa. W ten sposób readsorpcja węglowodorów o silnej aktywności rakotwórczej przez małe cząstki będzie zmniejszać aktywność węglowodorów rakotwórczych. Należy jednak zaznaczyć, że przy sprzyjających warunkach eluowanie substancji rakotwórczej przez plazmę czy inne środowisko proteinowe zachodzi ze znaczną szybkością i węglowodory po wejściu do komórki nabłonkowej mogą natychmiast wywołać aktywność biologiczną.

VI. POTENCJAŁ RAKOTWÓRCZY ATMOSFERY

Ważnym problemem w określaniu potencjału rakotwórczego powietrza atmosferycznego jest określenie efektu wszystkich substancji obecnych w powietrzu, rakotwórczych i hamujących aktywność rakotwórczą. Studia nad określeniem potencjału rakotwórczego atmosfery są obecnie prowadzone na szeroką skalę i rozszerzone są badaniami nad działaniem hamującym substancji słabo rakotwórczych i nierakotwórczych, zastosowanych nawet po dwu czy czterech dobach, po zastosowaniu silnej substancji rakotwórczej.

Jak dotąd, kompletne sklasyfikowanie w zanieczyszczonej atmosferze związków wstrzymujących rakotwórczość i ich koncentracje efektywne w odniesieniu do obecnych substancji rakotwórczych jest niemożliwe do wykonania, głównie ze względu na niestałość różnych węglowodorów adsorbowanych na sadzy.

VII. OZNACZANIE SUBSTANCJI RAKOTWÓRCZYCH W POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM

Oznaczanie substancji rakotwórczych w powietrzu atmosferycznym wykonuje się metodami chemicznymi, fizykochemicznymi i biologicznymi [6,7]. Te ostatnie zostały pominięte w niniejszej pracy. Do ogólnie znanych i przyjętych metod chemicznych należy oznaczanie substancji rakotwórczych metodami chromatograficznymi, które opierają się na zasadzie występowania wybitnych różnic powinowactwa związków o budowie podobnej w stosunku do środków absorbcyjnych [8,9]. Rozdział substancji, zależny od budowy cząsteczki, następuje bądź na kolumnie z Al_2O_3 , bądź na paskach bibuły impregnowanej odpowiednią substancją. Ostatnio istnieje tendencja w kierunku stosowania wyłącznie chromatografii bibułowej [5,10]. Rozdział składników następuje na bibule nasyconej polarną substancją organiczną za pomocą niepolarnego rozpuszczalnika organicznego nasyconego tą samą substancją polarną. O zdolności adsorbowania związków polarnych na niepolarnych decyduje tu głównie rodzaj, liczba i położenie grup polarnych występujących w cząsteczce danego związku oraz liczba podwójnych wiązań, w mniejszym stopniu wielkość i struktura cząsteczki. Im większa jest polarność substancji tym silniejsza jej ad-

sorpcja na polarnym adsorbencie z niepolarnego rozpuszczalnika i odwrotnie.

Dobór odpowiednich rozpuszczalników jest sprawą bardzo ważną. Poszczególne badacze podają różne rozpuszczalniki i adsorbenty dla tej metody [10].

Chromatografia bibułowa powinna przebiegać w ciemności przy stałej temp. pomieszczenia, a bieg chromatogramu zatrzymywany, gdy czoło rozpuszczalnika osiągnie pewną wysokość; ilość wymaganego materiału dla plamy na chromatogramie dla materiału fluorescencyjnego jest rzędu μg . Własności fluorescencyjne badanych związków określa się w świetle lampy ultrafioletowej o długości fal około 3600 \AA przy zastosowaniu odpowiednich filtrów [11,12]. Wartości R_F obliczane z chromatogramu charakteryzują prędkość przesuwania się maksymalnego stężenia pasma danego składnika w stosunku do prędkości przepływu rozpuszczalnika podczas procesu rozwijania chromatogramu [13, 14,15].

Ostatnio dla charakterystyki danej substancji proponowane jest obliczanie R_B współczynnika względnego ruchliwości w odniesieniu do wzorcowej substancji, jak np. 3 4 benzopirenu [12, 15,16]. Stosowanie chromatografii gazowej (co miało miejsce przy analizie gazów spalinowych z motorów) jest niecelowe, ze względu na znaczne straty związków organicznych spowodowane wysoką temperaturą, przy jakiej musi ona przebiegać.

Metoda chromatograficzna dająca podział składników przy pomocy dwu faz w procesie przeciwpądowym daje wyniki powtarzalne, jeśli utrzymuje się stałe warunki doświadczenia, ale w zasadzie daje określenie substancji jakościowe, a tylko w dużym przybliżeniu — ilościowe.

Ilościowe oznaczenie składu mieszaniny związków wymaga zastosowania czułego i selektywnego spektrofotometru. Jest to najczulsza fizykochemiczna metoda zarówno jakościowa, jak i ilościowa dla określenia składu i ilości tak małych materiałów, jakie znajdujemy w powietrzu atmosferycznym. Należy jednak zaznaczyć, że wiele związków fluoryzujących jest czułych na światło (prawdopodobnie ulegają utlenieniu, przez co następuje zniszczenie układu rezonansowego związku warunkującego fluorescencję).

Ostatnio sugerowane są następujące kryteria identyfikacji tych związków: 1) określanie wartości R_F i R_B ; 2) obserwacje barwy plamy na chromatogramie pod naświetleniem ultrafioletowym; 3) zaobserwowanie zmiany barwy plamy po natrysku reagentem rozwijającym i obserwacja stref poprzednio niewidocznych; 4) określenie absorpcji widma w ultrafioletecie plam w porównaniu z pustym miejscem chromatogramu, wyciętym z jakiegoś traktu pustego tuż nad linią startową tego samego chromatogramu; 5) określenie widma fluorescencyjnego plam; 6) określenie widma absorpcyjnego ultrafioletowego eluatów oddzielnych plam wyciągniętych z chromatogramu; 7) obserwacja różnic w lotności plam.

Za pomocą podanych metod określono ilościowo w ostatnim dziesięcioleciu ponad 100 kontaminentów fluorescencyjnych obecnych w pyłe powietrza atmosferycznego w ilościach zbyt małych dla zwykłych analiz chemicznych. Te kontaminenty były w większości badań wydzielane w czystej formie za pomocą chromatografii bibułowej a następnie badane w spektrofotometrze [17].

Dla wszystkich węglowodorów, posiadających podstawową strukturę 1,2-benzantracenu, stwierdzono w spektrofotometrze ugrupowanie 3 głównych pasm.

VIII. ZAKOŃCZENIE

Wydaje się, że analiza chromatografii bibułowej i spektrometrii fluorescencyjnej daje doskonałe wyniki dla identyfikacji związków — węglowodorów policyklicznych (z wyjątkiem węglowodorów niefluoryzujących, jak naftacen, pentacen). Dla potwierdzenia jednak wniosków zalecane jest jeszcze jako konieczne, prowadzenie równoległe badań biochemicznych na zwierzętach doświadczalnych *).

Wprowadzenie do rutynowych badań oznaczenia węglowodoru 3,4 benzopirenu jako wskaźnika zanieczyszczenia atmosferycznego i istniejącego niebezpieczeństwa rakotwórczego powinno być sprawą godną uwagi.

Ze względu na wpływ wielu czynników na dokładność identyfikacji i ocenę ilościową — dane dotyczące oznaczeń związków różnią się nieraz znacznie u poszczególnych badaczy.

X. В ы ш и н ь с к а

WECZYSTWA WYZYWAJĄCE ZŁOKACZESTWENIĄ OPUCHOŁY, NAJDUJĄCE SIĘ W ZAGRZYNIONYM ATMOSFERNYM WODZU I IХ ZNACZENIE

Автор рассматривает некоторые канцерогенные вещества находящиеся в загрязненном атмосферном воздухе и находящиеся вместе с ними вещества тормозящие развитие рака.

Представлены также основные направления методики обозначения микроколичества этих веществ.

Многочисленной, опасной и лучше всего исследованной группой канцерогенных веществ находящихся в атмосферном воздухе является ароматические углеводороды кольцеобразно соединенного — 1,2 бензпирена в положении 9,10, которых положение обуславливает химическую и биологическую активность.

Алифатические углеводороды выступающие в некоторых моторных газах способны к реакциям с кислородными соединениями азота обладать раздражающими способностями, также эпоксиды обладают канцерогенными свойствами.

Рядом с канцерогенными веществами выступают в атмосферном воздухе вещества уменьшающие потенциал канцерогенных веществ — это производные феноловых и хиноловых углеводов.

Обозначение канцерогенных веществ в атмосферном воздухе ведется физическими и химическими методами. Чаще всего применяют раздел этих веществ при помощи бумажной хроматографии, а для их идентификации при помощи спектрофотометрии. опирающейся на биологических методах над опытными животными.

H. Wyszynska

CANCEROGENIC SUBSTANCES IN THE CONTAMINATED ATMOSPHERIC AIR

In the present study the author discusses the cancerogenic substances present in the atmospheric air and the existing besides them substances inhibiting the development of cancer, and presents methodical directions of determination of micro-amounts of those compounds which appear in atmosphere.

*) Badania takie równoległe z prowadzonymi badaniami chemicznymi zostały już zaplanowane i rozpoczęte w Zakładzie Higieny Komunalnej PZH oraz Katedrze Higieny Osiedli A. M.

The most numerous, the most dangerous, and the best examined group of cancerogenic substances present in the atmospheric air constitute aromatic carbohydrides possessing annular system 1,2 of benzanthracen containing carbon group in mezo position or 9.10 and this system enables chemical and biological activity to take place.

Alliphatic carbohydrides appearing in some exhaust gases able to form with nitrogen oxide irritating compounds and alkiline oxides — epoxides also reveal cancerogenic properties.

Besides cancerogenic substances in the atmosphere there appears a certain number of substances capable to reduce the carcinogenic potential of strong cancerogenic compounds; such action is shown among others by derivatives of phenol and chinon carbohydrides. The size of the particles plays a large role in the action of inhibiting cancerogenic activity.

Determination of cancerogenic substances in atmospheric air is carried out by chemical and physicochemical methods — paper chromatography is most frequently used for the division of substances and spectrophotometry for their identification — basing on biological methods on experimental animals.

PISMIENNICTWO

1. *Badger G. M.*: The carcinogenic hydrocarbons, chemical constitution and carcinogenic activity. *Brit. J. Canc.*, 2, 309, 1948. — 2. *Butenandt A.*: Carcogene Stoffe und Entstehung bosartiger Tumorem. *Chem. Zg.*, 74, 7, 1950. — 3. *Clar E.*: Aromatische Kohlenwasserstoffe, polycyclische. Systeme Berlin 1952. — 4. *George Evan More, Katz M.*: Polynuclear aromatic hydrocarbons in the particulates of diesel exhausts in railway tunnels and in the particulates of an urban atmosphere. *Int. J. Air Pollut*, 2, 221, 1960. — 5. *Falk H. L., Kotin P., Miller A.*: Polynuclear aromatic hydrocarbons in polluted atmosphere and factors concerned with carcinogenic activity. *Int. J. Air. Pollut*, 2, 201, 1960. — 6. *Mayrsohn H., Mader PP.*: Polarographic properties of smog aerosols. *Int. J. Air Pollut*, 2, 283, 1960. — 7. *Commis B. T.*: A modified method for the determination of polycyclic hydrocarbons. *Analyst*, 83, 386, 1953. — 8. *Dubois L., Corkery A., Monkman J. L.*: Chromatography of polycyclic hydrocarbons. *Int. J. Air Pollut*, 2, 236, 1960. — 9. *Grunwald B.*: Paper chromatography of polycyclic aromatic hydrocarbons *J. Appl. Chem.*, 7, 1, 1957. — 10. *Blauth-Opieńska J.*: Chromatografia, Warszawa, 1957.
11. *Pietsch A.*: Die Papierchromatographie cancerogener Kohlenwasserstoffe. *Pharmazie*, 12, 24, 1957. — 12. *Sposterood T. M.*: The chromatography of polycyclic aromatic hydrocarbons on acetylated paper. *J. Chromatography*, 2, 90, 1959. — 13. *Thomas J. F., Tebbens B. D., Sanborn E. N., Cripps J.*: Fluorescent spectra of aromatic hydrocarbons found in polluted atmosphere. *Int. J. Air Pollut*, 2, 210, 1960. — 14. *Thomas J. F., Tebbens B. D., Mitsugi, Muksi, Sanborn E. N.*: Determination of aromatic hydrocarbons in polluted air. *Anal. Chem.*, 29, 12, 1957. — 15. *Sawicki E., Elbert W., Stanley T. W., Hauser T. R., Fox F. T.*: Detection and determination of polynuclear hydrocarbons in the air particulates of nine American cities. *Int. J. Air Pollut*, 2, 273, 1960. — 16. *Walter R. E.*: The benzopyrene context of town air. *Brit. J. Canc.*, 6,8, 1952. — 17. *Wieland Th., Kracht W.*: Papierchromatographie von mehrererigen Aromaten. *Angew. Chem.*, 69, 172, 1957.