

Roman Wachowiak, Bogna Strach

Analiza składników aktywnych materiału dowodowego zabezpieczonego w przypadkach narkomanii, z udziałem amfetamin i przetworów konopi

Analysis of active components of evidence materials secured in the cases of drugs abuse associated with amphetamines and cannabis products

Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. med. Z. Przybylski

Praca uwzględnia aktualne możliwości wykorzystania skutecznych fizykochemicznych metod badawczych (izolacji, krystalizacji, ustalenia zakresów temperatur topnienia, TLC, GLC i spektrofotometrii UV), przydatnych w obiektywnej i wiarygodnej analizie jakościowo-ilościowej najczęściej nadużywanych narkotyków. Opracowane warunki analizy jakościowo-ilościowej dotyczą aktywnych substancji zawartych w zabezpieczonych materiałach dowodowych zawierających: siarczan amfetaminy, chlorowodorek metyloamfetaminy i 3,4-metylenodioxymetyloamfetaminy (MDMA, Ecstasy) oraz Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) – składnika aktywnego preparatów cannabis (marihuana, haszysz). Przydatność wyników badań fizykochemicznych materiału dowodowego dla celów opiniodawczych jest przedmiotem szczegółowej interpretacji toksykologiczno-sądowej.

The study takes advantage of the presently available effective physicochemical methods (isolation, crystallization, determination of melting point, TLC, GLC and UV spectrophotometry) for an objective and reliable qualitative and quantitative analysis of frequently abused drugs. The authors determined the conditions for qualitative and quantitative analysis of active components of the secured evidence materials containing amphetamine sulphate, methylamphetamine hydrochloride, 3,4-methyleneoxy-methamphetamine hydrochloride (MDMA, Ecstasy), as well as Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) as an active component of cannabis (marihuana, hashish). The usefulness of physicochemical tests of evidence materials for opinionating

purposes is subject to a detailed forensic toxicological interpretation.

Słowa kluczowe: materiał dowodowy, pochodne amfetaminy, Δ^9 -tetrahydrokannabinol, analiza jakościowo-ilościowa

Key words: evidence materials, amphetamine derivatives, Δ^9 -tetrahydrocannabinol, qualitative and quantitative analysis

WPROWADZENIE

Zgodnie z wymaganiami Ustawy o Przeciwdziałaniu Narkomanii (Dz.U. Nr 75, poz. 487 z dnia 24. 04. 1997) i jej nowelizacji (Dz.U. Nr 179, poz. 1484 i 1485 z dnia 29.07.2005) [16], racjonalne postępowanie administracyjno-karne i orzekanie w stosunku do przestępczego działania producenta czy dystrybutora, wymaga odpowiednich badań fizykochemicznych zabezpieczonego materiału dowodowego. Z danych statystycznych Zakładu Medycyny Sądowej w Poznaniu i innych placówek wynika, że istnieje aktualnie duże zapotrzebowanie na przeprowadzanie tego typu badań ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji amfetamin (amfetamina – AM, metylenodioxymetyloamfetamina – MDMA, metyloamfetamina – MAM) oraz surowców konopi (marihuana, haszysz). Częstość analizowania poszczególnych materiałów dowodowych w ostatnich latach przedstawia tab. I.

Tabela I. Materiał dowodowy analizowany w Zakładzie Medycyny Sądowej w Poznaniu w latach 2000-2005.
Table I. Evidence materials analyzed in The Department of Forensic Medicine in Poznań in 2000-2005.

Badany materiał examined material	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ziele konopi, haszysz marihuana, hashish	180	174	312	83	63	71
amfetamina amphetamine	64	87	129	16	97	179
MDMA	11	8	31	5	16	15
metyloamfetamina metamphetamine	2	11	31	5	15	–
LSD	3	3	2	–	–	–
grzybki halucynogenne hallucinogenic mushrooms	1	1	1	–	–	–
heroina heroin	–	2	–	–	–	–
opiaty opioids	3	3	3	–	1	8
kokaina cocaine	1	3	3	3	–	–

Problem opiniodawczy dotyczy właściwej kwalifikacji i rozróżnienia surowca pochodzącego z krajowego ziele konopi siewnej (*Cannabis sativa*), tzw. odmiany włóknistej zawierającej do 0,2 % Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC), od odmiany ziele konopi indyjskiej (*Cannabis indica*) zawierającej powyżej 0,2 % składnika aktywnego w suchej masie surowca [16]. Podobne rozwiązania dotyczą rutynowych badań identyfikacyjnych skutecznej kontroli jakościowo-ilościowej „handlowych” preparatów amfetamin z dominującym udziałem siarczanu amfetaminy (dystrybucja w postaci proszku) oraz MDMA (tabletki).

Wykorzystując różnorodność właściwości fizykochemicznych analizowanych substancji aktywnych opracowano odpowiednie metody analityczne dostosowane równocześnie do możliwości aparaturowych zainteresowanych jednostek badawczych i opiniodawczych.

ANALIZA AMFETAMINY I JEJ POCHODNYCH W MATERIALE DOWODOWYM

Materiał i metody

Dostępna w Polsce w nielegalnym obrocie amfetamina występuje w postaci soli (najczęściej siar-

czanu). Jako składniki towarzyszące (zafałszowania) w materiałach dowodowych spotyka się często węglowodany (mono-, disacharydy, skrobia) oraz tzw. „leki obojętne” (kofeina, paracetamol, efedryna).

Podstawowym kryterium identyfikacji aktywnego związku chemicznego zawartego w postaci „handlowej” podlegającej nielegalnej dystrybucji jest jego analiza po uprzedniej izolacji. Odpowiednio ukierunkowana izolacja związku psychoaktywnego z tabletki czy proszku pozwala na otrzymanie postaci krystalicznej, której identyfikacja może być przeprowadzona z zastosowaniem typowych metod fizykochemicznych.

Wzorzec siarczanu amfetaminy uzyskano z Biura – United Nation, Division of Narcotic Drug – Vienna, Austria a czystą postać MDMA (chlorowodoru 3,4-metylenodioksymetyloamfetaminy) pozyskano na drodze krystalizacji z materiałów dowodowych.

Otrzymywanie czystej postaci siarczanu amfetaminy z materiałów dowodowych

Proszek deklarowany jako siarczan amfetaminy rozpuszczono w wodzie a następnie doprowadzono do pH 13 przy pomocy 6 M NaOH. Roztwór po alkalizacji ekstrahowano trzykrotnie dichlorometa-

nem. Po oddestylowaniu i wysuszeniu w strumieniu azotu pozostałość rozpuszczono w jak najmniejszej ilości metanolu. W celu wytrącenia krystalicznej postaci siarczanu amfetaminy do wydzielenia wolnej zasady dodawano w nadmiarze kroplami stężonego kwasu siarkowego (96 %). Otrzymany wytrącony biały osad, po dekantacji i przemyciu metanolem wysuszono do stałej masy (w próżni) i poddano analizie elementarnej. Badanie temperatury topnienia otrzymanego siarczanu amfetaminy wykonane na aparacie Boetiusa wykazało 328°C (z rozkładem) i było zgodne z danymi z piśmiennictwa [4, 9].

Otrzymywanie krystalicznej postaci chlorowodorku 3,4-metylenodioksymetyloamfetaminy z materiałów dowodowych (tabletki)

W procesie izolacji wykorzystano dobrą rozpuszczalność chlorowodorku MDMA w dobranym układzie rozpuszczalników (eter dietylowy:izopropanol 1:1), warunkującym szybką krystalizację po oziębieniu. Tabletki deklarowane jako 3,4-metylenodioksiamfetamina po rozkruszeniu zadano mieszaniną eteru dietylowego i izopropanolu (1:1), a następnie ogrzano na łaźni wodnej. Roztwór po przesączeniu od masy tabletkowej pozostawiono do krystalizacji w temperaturze lodówki ($\pm 4^\circ\text{C}$). Badanie temperatury topnienia otrzymanej krystalicznej postaci 3,4-metylenodioksymetyloamfetaminy w postaci chlorowodorku wykonane na aparacie Boetiusa wykazało zakres 150-151°C i było zgodne z danymi z piśmiennictwa [9, 12].

Analiza jakościowa amfetamin metodą chromatografii cienkowarstwowej TLC

Metoda chromatografii cienkowarstwowej jest jednym z najszybszych a zarazem najprostszych i wiarygodnych postępowań analitycznych, możliwych do przeprowadzenia praktycznie w każdym laboratorium. Rozdział amfetamin przeprowadzono na płytkach Kiesselgel 60 F 254 firmy Merck, z zastosowaniem fazy ruchomej octan etylu:metanol:amoniak (8,5:1,0:0,5). Na płytkę nanoszono po 0,1 ml 1 % ekstraktów etanolowych roztworów badanych związków. Po rozwinięciu i wysuszeniu chromatogramu dokonano identyfikacji badanych związków w świetle lampy UV długości fali 254 nm, a następnie plamy rozdzielonych związków wywołano przy pomocy 1 % roztworu Fast Black K w wodzie (tab. II).

Analiza ilościowa amfetamin metodą spektrofotometryczną

Pomiary wykonano na spektrofotometrze SPECORD UV/VIS Carl-Zeiss Jena z kuwetami kwantowymi o grubości 1 cm. Analizę ilościową najczęściej spotykanych soli amfetamin, po uprzednim wykluczeniu obecności innych związków interferujących w ich oznaczaniu w materiale dowodowym, przeprowadzono metodą spektrofotometryczną, przy wybranych analitycznych długościach fal: $\lambda = 260 \text{ nm}$ dla AM i MAM oraz $\lambda = 290 \text{ nm}$ dla MDMA. Zależność $Ab(f) = c \text{ (mg/ml)}$ ustalono podczas badań odpowiednio rozcieńczonego roztworu podstawowego zawierającego wzorec siarczanu AM i chlorowodorku MAM ($c = 1 \text{ mg/ml}$), a dla chlorowodorku MDMA ($c = 0,1 \text{ mg/ml}$). Badane roztwory podstawowe i kalibracyjne siarczanu amfetaminy (zakres 0,1-1 mg/ml) wykonano w 0,1 M wodnym HCl, a w przypadku chlorowodorku metyloamfetaminy (zakres 0,125-0,5 mg/ml) i chlorowodorku MDMA (zakres 0,1-1,0 mg/ml) do rozcieńczeń użyto alkoholu etylowego 99,8 %.

Analiza ilościowa materiału dowodowego

– siarczan amfetaminy – proszek

Odważono 10 mg badanego preparatu i po umieszczeniu w kolbie miarowej o objętości 10 ml i rozpuszczeniu w 0,1 M wodnym roztworze HCl. Po przesączeniu roztwór analizowano spektrofotometrycznie przy analitycznej długości fali, wobec 0,1 M HCl jako próby odniesienia. W rutynowym postępowaniu zawartość procentową siarczanu amfetaminy obliczono ze wzoru na podstawie równoległego pomiaru absorbancji wzorcowego roztworu siarczanu amfetaminy (0,5 mg/ml):

$$C\% = \frac{0.005 * Ab_{bad.} * 100}{0.01 * Ab_{wz}}$$

Ab_{bad} – absorbancja badanego roztworu amfetaminy; Ab_{wz} – absorbancja wzorcowego roztworu amfetaminy.

– chlorowodorku 3,4-metylenodioksymetyloamfetaminy (MDMA) – tabletki

Odważono dokładnie 10 mg (0,01 g) masy rozrzuconych w moździerzu tabletek, dla których ustalono średnią masę tabletki. Odważkę po umieszczeniu w kolbie 100 ml uzupełniono etanolem do kreski. Po łagodnym wytrząsaniu ($\pm 2 \text{ min}$) przesączone i poddano analizie spektrofotometrycznej. Zawartość MDMA w tabletkce można obliczyć poprzez porównanie wartości absorpcji roztworu wzorcowego z ustaloną wartością absorpcji próby badanej, zgodnie ze wzorem:

$$C_{MDMA/tab.mg} = \frac{C_{wz} * Ab_{bad.} * \bar{x}_{m.tab.}}{A_{wz} * M}$$

C_{wz} – stężenie wzorca MDMA (mg/ml); $Ab_{bad.}$ – absorpcja próby badanej zawierającej MDMA; M – odważka próby badanej; Ab_{wz} – absorpcja roztworu wzorcowego MDMA,

\bar{x} – średnia masa tabletki.

ANALIZA Δ^9 -TETRAHYDROKANNABINOLU W MATERIALE DOWODOWYM

Materiał i metody

Analiza jakościowa Δ^9 -THC metodą chromatografii cienkowarstwowej TLC

Rozdział przeprowadzono na płytkach Kiessel-gel 60 F 254 firmy Merck, z zastosowaniem fazy ruchomej n-heksan:eter dietylowy (4:1). Na płytkę nanoszono po 0,1 ml 1 % ekstraktów n-heksanowych roztworów badanych związków (fajki, luźki szklane płukano kilkakrotnie niewielką ilością n-heksanu). Po rozwinięciu i wysuszeniu chromatogramów dokonano wizualizacji rozdzielanych związków w świetle lampy UV przy długości fali 254 nm, które następnie wywołano przy użyciu 1 % roztworu Fast Blue w wodzie.

Analiza ilościowa Δ^9 -THC metodą chromatografii gazowej

Oznaczanie Δ^9 -tetrahydrokannabinolu w materiale dowodowym wykonano metodą chromatografii gazowej, po uprzednim sililowaniu za pomocą N,O-bis-trimetylosililotrifluoroacetamidu (BSTFA), z użyciem kolumny kapilarnej RTX 5 i detektora typu FID. Analizę przeprowadzono w programie temperaturowym:

100°C (1 min) – R 30°C/min 175°C – R 6°C/min 240°C (12 min)

przy temperaturze komory nastrzykowej oraz detektora – 250°C.

Wykonanie oznaczenia:

Badany surowiec (materiał dowodowy \pm 0,1 g) poddano trzygodzinnej maceracji n-heksanem (2,5 ml) a następnie kolejnej ekstrakcji n-heksanem (2,5 ml), a z otrzymanego ekstraktu pobrano 0,1 ml i po odparowaniu w strumieniu azotu, poddano procesowi derywatywacji przy pomocy 0,1 ml roztworu 1 % chlorotrimetylosilanu w bis-(trimetylsilyl)trifluor w temperaturze 80°C (30 min).

Krzywą kalibracji $A(f) = c$ wykonano z roztworu podstawowego ($c = 5$ mg/ml Δ^9 -tetrahydrokanna-

binolu w etanolu). Z roztworu podstawowego przygotowano odpowiednie rozcieńczenia zgodne z ustalonym zakresem kalibracji (0,08-1,2 mg/ml), przydatnym do oznaczania składnika aktywnego w zabezpieczonych materiałach dowodowych. Ustalone dodatkowe parametry kalibracyjne wykazały odpowiednio: współczynnik korelacji $R^2 = 0,999$, oznaczalność Δ^9 -THC – 0,01mg/ml; wartość procentowego odchylenia standardowego s_r – 1,55 %. Przykładowy rozdział chromatograficzny analizowanego Δ^9 -THC jako sililowej pochodnej i pozostałości ekstraktu otrzymanego z materiału dowodowego przedstawiono na rysunku 1.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rodzaj zabezpieczonych materiałów dowodowych przekazywanych do badań toksykologicznych ulega okresowym zmianom fluktuacyjnym i jest uwarunkowany głównie zróżnicowanym popytem potencjalnych odbiorców, jak również możliwościami podaży proponowanej przez nielegalnych dilerów. Profil zleceń realizowanych w latach 2000-2005 w ZMS w Poznaniu, przedstawiony w tabeli I, wskazuje na dominujący udział preparatów Cannabis i pochodnych amfetaminy, które aktualnie są dominującym przedmiotem rutynowych badań analitycznych.

Zgodnie z piśmiennictwem, opracowanie efektywnych metod analizy jakościowo-ilościowej przydatnych w obiektywnej i wiarygodnej analizie jakościowo-ilościowej materiałów dowodowych, dotyczyło najczęściej nadużywanych narkotyków: siarczanu amfetaminy, 3,4-metylenodioksymetyloamfetaminy (MDMA, Ecstasy) [5, 10, 12, 13, 16, 17] oraz Δ^9 -tetrahydrokannabinolu – aktywnego składnika przetworów konopi – marihuany i haszyszu [1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 14, 15]. W ukierunkowanych badaniach zwrócono uwagę na możliwość wykorzystania różnych technik analitycznych oraz podstawowe wyposażenie aparaturowe poszczególnych jednostek badawczych.

W analizie jakościowej amfetamin zastosowano klasyczną izolację związku psychoaktywnego z tabletki czy proszku, a otrzymaną postać krystaliczną o wysokim stopniu czystości badano przy użyciu typowych metod fizykochemicznych takich jak temperatura topnienia czy określenie składu elementarnego pierwiastków tworzących. Otrzymane wyniki rutynowych badań zebrano w tab. II.

Alternatywną metodą przydatną w analizie jakościowej amfetamin, weryfikującą jednocześnie obecność dodawanych często zafałszowań, zanieczysz-

czeń w postaci tzw. leków obojętnych (paracetamol, kofeina, efedryna), może być metoda chromatografii cienkowarstwowej. Efekt rozdzielania badanych związków, determinowany zróżnicowanymi warto-

ściami R_f na chromatogramach oraz wyniki barwnych reakcji związków aktywnych i ich potencjalnych zafałszowań po wywołaniu przedstawiono w tabeli II.

Tabela II. Parametry analizy jakościowo-ilościowej badanych pochodnych amfetaminy oraz ocena statystyczna kalibracji.

Table II. Parameters of qualitative and quantitative analysis of examined amphetamine derivatives as well as statistic evaluation of calibration range.

Nazwa badanego związku Examined compound	Analiza jakościowa – chromatografia cienkowarstwowa Qualitative analysis – TLC			Badania fizykochemiczne Physico – chemical analysis			Analiza ilościowa - spektrofotometria UV Quantitative analysis UV spectrophotometry		
	Rf* x 100	UV 254 nm	Fast Black K	Temperatura topnienia °C Melting point °C	Analiza elementarna [%] Elemental analysis		Zakres kalibracji [mg/ml] λ [nm] range of calibration	Względne procentowe odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik korelacji R Correlation coefficient
					Obliczona Calculate	Oznaczona found			
Siarczan amfetaminy Amphetamine sulfate (C ₉ H ₁₃ N) ₂ H ₂ SO ₄	64	Wygaszenie fluorescencji (ciemna plama) expire of fluorescence (black spot)	Różowa pink	328 z rozkładem with decomposition	C 58,67 N 7,60 H 7,66	58,47 7,60 7,99	0,1–1,0 λ = 260	3,81	0,9852
Chlorowodorek Metyloamfetaminy Metamphetamine hydrochloride C ₁₀ H ₁₅ N:HCl	58	Wygaszenie fluorescencji expire of fluorescence	Pomarańczowa orange	165	–		0,125-0,500 λ = 260	6,80	0,9447
MDMA Methylenedioxy-metamphetamine hydrochloride C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ :HCl	60	Wygaszenie fluorescencji expire of fluorescence	Pomarańczowa orange	150-151	C 57,52 N 6,09 H 7,02	57,46 6,08 7,02	0,005-0,075 λ = 290	2,82	0,9855

* wartości Rf najczęściej spotykanych zafałszowań: efedryna 43, paracetamol 74, kofeina 77, ostatnio notowano także obecność mCPP (chlorofenylpiperazyne).

* Rf values of most frequently noted falsification: ephedrine 43, paracetamol 74, caffeine 77, recently 1-(m-chlorophenyl)piperazine was noted.

Występowanie charakterystycznych widm absorpcji amfetamin oraz wysokie współczynniki absorpcji przy wybranych, analitycznych długościach fal (amfetamina λ = 260 nm, metyloamfetamina I = 260 nm, MDMA λ = 290 nm), umożliwiają ich analizę ilościową, przydatną w badaniach materiału dowodowego. Podstawowym warunkiem zastosowania metody spektrofotometrycznej do analizy ilościowej amfetamin jest wynik analizy jakościowej potwierdzający jej czystość i równocześnie wykluczenie obecności innych związków (zafałszowań) w badanym materiale dowodowym.

Zakresy kalibracji oraz wybrane parametry kalibracyjne: oznaczalność, względne procentowe odchylenie standardowe S_r dla opracowanych metod zebrano w tab. II.

W przypadku stwierdzenia w badanym materiale dowodowym obecności zanieczyszczeń organicznych w postaci tzw. innych leków metodą z wyboru w analizie ilościowej amfetamin są inne metody chromatograficzne (GLC, GC-MS, HPLC).

Zgodnie z polskim ustawodawstwem za produkt narkotyczny uznawany jest surowiec z rodzaju Cannabis zawierający powyżej 0,2 % Δ^9 -tetrahydrokannabinolu. W badaniach jakościowych Δ^9 -tetrahydrokannabinolu można z powodzeniem zastosować metodę chromatografii cienkowarstwowej. Do badań ilościowych wykorzystano metodę chromatografii gazowej po uprzedniej derywatywacji oznaczanego związku. Konieczność oznaczania składnika aktywnego Δ^9 -tetrahydrokannabinolu jako pochodnej silylowej wynikała z naszych długoterminowych obserwacji, które wskazywały na niekorzystny wpływ interferencyjny innych substancji towarzyszących podczas stosowania metod HPLC czy GLC bez wstępnej derywatywacji. Efekt rozdzielania Δ^9 -tetrahydrokannabinolu jako silylowej pochodnej otrzymanej z pozostałości ekstraktu materiału dowodowego (marihuany) przedstawiono na rysunku 1.

Ryc. 1. Typowy rozdział Δ^9 -THC jako siliłowej pochodnej pozostałości ekstraktu badanego materiału dowodowego (marihuana).

Fig. 1. Typical chromatographic separation of Δ^9 -THC silił derivative as a residue extract of an examined evidence material (marihuana).

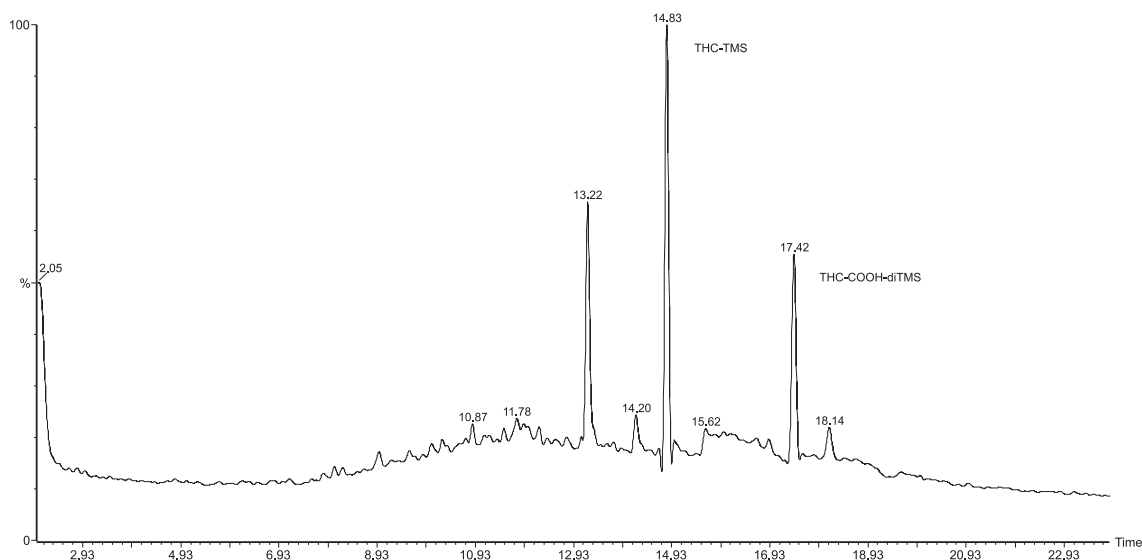


Tabela III. Zakresy stężeń związków psychoaktywnych zawartych w materiałach dowodowych badanych w Zakładzie Medycyny Sądowej w Poznaniu w roku 2005.

Table III. Range of concentration of psychoactive compounds in examined evidence materials in Department of Forensic Medicine in Poznań in 2005.

Badany związek examined compound	Postać handlowa market formulation	Zakresy oznaczanych stężeń w materiałach dowodowych range of concentration		Zafałszowania falsifications
		Zakresy stężeń % range of concentration %	Wartości średnie % average concentration %	
Siarczan amfetaminy amphetamine sulfate	Proszek n = 179 powder	1,1- 53	16	Kofeina caffeine
MDMA (ecstasy)	Tabletki n = 15 prób tablets n = 15 files	2- 32 (6-100 mg w tabletkie in tablet)	22 (50 mg w tabletkie in tablet)	Kofeina, mCPP* caffeine, mCPP*
Δ^9 -THC	Marihuana n = 66 Haszysz n = 5	0,16-4,20 3,60-3,75	1,24 3,67	- -

* mCPP 1-(m-chlorophenyl)piperazyna

* mCPP 1-(m-chlorophenyl)piperazine

Tendencja podwyższania wyników oznaczeń Δ^9 -tetrahydrokannabinolu w metodzie bez derivatyzacji, mimo dobrej rozdzielczości głównych składników cannabis, jest przedmiotem naszych dalszych badań. Zakres kalibracji dla opracowanej metody mieści się w zakresie 0,08-1,2 mg/ml, co jest przydatne dla oznaczania

najczęściej notowanego stężenia Δ^9 -tetrahydrokannabinolu w badanym materiale dowodowym (0,2 do 3,0 %). Oznaczalność metody ustalono na poziomie 0,01 mg/ml, przy wystarczających parametrach walidacyjnych: względne odchylenie standardowe $S_r = 1,55$, a współczynnik korelacji $R^2 = 0,999$.

Wyniki analizy składników aktywnych zawartych w badanych materiałach dowodowych i ich zakresy stężeń przedstawiono w tabeli III.

Opracowane metody analizy jakościowo-ilościowej znajdują praktyczne zastosowanie w rutynowych badaniach materiału dowodowego w Katedrze i Zakładzie Medycyny Sądowej w Poznaniu.

WNIOSKI

- Przepisy prawne polskiego ustawodawstwa, dotyczące używania i dystrybucji substancji psychoaktywnych wymagają opracowania szybkich skryningowych metod badawczych przydatnych w analizie jakościowej i ilościowej materiałów dowodowych.

- Wstępną analizę jakościową amfetamin obok najczęściej spotykanych zafałszowań (kofeina, paracetamol, efedryna) można przeprowadzić metodą chromatografii cienkowarstwowej.

- Analizę ilościową pochodnych amfetamin można dokonać metodą spektrofotometrii UV przy analitycznych długościach fal (amfetamina $\lambda = 260$ nm, metyloamfetamina $\lambda = 260$ nm, MDMA $\lambda = 290$ nm). W przypadku potwierdzenia w materiale dowodowym najczęściej notowanych zafałszowań (kofeina, paracetamol, efedryna), metodą z wyboru w analizie ilościowej staje się metoda chromatografii cieczowej (HPLC) lub gazowej ze spektrometrią masową (GC-MS)

- W rutynowej analizie jakościowo-ilościowej substancji czynnej materiałów dowodowych rodzaju Cannabis – Δ^9 -tetrahydrokannabinolu – zastosowano metodę chromatografii gazowej po uprzednim procesie siliłowania.

- Stężenie składników psychoaktywnych w badanych materiałach dowodowych dotyczyło następujących zakresów: siarczan amfetaminy od 1,1 do 53 %, chlorowodorek metylenodioksymetyloamfetaminy od 2 do 32 % (tj. od 6 do 100 mg – średnio około 50 mg – w jednej tabletkce), Δ^9 -tetrahydrokannabinol zawarty w marihuanie od 0,16 do 4,2 %, a w haszyszu od 3,6 do 3,75 %.

PIŚMIENNICTWO

1. Atasoy B., Bicer F., Acikkol M., Bilgic Z.: Illicit drug abuse in the Mamara region of Turkey. *Forensic Sci. Inter.*, 1983, 21, 129-137.

2. Baker R. B., Fowler R., Bagon K. R., Gough T. A.: Determination of the distribution of cannabinoids in cannabis resin using high performance liquid chromatography. *J. Anal. Toxicol.*, 1980, 4, 145-152.

3. Barni Comparini J., Centini F.: Packed column chromatography, high resolution gas-chromatogra-

phy in comparison for the analysis of cannabis constituents. *Forensic Sci. Inter.*, 1983, 21, 129-137.

4. Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1973, 2665.

5. Bost R. O.: 3,4-methylenedioxyamphetamine (MDMA) and other amphetamine derivatives. *J. Forensic Sci. Soc.* 1988, 33, 576-587.

6. Flora K. P., Cradock J. C.: Determination of Δ^9 -tetrahydrocannabinol in pharmaceutical vehicles by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 1981, 206, 117-123.

7. Manno S. Manno B., Walsworth D., Herd R.: Analysis and interpretation of the cannabinolic content of confiscated marijuana samples. *J. Forensic Sci.*, 1974, 19, 884-890.

8. Mobrak Z., Zakin D.: Some chromatographic aspects of hashish analysis. *Forensic Sci.*, 1974, 4, 161-169.

9. Moffat A., Osselton M. D., Widdop B.: *Clarkes analysis of Drugs and Poisons* Pharmaceutical Press London, Chicago, 2004.

10. Ojanpera J., Lillsunde P., Vartiovaara J., Vuori E.: Screening for amphetamines with a combination of normal and reversed-phase thin-layer chromatography and visualisation with fast Black K salt. *J. Planar Chromatogr.*, 1991, 4, 373-378.

11. *Recommended Methods for Testing Cannabis-manual for use by National Narcotics Laboratories United Nation, Division of Narcotic Drugs.* Vienna, New York 1987.

12. Renton R. J., Cowie J. S., Oon M. Ch.: A study of the precursors, intermediates and reaction by products in the synthesis of MDMA. *For. Sci. Int.*, 1993, 60, 189-202.

13. Szukalski B.: *Metody analizy środków uzależniających* (tłumaczenie z j. angielskiego) Instytut Psychiatrii i Neurologii. Warszawa 1997.

14. Thornton J. I., Nakamura G. R.: The identification of marijuana. *J. Forensic Sci. Soc.*, 1979, 24, 461-519.

15. Turner C. E., Elsohly M. A., Boeren E. G.: Constituents of cannabis sativa. L. XVII: A review of the natural constituents., *J. Nat. Prod.*, 1980, 43, 169-234.

16. Ustawa o przeciwdziałaniu narkomanii z dnia 29.06.2005 r., Dz.U. Nr 179, poz. 1485.

17. Van der Ark A. M., Werweil A. M. A., Sinive-ma A.: Weakly basic impurities in illicit amphetamine. *J. For. Sci.*, 1978, 23, 693-700.

Adres pierwszego autora:

Katedra i Zakład Medycyny Sądowej AM
ul. Święcickiego 6
60-781 Poznań