

GRAŻYNA MAŃKOWSKA ¹
ALEKSANDRA LUWAŃSKA ¹
KAROLINA WIELGUS ¹
JAN BOCIANOWSKI ²

¹ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

² Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Ocena zawartości kannabinoidów wybranych odmian konopi *Cannabis sativa* L.*

Evaluation of cannabinoid content in selected varieties of *Cannabis sativa* L.

W pracy oceniono zawartości kannabinoidów w odmianach konopi *Cannabis sativa* L., które zostały udostępnione z zasobów Banku Genów Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Doświadczenie z konopiami przeprowadzono w 2014 roku w Zakładzie Doświadczalnym Pętkowo (woj. wielkopolskie). Po zebraniu materiału roślinnego wykonano analizę zawartości Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) oraz zawartości kannabidiolu (CBD) w sześciu odmianach konopi pochodzenia europejskiego i azjatyckiego. Dla tych parametrów obliczono współczynnik korelacji i przeprowadzono analizę wariancji posługując się programem STATISTICA 12. Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie w zawartościach THC i CBD oraz zależność pomiędzy badanymi zawartościami kannabinoidów w odmianach konopi.

Słowa kluczowe: kannabidiol, odmiany konopi, tetrahydrokannabinol

The study rated the cannabinoid content in hemp varieties of *Cannabis sativa* L. that have been obtained from Gene Bank of Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants in Poznań. The experiment with hemp was conducted in 2014 at the Experimental Farm in Pętkowo (Wielkopolska Region). After collecting the plant material analysis of the content of Δ 9-tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD) was performed in the six varieties of hemp of European and Asian origins. For these parameters correlation coefficients were calculated and analysis of variance was performed using the software STATISTICA 12. The results showed significant differences in the contents of THC and CBD, and the relationship between the two cannabinoid contents in the hemp varieties.

Key words: cannabidiol, varieties of hemp, tetrahydrocannabinol

* Prezentowana praca uzyskała wsparcie finansowe z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (umowa nr INNOMED/I/11/NCBR/2014) ze środków Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Praca przedstawiona na konferencji IHAR — PIB, Zakopane, 3 lutego 2015 roku

Redaktor prowadzący: Barbara Zagdańska

WSTĘP

Zainteresowanie konopiami, od czasu kiedy ich uprawa ponownie stała się legalna, utrzymuje się na wysokim poziomie praktycznie na całym świecie. Tradycyjne zastosowania konopi koncentrują się na wykorzystaniu włókna do produkcji wyrobów technicznych, takich jak artykuły powroźnicze, brezenty i inne zastosowania techniczne. W ostatnich latach wzrasta jednak zainteresowanie przydatnością konopi do celów medycznych. Z surowca konopnego wyizolowano do tej pory ponad 61 różnych związków zwanych kannabinoidami. Dotychczas przebadano zaledwie kilka z nich pod względem właściwości farmakologicznych, m.in. Δ 9-tetrahydrokannabinol (THC) i kannabidiol (CBD). Lekarze i farmaceuci odwołują się do korzystania z leczniczych właściwości konopi i wysuwają hipotezę o szerokim terapeutycznym oddziaływaniu pochodnych tejże rośliny na organizm człowieka. Syntetyzowane głównie w żeńskich kwiatostanach kannabinoidy wykazują szereg aktywności w kierunku działania przeciwbólowego, przeciwwymiotnego i neuroprotektynowego. Tkaczyk, Florek i Piekoszewski (2012) zwracają uwagę na stosowanie produktów z konopi przy łagodzeniu zaburzeń autoimmunologicznych — stwardnieniu rozsianym, reumatoidalnym zapaleniu stawów i nieswoistym zapaleniu jelit. Istotną rolę przypisują kannabinoidom również w hamowaniu rozprzestrzeniania się komórek nowotworowych.

Z uwagi na mnóstwo form o zróżnicowanych biologicznych i morfologicznych cechach (Bialousowa, 1958; Bosca, 1997) i łatwej adaptacji do warunków środowiska konopi rozróżnia się szereg odmian botanicznych i typów użytkowych, częściowo uzależnionych od lokalizacji geograficznej. Według tych kryteriów rozróżnia się odmiany typu północnego i południowego oraz formy pośrednie. Konopie typu północnego to rośliny niższe od form południowych, o mniejszej zawartości substancji narkotycznych i zawartości włókna, wyższym plonie nasion oraz wyższej zawartości tłuszczu (Mańkowska i in., 2010).

Barierą w zastosowaniu konopi, które bez względu na warunki środowiskowe mogą być uprawiane bez ograniczeń geograficznych od równika aż po koło podbiegunowe, jest możliwość narkotycznego wykorzystania niektórych odmian. Potencjał narkotyczny konopi wynika z obecności Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) (Mackie i in., 2007). Zachodzi więc konieczność rozgraniczenia odmian zawierających wysoki poziom Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) od odmian zawierających wysoki poziom jego izomeru o potencjale medycznym kannabidiolu (CBD).

Konopie można podzielić na trzy typy fenotypowe: fenotyp I (typ narkotyczny), w którym zawartość Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) wynosi $> 0,5\%$ a kannabidiolu (CBD) $< 0,5\%$; fenotyp II (typ pośredni), w którym głównym składnikiem jest CBD, ale THC jest również obecny w różnych stężeniach oraz fenotyp III (typ włóknisty) z niską zawartością THC. Głównym składnikiem typu włóknistego są na ogół kannabinoidy nie mające działania psychoaktywnego (De Backer i in., 2009; Galal i in., 2009). Jednak stężenia poszczególnych składników w konopiach są zmienne, zależą nie tylko od cech genetycznych tej rośliny, warunków klimatycznych, lecz również od sposobu prowadzenia uprawy (Mechoulam i Hanus, 2013). Zawartość Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) w

zależności od czynników środowiskowych (temperatura, naświetlenie) i genetycznych może się wahać od 0,001% do 5%, a nawet do 10%. Również w poszczególnych częściach rośliny występują znaczne różnice zawartości THC: liście i wiechy zawierają ok. 1%, kwiatostan ok. 3%, a żywica ok. 5% Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (THC).

Obecnie badania genetyczne zmierzają w kierunku wyhodowania takich odmian konopi, w których proces biosyntezy będzie przebiegał w kierunku CBD. Kryterium to wprowadzono, biorąc za podstawę cykl przemian kannabinoli, jakie zachodzą w roślinie. Jak wiadomo, w młodych roślinach występuje wysokie stężenie CBD, natomiast zawartość THC jest niewielka. Dopiero w okresie dojrzewania konopi następuje wzrost poziomu THC w roślinie. Dłuższe przechowywanie i suszenie roślin powoduje rozkład Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (THC) do kannabinolu (CBN), w wyniku którego następuje spadek stężenia THC a wzrost CBN (Rymanowski, 2014).

Celem pracy było określenie zawartości Δ^9 -tetrahydrokannabinolu (THC) i kannabinolu (CBD) w odmianach konopi zgromadzonych w Banku Genów IWNiRZ i przyporządkowanie ich do grupy konopi włóknistych (przemysłowych) bądź do konopi narkotycznych. Badania, na podstawie, których można odróżnić konopie narkotyczne od włóknistych (przemysłowych) znajdują wykorzystanie w pracach hodowlanych zmierzających do otrzymania odmian konopi o obniżonej zawartości THC i podwyższonej zawartości CBD.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły odmiany zgromadzone w Banku Genów Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Kolekcja konopi obejmuje około 150 jedno i dwupiennych odmian pochodzących z różnych rejonów świata. W 2014 roku w Zakładzie Doświadczalnym IWNiRZ Pętkowo (woj. wielkopolskie) w warunkach polowych założono doświadczenie porównawcze. Obiektami oceny były odmiany konopi włóknistych jedno- i dwupiennych. Oceniono trzy odmiany rosyjskie: K-542, K-573, K-195, dwie odmiany ukraińskie: Zolotonoską 11, Juso 31 oraz jedną odmianę chińską He Bei Da Bai Pi.

W celu założenia doświadczenia jesienią wykonano orkę głęboką oraz przeprowadzono w okresie wiosennym zespół uprawek przedsiewnych, zapewniających konopiom optymalny rozwój. Nasiona wysiano siewnikiem samobieżnym po 300 nasion z każdej odmiany na poletkach o powierzchni 2,25 m² w trzech powtórzeniach. Warunki pogodowe w czasie wegetacji sprzyjały rozwojowi roślin. Suma opadów w okresie wegetacji konopi (od kwietnia do września) w 2014 roku wyniosła 342,4 mm, co stanowi 118,9% wielolecia. Nie stosowano nawożenia mineralnego i herbicydów.

Natomiast nawożenie organiczne zastosowano wiosną 2013 roku w postaci obornika w ilości 30 t·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne w czasie wegetacji ograniczały się najczęściej do jednokrotnego motyczenia z pieleniem. Z uwagi na dwupienność, obcopylność i wiatropylność konopi założono izolatory przed kwitnieniem roślin. Natomiast w przypadku rozmnażania form jednopiennych w okresie kwitnienia usuwano osobniki męskie. W okresie kwitnienia pobrano próbki kwiatostanów w celu oznaczenia zawartości

substancji halucynogennych. Analizy wykonano zgodnie z metodyką unijną zawartą w Załączniku nr XIII do rozporządzenia Komisji (WE) nr 2860/2000) w Laboratorium Zakładu Badań i Przetwórstwa Nasion Lnu i Konopi IWNiRZ. W badaniach zastosowano chromatograf cieczowy firmy Perkin Elmer, detektor UV/VIS, kolumnę C-18 ODS-2 o długości 25 cm i średnicy 0,46 cm firmy Waters wypełnioną żelem krzemionkowym o średnicy ziarna 5 µm. Do zobrazowania wyników stosowano integrator. Badania prowadzono w układzie odwróconych faz. Zastosowano fazę ruchomą, tzn. mieszaninę metanolu i 0,1% kwasu fosforowego (75:25). Podczas badań stosowano gradient linearny. Skład eluentu (metanol: 0,1% kwas fosforowy) zmieniał się odpowiednio od 75:25 do 90:10 w ciągu 25 minut, a następnie utrzymywał się na takim poziomie przez 10 minut. Warunki analizy: przepływ 1 ml/min; temperatura 35°C; detekcja UV/VIS, długość fali — 230 nm; czułość detektora 0,001 a.u.f.s; wielkość próbki 10. Analizę ilościową przeprowadzono metodą wzorca zewnętrznego. Końcowe stężenie kannabinoli odczytywano z krzywej wzorcowej, korzystając z opcji integratora. Przedstawiona metoda pozwala oznaczać kannabinole w różnym materiale (rośliny konopi, marihuana, haszysz). Ustalone parametry analizy umożliwiają identyfikację poszczególnych kannabinoli: kannabigerolu (CBG), kannabidiolu (CBD), Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC), kannabinolu (CBN) na podstawie ich czasów retencji. Przy zastosowaniu metody kalibracji bezwzględnej oraz korzystając z opcji integratora dokonuje się oznaczeń ilościowych Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) w badanej próbce. Przedstawiona metoda umożliwia pełne rozróżnianie próbek, pochodzących z konopi włóknistych od próbek pochodzących z konopi narkotycznych.

Przeprowadzono analizę wariancji obserwowanych cech. Test Tukeya *post-hoc* (honestly significant difference — HSD) dla cech został obliczony. Współczynnik korelacji między THC i CBD obliczono na wartościach średnich dla odmian.

WYNIKI I DYSKUSJA

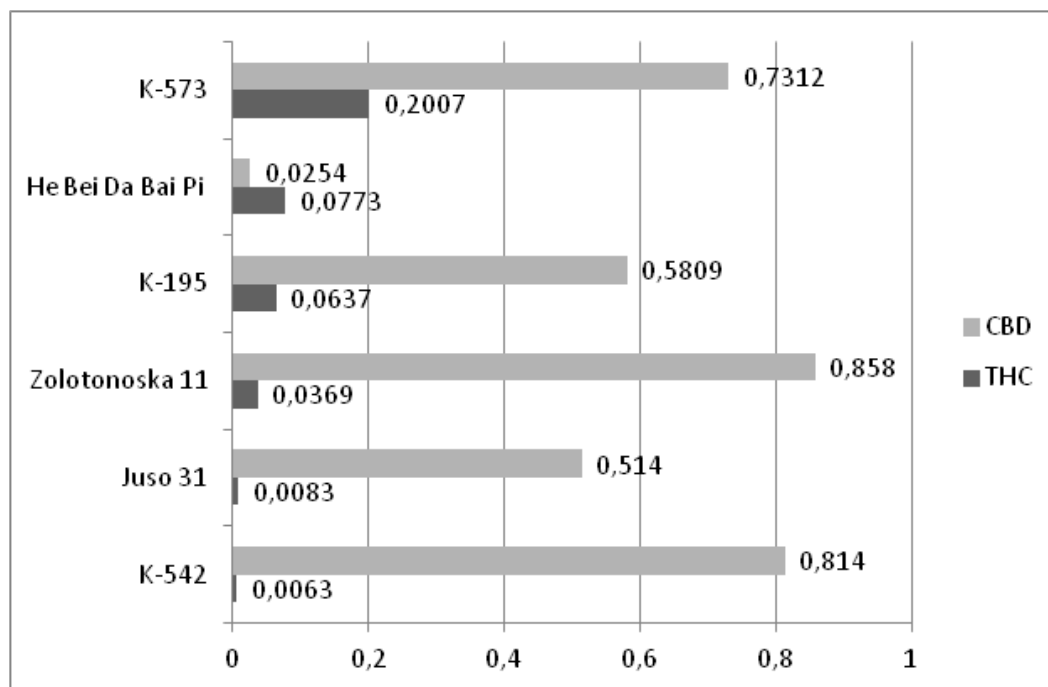
W niniejszej pracy wykazano zróżnicowanie zgromadzonych w odmianach konopi pod względem analizowanego Δ -9-tetrahydrokannabinolu (THC) i kannabidiolu (CBD). Odmiany ukraińskie (Zolotonoska 11, Juso 31) posiadały wartości Δ -9-tetrahydrokannabinolu (THC) w suchej masie ziela zbliżone do zawartości tego składnika w odmianach rosyjskich (K-542, K-195), natomiast jedna z odmian rosyjskich K-573 cechowała się zawartością THC powyżej 0,2%.

Jedną z cech różniących odmiany konopi jest zawartość kannabidiolu (CBD). Niski procent CBD zanotowano dla odmian: He Bei Da Bai Pi (0,03%), Zolotonoska 11 (0,18%), Juso 31 (0,04%). Potencjał do gromadzenia znacznej ilości CBD, powyżej 0,5%, stwierdzono dla odmian K-195 (0,54%), K-573 (0,72%) oraz K-542 (0,74%) (rys. 1).

Jednopienne odmiany ukraińskie Zolotonoska 11 i Juso 31 niezależnie od roku badań uzyskują najniższe zawartości substancji halucynogennych (0,004–0,01%) Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC) (Grabowska i in., 2004).

Oceniane odmiany cechowały się istotną zmiennością w zawartości THC, co wynikało z uprawy konopi w polskich warunkach klimatycznych, i potwierdza to założone

doświadczenie. Stężenie $\Delta 9$ -tetrahydrokannabinolu (THC) może przekroczyć granicę 0,2% i roślina taka, mimo że jej profil nie odbiega zasadniczo od typu włóknistego ze względu na zawartość $\Delta 9$ -tetrahydrokannabinolu (THC) zostanie zakwalifikowana do typu narkotycznego. W związku z tym dąży się do wyhodowania konopi całkowicie bezpiecznych, o bardzo niskiej zawartości $\Delta 9$ -tetrahydrokannabinolu (THC).



Rys. 1. Średnie zawartości THC (%) i CBD (%) w badanych odmian konopi
 Fig. 1. The average THC contents of (%) and CBD (%) in the tested varieties of hemp

Szczególnie duży wpływ na poziom THC u tej samej odmiany ma szerokość geograficzna: im wyższy stopień szerokości geograficznej, tym zawartość THC niższa (Wielgus, 2010). Scheifele i in. (1999), Scheifele i Dragla (2000), Potter (2004), Lewis i in. (2005) stwierdzili, że zawartość THC zależy m.in. od zasobności gleby w składniki pokarmowe, szerokości geograficznej, wysokości nad poziomem morza oraz warunków pogodowych w czasie wegetacji. Zawartość $\Delta 9$ -tetrahydrokannabinolu (THC) w materiale roślinnym zależy od genetycznych właściwości rośliny, warunków jej wegetacji, sposobu zbierania, wieku rośliny, rodzaju gleby i klimatu. Dobierając odpowiednie warunki, można doprowadzić do wzrostu zawartości psychoaktywnego składnika (Rymanowski, 2014).

Wysokie stężenie CBD, przy sprzyjających warunkach uprawy, może spowodować, iż u rośliny typu włóknistego zostanie przekroczona bezpieczna granica dla $\Delta 9$ -tetrahydrokannabinolu (Jądrzak, 1999).

Konopie włókniste według prawa polskiego (Ustawa z dnia 29 lipca 2005 roku o przeciwdziałaniu narkomanii — Dz. U. nr 179, poz. 1485) i prawa unijnego, to konopie zawierające poniżej 0,2% Δ 9-tetrahydrokannabinolu (THC).

Składnik psychoaktywny Δ 9-tetrahydrokannabinol (THC) i izomer THC, czyli kannabidiol (CBD) powstają odpowiednio z kwasu tetrahydrokannabinolowego (THCA) i kwasu kannabidiolowego (CBDA), na drodze nieenzymatycznej dekarboksylacji, natomiast THCA i CBDA na drodze reakcji enzymatycznych, katalizowanych odpowiednio przez syntazę THCA oraz syntazę CBDA. Obydwa enzymy ulegają specyficznej ekspresji w zależności od fenotypu konopi: narkotycznego (bogatego w THCA) lub włóknistego (bogatego w CBDA) (Wielgus i in., 2010).

Odkrycie polimorfizmu wpływającego na poziom ekspresji genu kodującego syntazę THCA, a w konsekwencji na zawartość THC i CBD w roślinie, umożliwiło opracowanie sposobu określania potencjału konopi do przemian kannabinoidów (Kojoma i in., 2006). W badaniach Wielgus i in., (2010) uzyskali produkt reakcji amplifikacji genu syntazy THCA, charakterystyczny dla roślin o potencjale do gromadzenia podwyższonych ilości THC dla 24 odmian oraz jego brak dla 14 odmian o zastosowaniu typowo przemysłowym.

Dla oceny zawartości THC i CBD w 6 odmianach konopi włóknistych (przemysłowych) sprowadzonych z Rosji, Ukrainy i Chin przeprowadzono analizę wariancji, która wykazała, że istnieje istotna różnica w zawartości THC i CBD w badanych odmianach (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki jednoczynnikowej (odmiany) analizy wariancji (ANOVA) dla THC i CBD
Results of one-way (cultivars) analysis of variance (ANOVA) for THC and CBD

Cecha — Trait		THC				CBD			
Źródło zmienności Source of variation	d.f.	S.S. Sum of squares	M.S. Mean square	F-statistic	p-value	S.S. Sum of squares	M.S. Mean square	F-statistic	p-value
Odmiana — Variety	5	0,078	0,016**	5,2	0,009	1,140	0,228*	3,57	0,033
Błąd — Residual	12	0,036	0,003			0,767	0,064		

d.f. — Liczba stopni swobody — Number of degrees of freedom; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 2

Test *post-hoc* Tukeya dla średnich zawartości THC (%) w badanych odmianach konopi
The Tukey's honestly significant difference for the average THC (%) content in the tested varieties of hemp

Odmiana Variety	K-542 M=0,063	He Bei Da Bai Pi M=0,077	K-573 M=0,201	K-195 M=0,637	Zolotonoska 11 M=0,037	Juso 31 M=0,008
K-542		0,138	0,001	0,224	0,506	0,965
He Bei Da Bai Pi	0,138		0,017	0,765	0,384	0,1489
K-573	0,0010	0,017		0,010	0,003	0,001
K-195	0,224	0,765	0,010		0,561	0,239
Zolotonoska 11	0,506	0,384	0,003	0,561		0,534
Juso 31	0,965	0,149	0,001	0,240	0,534	

Zaznaczone efekty są istotne z $p < 0,05$ — Marked effects are significant at $p < 0,05$

W celu dokładnego określenia różnic w zawartości THC w odmianach wykorzystano test *post-hoc* (NIR na poziomie istotności 0,05) (tab. 2). Stwierdzono, istotnie wyższą zawartość THC dla odmiany K-573. Stwierdzono, istotnie wyższą zawartość THC dla odmiany K-573.

Dla wyznaczenia różnic w zawartości CBD w odmianach wykorzystano test *post-hoc* (NIR na poziomie istotności 0,05) (tab. 3). Stwierdzono, istotnie wyższą zawartość CBD dla odmiany K-573. U pozostałych odmian nie obserwowano tej zależności.

Tabela 3

Test *post-hoc* Tukeya dla średnich zawartości CBD (%) w badanych odmianach konopi
The Tukey's honestly significant difference for the average CBD (%) content in the tested varieties of hemp

Odmiana Variety	K-542 M=0,814	He Bei Da Bai Pi M=0,025	K-573 M=0,732	K-195 M=0,581	Zolotonoska 11 M=0,572	Juso 31 M=0,514
K-542		0,002	0,698	0,281	0,263	0,172
He Bei Da Bai Pi	0,002		0,005	0,020	0,021	0,036
K-573	0,698	0,005		0,479	0,453	0,312
K-195	0,281	0,020	0,479		0,965	0,751
Zolotonoska 11	0,263	0,021	0,453	0,965		0,784
Juso 31	0,172	0,036	0,312	0,751	0,784	

Zaznaczone efekty są istotne z $p < 0,05$ — Marked effects are significant at $p < 0,05$

Określono także wpływ zawartości THC na zawartość CBD w badanych odmianach konopi, obliczając współczynnik korelacji. Analiza korelacji wykazała ujemną zależność pomiędzy zawartością THC i CBD ($r = -0,872$, $p = 0,023$).

Wyniki zawartości THC i CBD w omawianej pracy wskazują, że synteza THC i CBD jest cechą złożoną, ponieważ mają na nią wpływ czynniki genetyczne. Zgodnie z wiedzą autorów przedstawionej pracy, do tej pory w literaturze przedmiotu opublikowano niewiele innych prac traktujących o charakterystyce czynników genetycznych mających znaczenie w metabolizmie kannabinoidów różnych odmian konopi.

WNIOSKI

1. Odmiany konopi różniły się istotnie pod względem zawartości THC i CBD.
2. Badania wyodrębniły odmiany o podwyższonej zawartości THC i CBD i zaliczono je do typu włóknistego (przemysłowego).
3. Zawartość THC ma istotny wpływ na zawartość CBD w konopiach. Należy przypuszczać, że jest to ściśle związane z warunkami środowiska oraz cechami genetycznymi, co będzie stanowić przedmiot dalszych badań.
4. Uzyskane wyniki umożliwiły nie tylko pełniejszą charakterystykę odmian zgromadzonych w Banku Genów, lecz stanowią również cenną informację dla hodowców konopi na cele medyczne.

LITETATURA

- Białousowa J., Bartosik A., Kurhański M., Nagórski A., Tumalewicz B. 1958. Konopie, rośliny włókniste (Fibrous Plants). PWRiL, Warszawa: 193 — 323.
- Bosca L., Karus M. 1997. Der Hanfanbau. Heidelberg, C. F. Muller: 195.
- De Backer. B., Debrus B., Lebrun, P., Theunis L., Dubois N., Decock L., Verstraete A., Hubert P., Charlier C. 2009. Innovative development and validation of an HPLC/DAD method for the qualitative and quantitative of major cannabinoids in cannabis plant material. J. Chromatograf, B: Anal. Tech Biomed. Life Sci. 877: 4115 — 4124.

- Galal A. M., Slade D., Gul W., El-Alfy A. T., Ferreira D., El Sohly M. A. 2009. Naturally occurring and related synthetic cannabinoids and their potential therapeutic applications. *Recent Patents on CNS Drug Discovery* 4: 112 — 36.
- Grabowska L., Mańkowska G., Baraniecki P. 2004. Zasoby genowe *Cannabis sativa* L. w Instytucie Włókien Naturalnych w Poznaniu 497: 53 — 57.
- Jądrzak R., Biskupski M. 1999. Zastosowanie wysoko sprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w analizie kannabinoli, *Problemy Kryminalistyki* 224: 5 — 10.
- Kojoma M., Seki H., Yoshida S., Muranaka T. 2006. DNA polymorphisms in the tetrahydrocannabinolic acid (THCA) synthase gene in „drug-type” and „fibre-type” *Cannabis sativa* L. *Forensic Sci. Int.* 159: 132 — 140.
- Lewis R., Ward S., Johnson R., Burns D. T. 2005. Distribution of the principal cannabinoids within bars of compressed cannabis resin. *Anal. Chim. Acta* 538: 399 — 405.
- Mackie K. 2007. From active ingredients to the discovery of the targets: the cannabinoid receptors. *Chern. Biodivers.* 4: 1693 — 706.
- Mańkowska G., Strybe M., Chudy M., Luwańska A., Baraniecki P. 2010. Ocena cech użytkowych wybranych odmian konopi *Cannabis sativa* L. zgromadzonych w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w 2008 roku. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 555: 529 — 536.
- Mechoulam R., Hanus L. 2013. Inne rodzaje kannabinoidów. [In:] *Marihuana i obłąd.* Castle D, Murray R M, D' Souza D C (red.), MediPage. Warszawa: 22 — 28.
- Rymanowski M. 2014. Konopie, przegląd zagadnień związanych z oznaczaniem sumarycznej zawartości delta-9-tetrahydrokannabinolu (D-9-THC) oraz kwasu delta-9-tetrahydrokannabinolowego (D-9-THCA-A) *Problemy Kryminalistyki* 285 (3): 1 — 22.
- Scheifele G., Dragla P. 2000. 1999. report on environment and latitude effect on THC levels of industrial hemp varieties grown in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Scheifele G., Hinz H., Davies K., Calder K-J., Bowman M., Guillemette L. 1999. 1998 Ontario studies in determining the genetic stability, environment and latitude effect on the levels of delta -9 THC for industrial hemp varieties. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Szukalski B. 2005. Kannabinoidy. W: *Kompedium wiedzy o środkach uzależniających.* Wydawnictwo Instytutu Psychiatrii i Neurologii, Warszawa, 4: 5 — 15 .
- Tkaczyk M., Florek E., Piekoszewski W. 2012. Marihuana i kannabinoidy jako leki. *Przegl. Lek.* 10: 1095 — 1097.
- Wielgus K., Przewoźna J., Mańkowska G., Grabowska L., Podralska M., Słomski R. 2010. Polimorfizm genu syntazy THCA w zasobach genowych konopi siewnych — *Cannabis sativa* L. zgromadzonych w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 555: 457 — 464.