








## TRENDS OF THE CANNABIS MARKET IN POLAND OVER THE LAST DECADE

Karolina MASIER , Karolina SEKUŁA , Bogumiła BYRSKA , Roman STANASZEK , Wioleta WRZESIEN-TOKARCZYK 

*Institute of Forensic Research, Kraków, Poland*

### Abstract

Cannabis is the most widely used drug. In recent years, interest in cannabis has grown significantly. Over the last decade, the number of cannabis users worldwide has increased by almost 21%, reaching approximately 219 million people in 2021. Cannabis cultivation covers practically all regions of the world. In recent years, 151 countries have reported cannabis cultivation, both outdoors and indoors. The increased growth of the latter is particularly observed in North America and Europe. Global data shows that in 2021, 5,226 tons of marijuana and 2,014 tons of hashish were confiscated. An increase in seizures of cannabis products is observed in Europe and Poland. Another trend concerns the increasing content of the psychoactive substance  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol ( $\Delta^9$ -THC) in cannabis plants. According to UNODC data, over the last 25 years there has been a 4-fold increase in the content of  $\Delta^9$ -THC in cannabis. Over the last decade, the average content of  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol in marijuana seized in Europe has increased approximately twice, and in hashish three times.

The aim of this work is to assess potential changes in the content of the main psychoactive ingredients in cannabis in Poland in the last decade (2012–2022), based on expert opinions developed by the Institute of Forensic Research in Kraków. The conducted analyses confirmed the trends observed around the world. In the last ten years, the number of cases in which the drug-type cannabis was detected increased from 5.3% to 68.4% of total number of illicit drug cases examined for the presence of narcotic drugs, psychotropic substances and new psychoactive substances. An increasing trend in the content of  $\Delta^9$ -THC in the drug-type cannabis was also noted. Over the last decade, the average total content of  $\Delta^9$ -THC increased almost three times and in 2022 reached 12%. This is due to the growth of cannabis cultivation in Europe, carried out using the technique known as *sinsemilla*, genetic modifications, as well as the appearance on the market of the feminized cannabis seeds.

### Keywords

Cannabis; THC; Tetrahydrocannabinol; Psychoactive potency.

*Received 11 December 2023; accepted 27 January 2024*

### 1. Introduction

Cannabis is the most frequently used illicit drug in the world, and its popularity has been continuously growing in recent years. It is estimated that in 2021, approximately 219 million people used cannabis, which is an increase of nearly 21% over the last decade, corresponding to over 4% of the global population aged 15–64 years. The prevalence of cannabis use

varies between regions of the world and is the highest in North America, Australia and New Zealand, and West Africa (UNODC, 2023). Cannabis is also the most popular drug of abuse in Europe. In 2022 about 22.6 million people declared the use of cannabis. According to an EMCDDA report, about 1.3% of adults across the European Union (3.7 million people) use cannabis every day or almost every day (EMCDDA, 2023).

Cannabis is cultivated in practically all regions of the world. Over the last decade, 151 countries reported cannabis cultivation to the United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). Some countries reported both indoor and outdoor production. Outdoor cultivation still dominates over indoor one on a global level, although increase of indoor cultivation is much greater. Indoor cannabis production is the most common in Europe and North America. This is established to produce plants with a high content of delta-9-tetrahydrocannabinol ( $\Delta^9$ -THC), the main psychoactive component of cannabis. In contrast to herbal cannabis (marihuana), which is widely produced throughout the world, the production of cannabis resin (hashish) is mostly limited to several countries in North Africa, the Middle East and South-West Asia. In 2021, a total of 5226 tonnes of marihuana and 2014 tonnes of cannabis resin were seized. The growing number of seizures that have occurred in recent years confirms the observable increase in the use of cannabis in many countries during the COVID-19 pandemic. In 2020, seizures of cannabis excluding North America reached the highest point in history (UNODC, 2022a; UNODC, 2023). In 2021 in Europe, EU Member States reported 240,000 seizures of marihuana, amounting to 256 tonnes (compared to 157 tonnes in 2020), and 202,000 seizures of cannabis resin, amounting to 816 tonnes (588 tonnes in 2020). Over 9 tonnes of marihuana were confiscated in Poland in 2021, which is almost twice as much as that in 2020 and three times as much as in 2019 (EMCDDA, 2023).

It is worth emphasizing that the technology employed in cannabis cultivation has been progressing rapidly since the end of the last century. The methods of production are becoming more and more sophisticated (including genetic modifications), and the legal regulations in some countries are contributing to the changing dynamics of cannabis growing, the cannabis market and the manufacture of cannabis products. The same factors have also led to the introduction of a wide selection of cannabis varieties on illegal markets with an increased content of  $\Delta^9$ -THC. The growing  $\Delta^9$ -THC content has been observed for about 25 years in both Europe and North America. According to UNODC report, the content of  $\Delta^9$ -THC in cannabis products has increased by four times over this period. In the last decade, the average  $\Delta^9$ -THC content in marihuana seized in Europe roughly doubled, and tripled in the case of hashish. In some US states that have legalised the non-medical use of cannabis, most of its products currently contain over 20%  $\Delta^9$ -THC, while cannabis concentrates contain up to 70% of this compound.

Recent years have also seen an increase in the variety of products containing  $\Delta^9$ -THC and the means of using it, including edibles and vaporisers. Low  $\Delta^9$ -THC products containing predominantly cannabidiol (CBD), are also more easily available. Many products are sold on the legal commercial market, including smoking mixtures of herbal plant material, oils, cosmetics and edibles, such as cookies, chocolate, gummy candies and lollipops (UNODC, 2022a; UNODC, 2022b).

In Poland, the Act of 29 July 2005 on counteracting drug addiction makes a distinction between hemp (fibrous cannabis) and drug-type cannabis (non-fibrous), and provides their definitions. The distinction is based on the total percentage content of  $\Delta^9$ -THC and tetrahydrocannabinolic acid ( $\Delta^9$ -THCA-A), a precursor of  $\Delta^9$ -THC determined in the flowering or fruiting tops of plants from which the resin has not been removed. Until recently, variations with a  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A content above 0.2% of dry mass were defined as narcotic drugs.

Currently, in accordance with the amendment to the Act of 7 May 2022, the legal threshold for the total content  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A has been raised to 0.3%, and the definition of fibrous and non-fibrous cannabis states directly that the total content should be rounded to one decimal place. Cannabis plants containing over 0.3% of the two compounds are classified as narcotic drugs.

Taking into account the global trends in cannabis potency, the purpose of this study is to assess potential changes in the percentages of the main psychoactive components in cannabis in Poland over the last decade (2012–2022). This data is based on expert opinions provided during this period at the Institute of Forensic Research (IFR) in Kraków, Poland.

## 2. Material and methods

The aim of this study was to evaluate the results of chemical analyses of seized pieces of evidence in the form of drug-type cannabis plants, which were delivered to the IFR between 2012 and 2022 and analysed for the total percentage content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A.

In the study, the number of expert opinions on non-fibrous cannabis in relation to the total number of cases, concerning illicit drugs, psychotropic substances and new psychoactive substances, were analysed. In addition, the trends in the psychoactive content of drug-type cannabis over the past decade were identified.

The chemical analyses covered samples of drug-type cannabis plant material, i.e. the above-ground parts of the plants (inflorescences, leaves and stems) and crushed dried materials. The samples of herbal material were appropriately pulverised and homogenised using mortars and mills, and were extracted with methanol. The extraction was performed using two methods over the course of the study: either the dried plant samples submerged in methanol were left for 24 hours; or the samples were shaken in methanol for 3 hours. Next, the obtained extracts were diluted for quantitative instrumental analysis with a mixture of acetonitrile and water with added 85% phosphoric acid (V) (1 : 1, v/v).

The samples were analysed to identify and determine the content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A. Two instruments were used to analyse the samples between 2012 and 2022: a Hitachi Elite LaChrom HPLC System high-performance liquid chromatograph with a diode array detector (HPLC-DAD); and a Shimadzu LC-40 ultra-high-performance liquid chromatograph with a diode array detector (UHPLC-PDA). The analysed compounds were separated on a Chromolith Performance RP-18e monolithic column (100 – 4.6 mm) and a Restek Raptor ARC-18 column (150 – 4.6 mm; 2.7  $\mu$ m). The mobile phase that was applied in gradient elution mode was a mixture of acetonitrile and water with added 85% phosphoric acid (V), in 0.1 ml/l of water. Acquisition was performed in the  $\lambda = 200$ –400 nm wave range.

Certified reference standards of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A were used in the analysis, both usually in the form of solutions with an original concentration of 1.0 mg/ml in acetonitrile or in methanol, manufactured by companies such as Cerilliant Corporation (USA), LGC Standards GmbH (Germany), Lipomed AG (Switzerland), THC Pharm (Germany) and Merck KGaA (Germany). Powdered  $\Delta^9$ -THCA-A was also used (Lipomed AG, Switzerland).

LiChrosolv<sup>®</sup> gradient-purity methanol for liquid chromatography was used for the extraction. Boiled deionised water obtained using the Milli-Q<sup>®</sup> Direct Water Purification System, hypergrade acetonitrile for LiChrosolv<sup>®</sup> LC-MS, and 85% Suprapur<sup>®</sup> phosphoric acid (V) were used for the sample dilution and as mobile phases in the chromatographic analyses. All the aforementioned reagents were manufactured by Merck KGaA (Germany).

The high-performance liquid chromatography method used in the analysis allows for a separate measurement of the  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A content in the sample.  $\Delta^9$ -THCA-A is the precursor of  $\Delta^9$ -THC in cannabis plants, which transforms into the latter

when exposed to a high temperature. Consequently, the potency of psychoactive products consumed by smoking is determined by the total amount of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A.

### 3. Results and discussion

First, it should be noted that for a majority of the analysed period, non-fibrous cannabis was defined as ‘any above-ground part of the hemp plant (separately or in a mixture), excluding the seeds, containing more than a 0.20% combined content of delta-9-tetrahydrocannabinol and tetrahydrocannabinolic acid (delta-9-THC-2-carboxylic acid)’. Consequently, the phrase ‘non-fibrous cannabis’ or ‘drug-type cannabis’ used in the description of this study refers to the evidence material containing over 0.2% of combined  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A, in accordance with the definition above.

The conducted statistical analysis showed that at the beginning of the research period, i.e. in 2012, expert opinions about the evidence in the form of non-fibrous cannabis accounted for only 5.3% of all expert opinions concerning psychotropic substances, narcotic drugs and new psychoactive substances in products seized on the drug market. In 2013–2021, such cases accounted for about 30–40% of overall drug cases; whereas in 2022, the percentage of the expert opinions about drug-type cannabis increased to 68.4% (Figure 1). This distribution of expert opinions has most likely resulted from the growing popularity of cannabis in the recent years. However, it may have also been caused by a decreased number of cases in which new psychoactive substances (designer drugs) were identified.

In this study, evidence material in the form of non-fibrous cannabis was divided according to the total content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A. The following ranges were applied: over 0.2% to 1%; over 1% to 5%; over 10% to 15%; and over 15% of total  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A content (Fig. 2). The chart indicates an increasing trend in the concentration of the psychoactive substances in marijuana available on the Polish drug market over subsequent years. The number of samples containing up to 5% of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A has been decreasing in the recent years. The share of the evidence in the form of non-fibrous cannabis containing 5–10% of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A began to decrease in 2021, whereas for the over 10% category, the share of the evidence increased significantly over the decade.

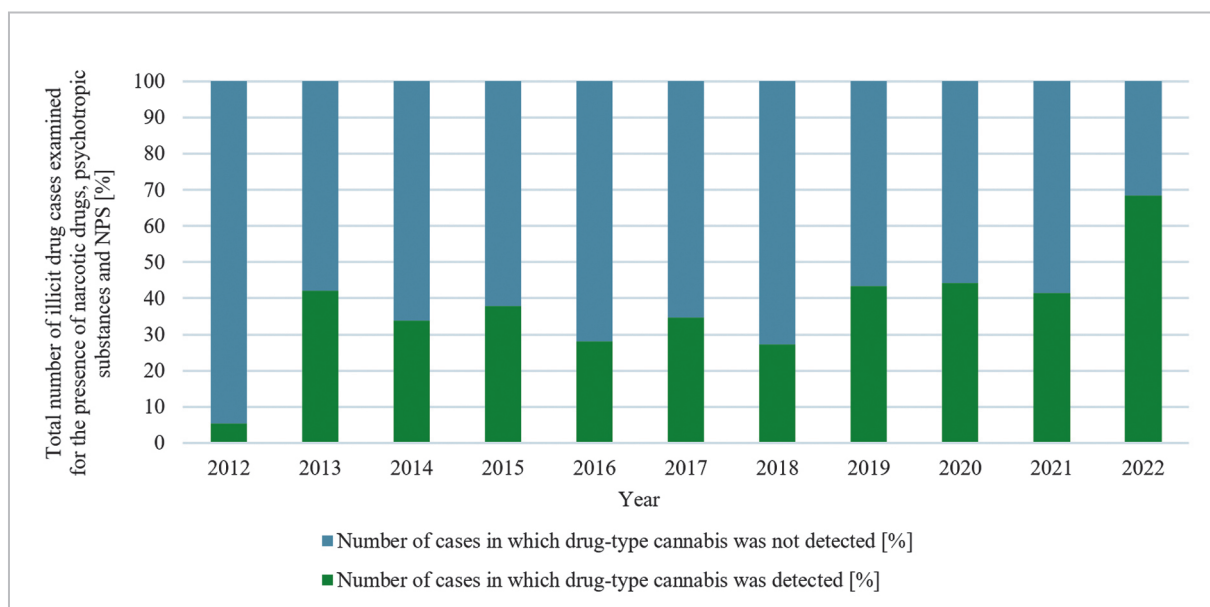


Fig. 1. The number of cases in which drug-type cannabis was detected, in relation to the total number of cases with seized products analysed for narcotic drugs, psychotropic substances and NPS [%].



Fig. 2. Distribution of the seized drug-type cannabis according to the total THC content ( $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A) in the analysed period.

Figure 3 presents the percentage of case samples in the form of non-fibrous cannabis with a total content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A of 0.2% to 1%, over 1% to 5% and over 5% to 10%, compared to all drug-type cannabis samples.

Evidence containing from 0.2% to 1% of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A accounted for about 25% of all the evidence in 2012. The share did not exceed this value over next years, ranging between 4 and 23%, whereas this share started to decrease, beginning in 2020. In 2022, the evidence falling within this percentage range accounted for only about 7% of all evidence in the form of non-fibrous cannabis (Fig. 3).

Cannabis samples with a  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A content between above 1% and 5% accounted for 30% of all drug-type cannabis samples evidence in 2012–2015 and in 2018. This share started rapidly decreasing from 2019 (Fig. 3).

Evidence containing over 5% to 10% of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A accounted for 25–40% of all the evidence in the form of non-fibrous cannabis in 2012–2018. This share decreased over the next few years, to reach only about 10% in 2022 (Fig. 3).

The percentage of case samples containing a total of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A above 10% to 15% (Fig. 4) did not exceed 20% of all the evidence in form of drug-type cannabis in 2012–2015. However, this share increased to 35% in 2017, and up to as much as 40% five years later.

The percentage of case samples containing over 10% to 15% of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A was maximally 10% in 2012–2019; in 2012 and 2015, this share amounted to less than 1%. It began to increase in 2020 (14.5%), reaching as much as about 30% in 2022 (Figure 4).

For comparison, Figures 5 and 6 show the percentage of samples in the form of drug-type cannabis with various ranges of the main psychoactive components that were analysed at the IFR in 2012 and 2022, respectively. In 2012, the highest share, amounting to nearly 40%, among the evidence in the form of non-fibrous cannabis belonged to plant material containing above 1% to 5% of total  $\Delta^9$ -THC. In 2022, this share decreased to only 11.7%. The share of the evidence with the lowest  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A content (above 0.2% to 1%) amounted to 25.9% in 2012 and only 6.6% in 2022. In 2022, the highest share belonged to evidence containing above 10% to 15%  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A (41.1% of all samples) and above 15%  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A (30.5%), compared to 10.7% and 0.9% in 2012, respectively. The samples with total  $\Delta^9$ -THC above 5% to 10% range made up 23.2% of all the evidence in 2012 and only 10.2% in 2022. The above data directly indicates an upward trend in the content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A in cannabis products available on the Polish market.

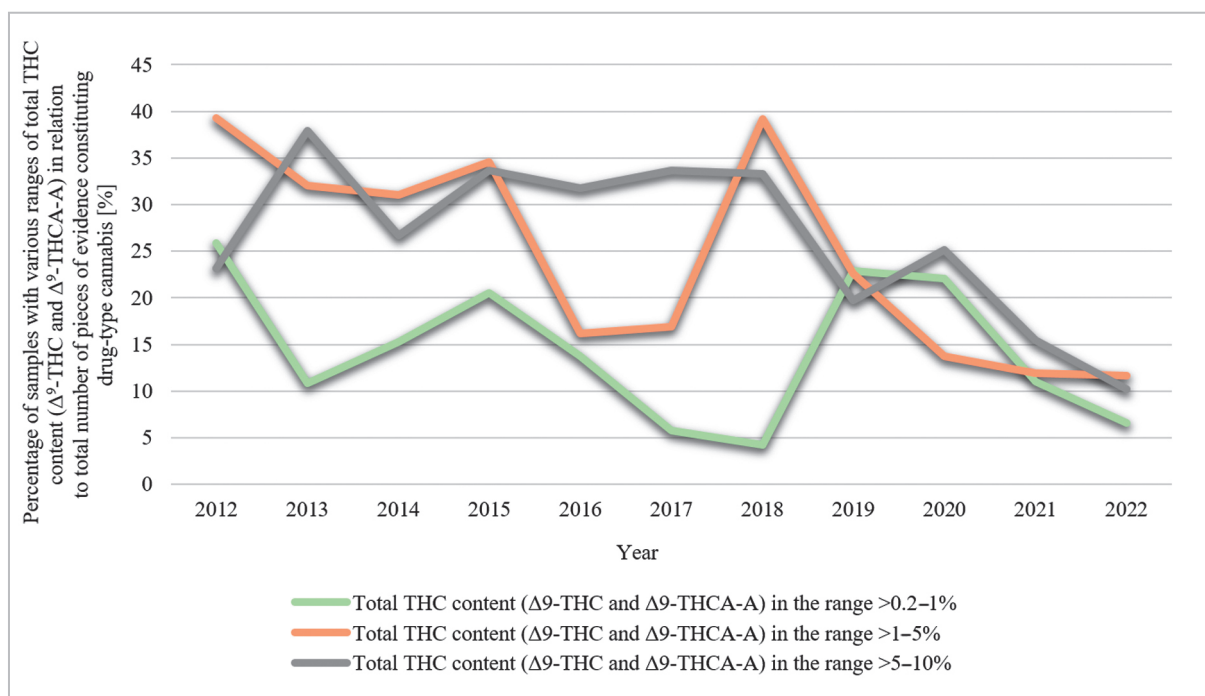


Fig. 3. Number of drug type cannabis samples with total THC content up to 10%.



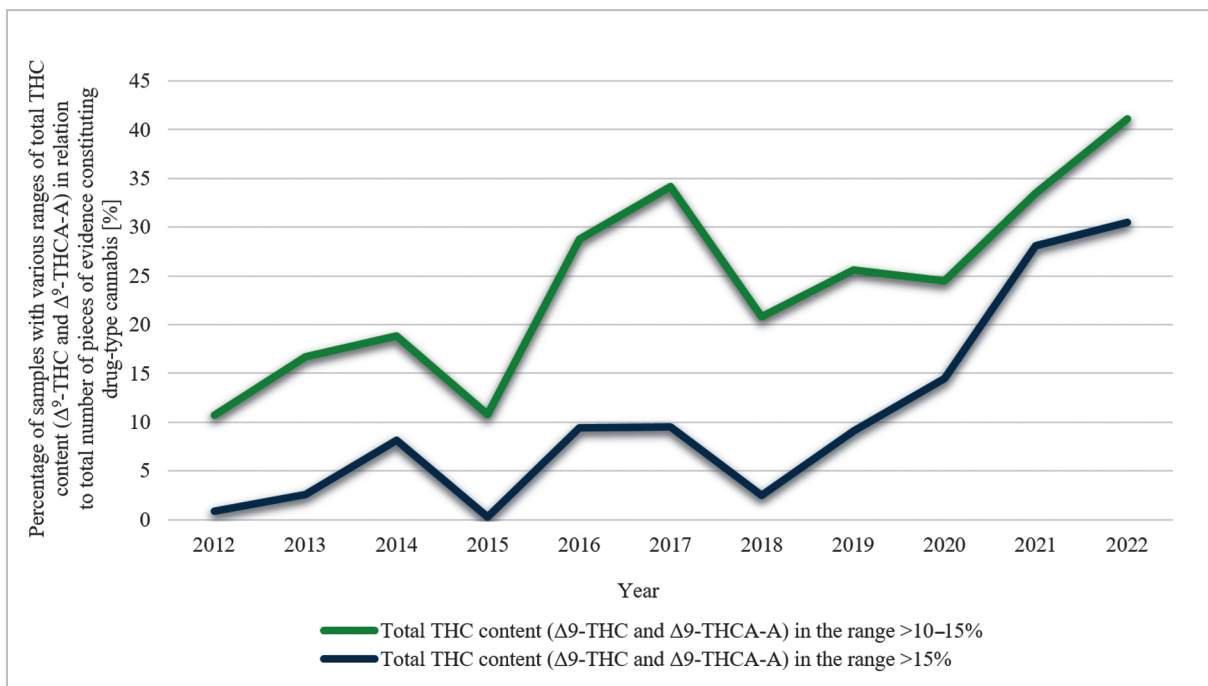


Fig. 4. Number of drug type cannabis samples with total THC content above 10%.

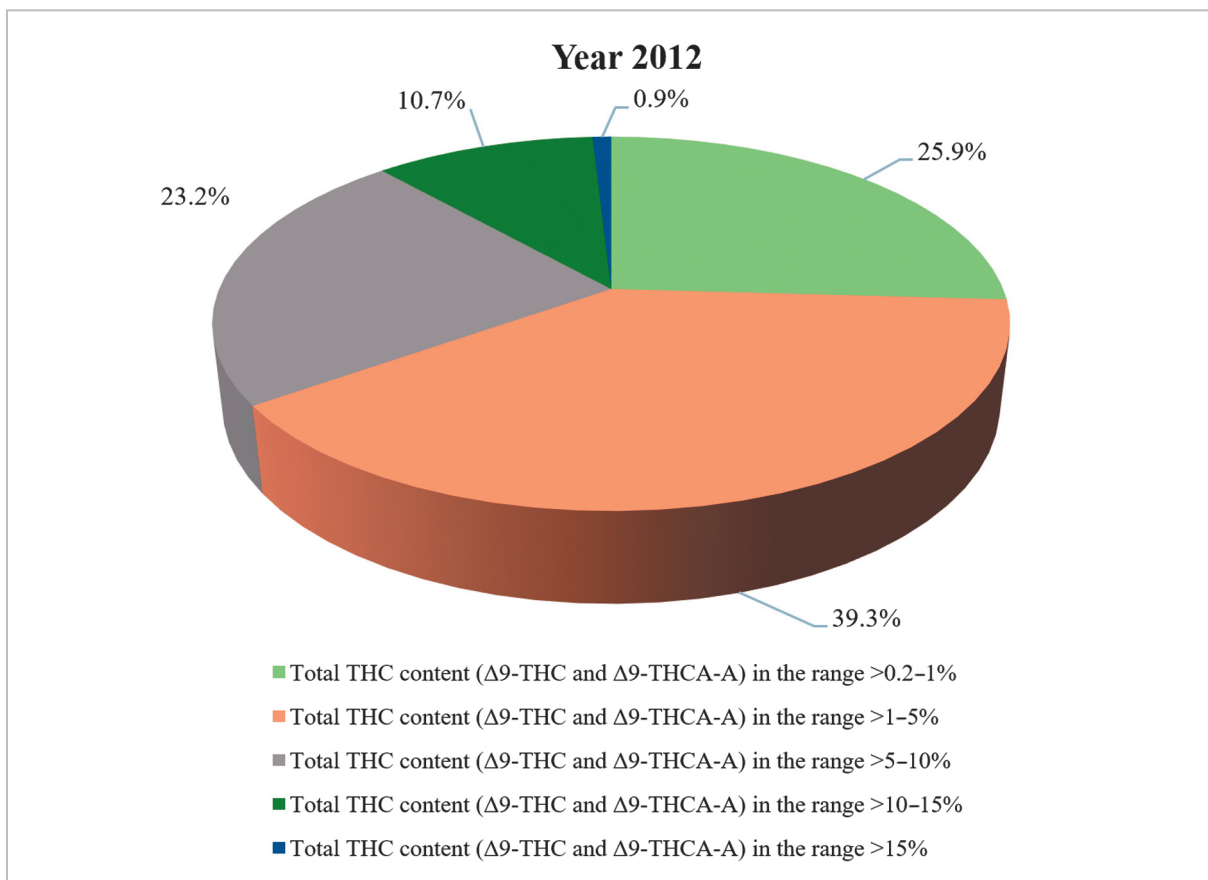


Fig. 5. Cannabis market in Poland in 2012 – the number of samples with various ranges of total THC content (Δ9-THC and Δ9-THCA-A).

The expert opinions provided by the IFR between 2012 and 2022 were used to calculate the mean total concentration of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A in non-fibrous cannabis seized as evidence (Table 1). In 2022, the concentration was nearly three times of high as in 2012 and it amounted to 12%. In some cases, the value reached as high as 30%. In conclusion, the Polish cannabis market continues to show the clear increased in cannabis potency reported also by the UNODC and EMCDDA.

The most likely reason behind this trend in the European drug market is the development of cannabis cultivation technologies under controlled conditions (such as in greenhouses) within European countries and the use of genetically modified seeds,

both of which are factors that reduce the importance of cannabis imported from outside Europe. Domestic cultivation predominantly use a technique referred to as *sinsemilla*, which involves growing cannabis under controlled conditions to prevent the pollination of female inflorescences. The plants remain unpollinated throughout their maturation period, and as result they contain no seeds, while flowering longer and being able to use the additional energy to produce more trichomes. Trichomes are outgrowths of the plant tissue that appear mostly on female inflorescences and are responsible for the synthesis of  $\Delta^9$ -THC. This technique produces cannabis with an increased content of the psychoactive ingredient (EMCDDA, 2019).

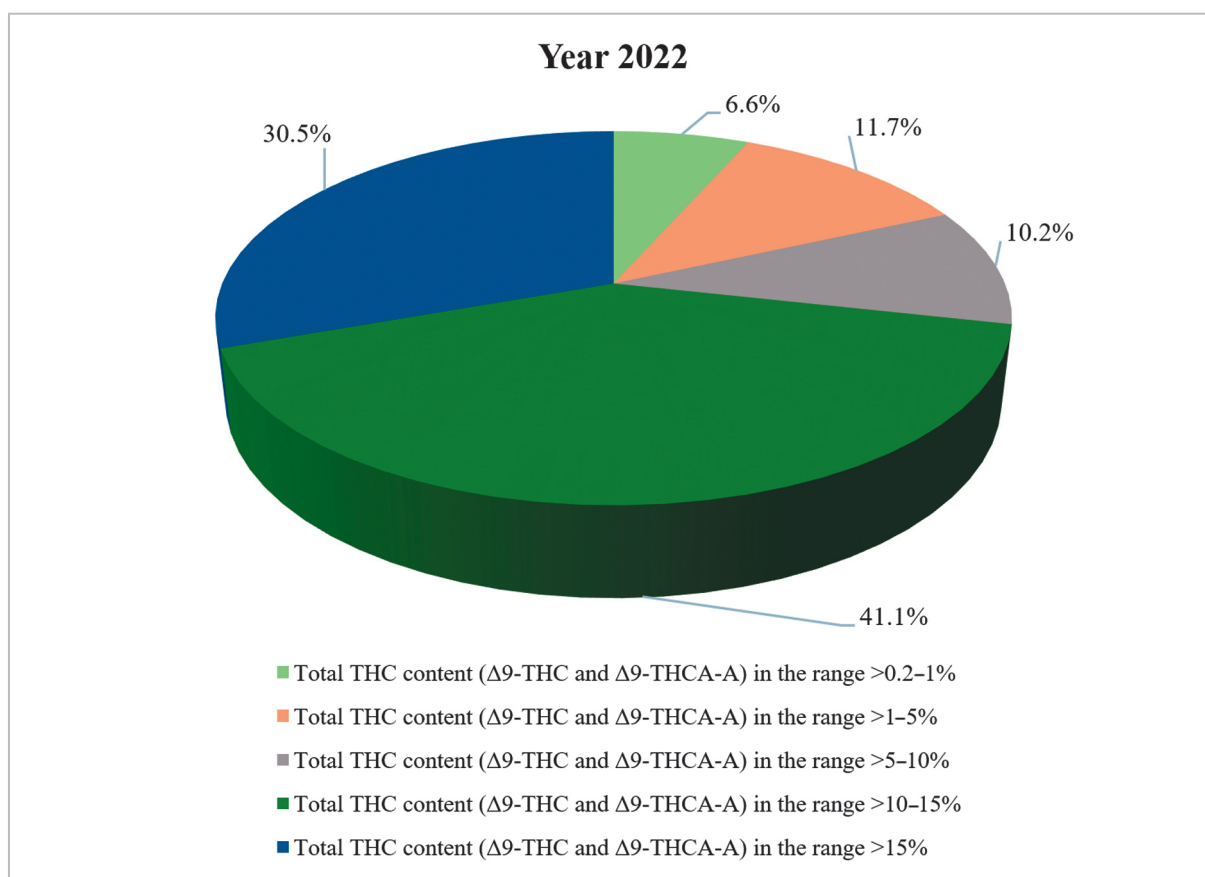


Fig. 6. Cannabis market in Poland in 2022 – the number of samples with various ranges of total THC content ( $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A).

Table 1

Average total THC content ( $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A) in the seized evidence material consisting of drug type cannabis, during 2012–2022

Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
$\Delta^9$ -THC + $\Delta^9$ -THCA-A [%]	4.5	6.3	6.5	5.0	8.4	9.0	6.4	7.0	8.0	10.9	12.0

Cannabis seeds are not legally regulated in Poland, therefore they are easily available in dedicated online stores as well as stationary retailers. Years of building awareness and knowledge about the effect of environmental conditions on the growth and chemical and morphological profile of cannabis have resulted in marihuana containing high amounts of each cannabinoid, including the psychoactive  $\Delta^9$ -THC. Furthermore, feminised cannabis seeds, obtained from genetically modified plants, are available on the market. Feminised seeds produce female cannabis plants, which grow many inflorescences. The  $\Delta^9$ -THC concentration depends on the variety of the seeds, but usually, these varieties contain a high amount of this psychoactive substance.

The results of the analysis performed in this study confirmed the trends observed in both Europe and in the US Chandra et al. (2019) conducted a similar analysis of the  $\Delta^9$ -THC content in over 16,000 samples of cannabis (marihuana and *sinsemilla*) seized by the US Drug Enforcement Administration (DEA) between 2008 and 2017. Both marihuana and *sinsemilla* showed an increase of cannabis potency. The mean content in marihuana increased from 6.0% in 2008 to 9.4% in 2017, and from 11.5% in 2008 to 17.8% in 2017 for *sinsemilla*. This study is another confirmation of the upward trend for the  $\Delta^9$ -THC content in non-fibrous cannabis that has been observed over many years and the effect of cannabis grown using the *sinsemilla* method on the drug market.

#### 4. Summary and results

The data presented in this study concerned drug-type cannabis samples received by the IFR between 2012 and 2022. The evidence was analysed for the total content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A.

The statistical analysis showed that cannabis products have been the most commonly used narcotic drug in Poland and across the world for many years. In terms of the content of the psychoactive substance, the amount of seized herbal cannabis material with a high concentration of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A increased over the past decade.

The Polish market shows a continuous increasing trend in the content of  $\Delta^9$ -THC in drug-type cannabis, as reported by the EMCDDA and UNODC. Between 2012 and 2022, the total content of  $\Delta^9$ -THC and  $\Delta^9$ -THCA-A increased and nearly tripled, reaching 12% in 2022.

The upward trend in  $\Delta^9$ -THC content of marihuana is most likely related to increased awareness and

knowledge of how the environmental conditions in which cannabis is grown affect the chemical and morphological profile of cannabis plants. Another important factor is the increased significance of cultivation sites located in European countries employing the *sinsemilla* technique. In addition, the appearance of feminised seeds on the market, obtained through genetic modifications, contributes to the increase in the  $\Delta^9$ -THC content in cannabis.

The use of cannabis products, both marihuana and extracts containing high amounts of psychoactive components, may pose a major health risk to users who have previously considered cannabis products to be safe. In particular, the use of such products may lead to psychoses and the development of mental disorders, especially in young people with such tendencies (EMCDDA, 2022).

#### References


1. Chandra, S., Radwan, M. M., Majumdar, C. G., Church, J. C., Freeman, T. P., ElSohly, M. A. (2019). New trends in cannabis potency in USA and Europe during the last decade (2008–2017). *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 269(1), 5–15.
2. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2019). Developments in the European cannabis market. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.emcdda.europa.eu/publications/emcdda-papers/developments-in-the-european-cannabis-market\\_en](https://www.emcdda.europa.eu/publications/emcdda-papers/developments-in-the-european-cannabis-market_en)
3. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction and Europol (2022). EU Drug Market: Cannabis – In-depth analysis. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.emcdda.europa.eu/publications/eu-drug-markets/cannabis\\_en](https://www.emcdda.europa.eu/publications/eu-drug-markets/cannabis_en)
4. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2023). European Drug Report 2023: Trends and Developments. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.emcdda.europa.eu/publications/european-drug-report/2023\\_en](https://www.emcdda.europa.eu/publications/european-drug-report/2023_en)
5. United Nations Office on Drugs and Crime (2022a). Recommended methods for the identification and analysis of cannabis and cannabis products. Manual for use by national drug analysis laboratories. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.unodc.org/documents/scientific/Recommended\\_methods\\_for\\_the\\_Identification\\_and\\_Analysis\\_of\\_Cannabis\\_and\\_Cannabis\\_products.pdf](https://www.unodc.org/documents/scientific/Recommended_methods_for_the_Identification_and_Analysis_of_Cannabis_and_Cannabis_products.pdf)
6. United Nations Office on Drugs and Crime (2022b). World Drug Report 2022. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22\\_Booklet\\_1.pdf](https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22_Booklet_1.pdf)




7. United Nations Office on Drugs and Crime (2023). World Drug Report 2023. Retrieved 20 November 2023 from [https://www.unodc.org/res/WDR-2023/WDR23\\_Exsum\\_fin\\_DP.pdf](https://www.unodc.org/res/WDR-2023/WDR23_Exsum_fin_DP.pdf)

#### ORCID

Karolina Masier  0009-0007-5248-7569

Karolina Sekuła  0000-0001-8061-9388

Wioleta Wrześciń-Tokarczyk  0009-0001-8594-2982

Bogumiła Byrska  0009-0005-6036-5882

Roman Stanaszek  0000-0002-6864-6858

---

#### Corresponding author

Karolina Masier  
Institute of Forensic Research  
ul. Westerplatte 9  
PL 31-033 Kraków  
e-mail: [kmasier@ies.gov.pl](mailto:kmasier@ies.gov.pl)

---

## TENDENCJE NA RYNKU KONOPI INDYJSKICH W OSTATNIEJ DEKADZIE W POLSCE

### 1. Wprowadzenie

Konopie indyjskie są najpowszechniej używanymi środkami odurzającymi na świecie, a w ostatnich latach obserwuje się stały wzrost zainteresowania nimi. Szacuje się, że w 2021 roku około 219 milionów osób używało konopi indyjskich, co oznacza wzrost o prawie 21% tej liczby w ciągu ostatniej dekady i odpowiada ponad 4% światowej populacji w wieku 15–64 lat. Częstość używania konopi indyjskich zależy od regionu świata i jest najwyższa w Ameryce Północnej, Australii i Nowej Zelandii oraz Afryce Zachodniej (UNODC, 2023). W Europie konopie indyjskie są również najpopularniejszym narkotykiem – w roku 2022 używało ich około 22,6 miliona Europejczyków. Według raportu EMCDDA około 1,3% dorosłych w Unii Europejskiej (tj. 3,7 mln osób) zażywa konopie indyjskie codziennie lub prawie codziennie (EMCDDA, 2023).

Uprawa konopi indyjskich dotyczy praktycznie wszystkich regionów świata. W ciągu ostatniej dekady 151 krajów zgłosiło do Biura Narodów Zjednoczonych ds. Narkotyków i Przestępczości (UNODC – *United Nations Office on Drugs and Crime*) uprawę tych roślin, przy czym niektóre kraje deklarowały uprawę zarówno w pomieszczeniach zamkniętych (*indoor*), jak i na zewnątrz (*outdoor*). Na całym świecie ich uprawa polowa jest w dalszym ciągu bardziej rozpowszechniona niż uprawa w pomieszczeniach zamkniętych, chociaż wzrost w przypadku tej ostatniej jest znacznie większy. Uprawy konopi indyjskich w pomieszczeniach koncentrują się w krajach Europy i Ameryki Północnej; głównym ich celem jest osiągnięcie wysokiej zawartości delta-9-tetrahydrokannabinolu ( $\Delta^9$ -THC) w roślinach. W porównaniu z marihuaną, która produkowana jest szeroko na całym świecie, produkcja haszyszu skupia się głównie w kilku krajach Afryki Północnej, Bliskiego Wschodu i Azji Południowo-Zachodniej. W 2021 roku skonfiskowano 5226 ton marihuany oraz 2014 ton haszyszu. Rosnąca w ostatnich latach liczba konfiskat na świecie jest potwierdzeniem obserwowanego wzrostu używania konopi indyjskich w wielu krajach podczas pandemii COVID-19. Konfiskaty konopi indyjskich poza Ameryką Północną osiągnęły w 2020 roku najwyższy poziom w historii (UNODC, 2022a; UNODC, 2023). W Europie w 2021 roku państwa członkowskie UE zgłosiły 240 tys. konfiskat marihuany w ilości 256 ton (157 ton w 2020 roku) oraz 202 tys. konfiskat haszyszu w ilości 816 ton (588 ton w 2020 roku). W Polsce w 2021 roku skonfiskowano przeszło 9 ton marihuany – prawie dwa razy

więcej niż w roku 2020 i trzy razy więcej niż w 2019 roku (EMCDDA, 2023).

Warto podkreślić, że od końca ubiegłego wieku obserwuje się szybki postęp w technologiach uprawy roślin konopi indyjskich. Metody produkcji stają się coraz bardziej wyrafinowane (wliczając w to również modyfikacje genetyczne), a zmiany w ustawodawstwie w niektórych krajach przyczyniają się do zmian w dynamice upraw, rynku konopi indyjskich i wytwarzania produktów z konopi. Czynniki te spowodowały dostępność na nielegalnych rynkach szerokiej gamy odmian tej rośliny o rosnącym poziomie delta-9-tetrahydrokannabinolu ( $\Delta^9$ -THC) – psychoaktywnego jej składnika. Tendencja wzrostowa tego związku w produktach z konopi obserwowana jest od około 25 lat zarówno w Europie, jak i w Ameryce Północnej. Według danych UNODC w tym okresie zanotowano czterokrotny wzrost stężenia  $\Delta^9$ -THC w produktach z konopi. W ciągu ostatniej dekady średnia zawartość delta-9-tetrahydrokannabinolu w ziele konopi skonfiskowanym w Europie wzrosła około dwukrotnie, a w haszyszu – trzykrotnie. W niektórych stanach w USA, które zalegalizowały pozamedyczne użycie tej rośliny, większość produktów z konopi indyjskich ma obecnie zawartość  $\Delta^9$ -THC przekraczającą 20%, a koncentraty konopi indyjskich zawierają do 70%  $\Delta^9$ -THC.

W ostatnich latach nastąpił również wzrost różnorodności produktów zawierających  $\Delta^9$ -THC i sposobów ich przyjmowania, w tym artykułów spożywczych czy waporyzatorów. Zwiększyła się także dostępność produktów z konopi o niskim poziomie  $\Delta^9$ -THC, zawierających głównie kannabidiol (CBD). Na legalnym rynku komercyjnym sprzedawanych jest wiele takich produktów, np. susze, oleje, produkty żywnościowe typu ciastka, czekolada, żelki, lizaki czy produkty kosmetyczne (UNODC, 2022a; UNODC, 2022b).

W Polsce Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii rozróżnia konopie włókniste od innych niż włókniste i podaje ich definicje. Rozróżnienie to opiera się na sumarycznej procentowej zawartości  $\Delta^9$ -THC i kwasu tetrahydrokannabinolowego ( $\Delta^9$ -THCA-A), który jest prekursorem  $\Delta^9$ -THC, w kwiatowych lub owocujących wierzchołkach roślin, z których nie usunięto żywicy. Do niedawna odmiany o zawartości tych związków powyżej 0,20% w przeliczeniu na suchą masę były odmianami narkotycznymi i stanowiły środek odurzający.

Obecnie, zgodnie z nowelizacją Ustawy, która weszła w życie 7 maja 2022 roku, granica prawna dotycząca sumarycznej procentowej zawartości  $\Delta^9$ -THC i kwasu  $\Delta^9$ -THCA-A została podniesiona do 0,3%, a w definicji

konopi włóknistych i innych niż włókniste wprost jest określone, że suma ta podlega zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku. Ziele konopi o zawartości tych związków powyżej 0,3% klasyfikowane jest jako środek odurzający.

Z uwagi na obserwowane na świecie trendy dotyczące konopi indyjskich celem niniejszej pracy jest ocena potencjalnych zmian procentowej zawartości głównych składników psychoaktywnych w konopiach indyjskich w Polsce w latach 2012–2022 na podstawie ekspertyz opracowanych w tym okresie w Instytucie Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna w Krakowie.

## 2. Materiały i metody

Analizie poddano wyniki badań chemicznych materiału dowodowego stanowiącego ziele konopi innych niż włókniste, przekazanego do Instytutu Ekspertyz Sądowych w latach 2012–2022, który badany był pod kątem sumarycznej procentowej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A.

W niniejszej pracy dokonano analizy liczby ekspertyz dotyczących ziela konopi innych niż włókniste w stosunku do całkowitej liczby ekspertyz, badanych pod kątem obecności środków odurzających, substancji psychotropowych i nowych substancji psychoaktywnych, a także określono tendencje dotyczące zawartości substancji psychoaktywnej w ziele konopi innych niż włókniste w ciągu minionej dekady.

Badania chemiczne obejmowały analizę próbek materiału roślinnego, będącego ziele konopi innych niż włókniste, tj. nadziemnych części roślin (kwiatostany, liście, łodygi) oraz rozdrobnionego suszu roślinnego. Wymienione próbki materiału roślinnego za pomocą młynki i młynków odpowiednio rozdrabniano i homogenizowano, a następnie poddawano ekstrakcji metanolem. Ekstrakcję w całym cyklu badań prowadzono w sposób dwójaki: susz roślinny zalany metanolem pozostawiano na 24 godziny lub proces ten obejmował wytrząsanie próbek przez 3 godziny. W kolejnym etapie uzyskane ekstrakty rozcieńczano do ilościowych analiz instrumentalnych mieszaniną wody z dodatkiem 85% kwasu fosforowego(V) i acetonitrylu (1 : 1, v/v).

Próbki analizowano pod kątem identyfikacji i wyznaczenia zawartości  $\Delta^9$ -tetrahydrokannabinolu ( $\Delta^9$ -THC) i kwasu tetrahydrokannabinolowego ( $\Delta^9$ -THCA-A). W omawianym okresie (2012–2022) analizy te prowadzono, wykorzystując dwa urządzenia: wysokosprawny chromatograf cieczowy z detektorem diodowym Elite LaChrom HPLC System (HPLC-DAD) firmy Hitachi oraz ultrawysokosprawny chromatograf cieczowy z detektorem szeregu diod (UHPLC-PDA) LC-40 firmy Shimadzu. Rozdział badanych związków prowadzono na kolumnie monolitycznej Chromolith Performance

RP-18e (100 – 4,6 mm) oraz na kolumnie Restek Raptor ARC-18 (150 – 4,6 mm; 2,7  $\mu$ m). Fazę ruchomą podawaną na kolumnę w systemie gradientowym stanowiła mieszanina acetonitrylu oraz wody z dodatkiem 85% kwasu fosforowego(V) w ilości 0,1 ml/litr wody. Akwizycję prowadzono w zakresie długości fali  $\lambda = 200$ –400 nm.

W analizach stosowano certyfikowane wzorce odniesienia  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A, obydwie najczęściej w postaci roztworów o wyjściowym stężeniu 1,0 mg/ml w acetonitrylu lub w metanolu, produkcji takich firm jak Cerilliant Corporation (USA), LGC Standards GmbH (Niemcy), Lipomed AG (Szwajcaria), THC Pharm (Niemcy) i Merck KGaA (Niemcy). Stosowano także  $\Delta^9$ -THCA-A w postaci proszku (Lipomed AG).

Do ekstrakcji wykorzystywano metanol o czystości gradientowej do chromatografii cieczowej LiChrosolv®, natomiast do rozcieńczania próbek oraz jako fazy ruchome w analizach chromatograficznych stosowano przygotowaną wodę dejonizowaną otrzymaną przy zastosowaniu aparatu Milli-Q® Direct Water Purification System, acetonitryl o czystości *hypergrade* do LC-MS LiChrosolv® oraz 85% kwas fosforowy(V) Suprapur®. Wszystkie powyżej wymienione odczynniki były produkcji firmy Merck KGaA (Niemcy).

Stosowana metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej umożliwia oddzielne oznaczanie  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w badanym materiale. Kwas tetrahydrokannabinolowy jest prekursorem  $\Delta^9$ -THC w roślinach konopi, w podwyższonej temperaturze ulega on przekształceniu do związku macierzystego. Z tego powodu o sile psychoaktywnego działania produktów przyjmowanych poprzez palenie świadczy sumaryczna zawartość  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A.

## 3. Wyniki i dyskusja

Na wstępie należy zaznaczyć, że przez większość okresu, którego dotyczy analiza, ziele konopi innych niż włókniste definiowane było jako „każda naziemna część rośliny konopi (pojedyncza lub w mieszaninie), z wyłączeniem nasion, zawierająca powyżej 0,20% sumy delta-9-tetrahydrokannabinolu oraz kwasu tetrahydrokannabinolowego (kwasu delta-9-THC-2-karboksylowego)”. W związku z tym wyrażenie „ziele konopi innych niż włókniste” stosowane w opisie badań dotyczy materiału dowodowego zawierającego, zgodnie z powyższą definicją, powyżej 0,20% sumy  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że na początku badanego okresu, w 2012 roku, ekspertyzy dotyczące materiału dowodowego w postaci ziela konopi innych niż włókniste stanowiły zaledwie 5,3% wszystkich ekspertyz opracowywanych pod kątem obecności substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych w produktach

zabezpieczonych z rynku narkotykowego. W latach 2013–2021 takie sprawy stanowiły około 30–40% ekspertyz, natomiast w 2022 roku – już 68,4% ekspertyz narkotykowych dotyczyło badania ziele konopi innych niż włókniste (Ryc. 1). Przedstawiony rozkład liczby ekspertyz wynika najprawdopodobniej ze wzrostu popularności konopi indyjskich w ostatnich latach, ale może być także spowodowany spadkiem liczby spraw, w których identyfikowane były nowe substancje psychoaktywne (tzw. dopalacze).

W niniejszej pracy dokonano podziału materiału dowodowego stanowiącego ziele konopi innych niż włókniste w zależności od sumarycznej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A. Przyjęto zakresy: od powyżej 0,2% do 1%, powyżej 1% do 5%, powyżej 5% do 10%, powyżej 10% do 15% oraz powyżej 15% sumy  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A (Ryc. 2). Na wykresie można zaobserwować tendencję wzrostową stężenia substancji psychoaktywnej w marihuanie pojawiającej się na polskim rynku narkotykowym w kolejnych latach. Liczba badanych dowodów, w których wykazano sumaryczną zawartość  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A do 5%, malała w ostatnich latach. Udział dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste o stężeniu ww. składników w zakresie 5–10% zaczął spadać od 2021 roku, natomiast liczba dowodów, w których stwierdzano stężenie  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A powyżej 10%, zwiększyła się znacząco w ciągu rozpatrywanej dekady.

Na rycinie 3 przedstawiono udział dowodów stanowiących ziele konopi innych niż włókniste o sumarycznej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zakresach stężeń: powyżej 0,2% do 1%, powyżej 1% do 5% oraz powyżej 5% do 10% w stosunku do wszystkich dowodów stanowiących ziele konopi innych niż włókniste.

Dowody rzeczowe zawierające  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zakresie stężeń od powyżej 0,2 do 1% w 2012 roku stanowiły około 25% wszystkich dowodów. W kolejnych latach dowody te nie przekroczyły tej wartości i ich liczba oscylowała w przedziale 4–23%, natomiast od 2020 roku zanotowano stały spadek ich liczby. W 2022 roku materiał w tym zakresie stężeń liczył już tylko około 7% wszystkich dowodów stanowiących ziele konopi innych niż włókniste (Ryc. 3).

Materiał dowodowy o stężeniu  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zakresie powyżej 1% do 5% w latach 2012–2015 i w roku 2018 stanowił ponad 30% dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste. Od 2019 roku ilość materiału w tym zakresie stężeń zdecydowanie spadała (Ryc. 3).

Dowody zawierające  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zakresie stężeń powyżej 5% do 10% w latach 2012–2018 stanowiły około 25–40% wszystkich dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste. W kolejnych latach zaobserwowano spadek liczby takich dowodów i w 2022 roku było ich już tylko około 10% (Ryc. 3).

Analizując udział dowodów, w których stwierdzono sumaryczną zawartość  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A powyżej 10% do 15% (Ryc. 4), można zaobserwować, że w latach 2012–2015 nie przekraczał on 20% wszystkich dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste. Liczba ta urosła do około 35% w roku 2017, natomiast 5 lat później dowody w tym zakresie stanowiły już ponad 40% wszystkich dowodów.

Materiał dowodowy o stężeniu  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A powyżej 15%, stanowił w latach 2012–2019 maksymalnie około 10% wszystkich dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste. W 2012 i 2015 roku wynosiły one poniżej 1%. Od 2020 roku zanotowano wzrost udziału takich dowodów, w 2020 roku wynosił on 14,5%, a w 2022 roku już około 30% (Ryc. 4).

Dla porównania na rycinach 5 i 6 przedstawiono procentowe udziały w liczbach dowodów stanowiących ziele konopi innych niż włókniste o określonej zawartości procentowej głównych składników psychoaktywnych badanych w Instytucie odpowiednio w roku 2012 i 2022. W 2012 roku wśród dowodów w postaci ziele konopi innych niż włókniste przeważały dowody o sumarycznej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zakresie powyżej 1% do 5% i stanowiły one niemal 40% dowodów. Udział takich dowodów w 2022 roku wynosił już tylko 11,7%. Dowody o najniższym zakresie stężeń, tj. od powyżej 0,2% do 1%  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w 2012 roku stanowiły 25,9%, a w roku 2022 – tylko 6,6% dowodów. W 2022 roku największą grupę dowodów stanowił susz roślinny o najwyższych stężeniach  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A, tj. powyżej 10% do 15% (41,1% dowodów) i powyżej 15% (30,5% dowodów), natomiast w 2012 roku dowody takie stanowiły odpowiednio 10,7% i 0,9% dowodów. Dowody w zakresie stężeń powyżej 5% do 10% w 2012 roku stanowiły 23,2%, natomiast w 2022 roku – 10,2% dowodów. Z analizy powyższych danych wynika zatem wprost, że w ostatniej dekadzie na rynku konopi indyjskich w Polsce obserwowana jest tendencja wzrostowa dotycząca zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w produktach z konopi.

Na podstawie danych zebranych z ekspertyz prowadzonych w Instytucie wyliczono średnie stężenie sumarycznej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w zabezpieczonym materiale dowodowym stanowiącym ziele konopi innych niż włókniste w latach 2012–2022 (Tabela 1). W 2022 roku opisywane stężenie było prawie trzykrotnie większe niż w roku 2012 i wyniosło 12%. W pojedynczych przypadkach wartości te sięgały nawet trzydziestu procent. Wnioskując zatem: na polskim rynku konopi indyjskich utrzymuje się opisywana w raportach UNODC i EMCDDA wyraźna tendencja wzrostowa zawartości  $\Delta^9$ -THC w ziele konopi innych niż włókniste.

Przyczyną tendencji wzrostowej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A w marihuanie będącej na europejskim rynku narkotykowym jest najprawdopodobniej wzrost



znaczenia upraw konopi w kontrolowanych warunkach (np. w szklarniach) na terenie krajów europejskich i stosowanie modyfikowanych genetycznie nasion. Oba te czynniki powodują spadek znaczenia marihuany importowanej z rejonów spoza granic Europy. W uprawach krajowych w głównej mierze stosowana jest technika określana terminem *sinsemilla*. Polega ona na uprawie roślin w kontrolowanych warunkach, które pozwalają na zapobieganie zapylania żeńskich kwiatostanów konopi, dzięki czemu przez cały swój okres dojrzewania rośliny pozostają niezapylone i w konsekwencji nie zawierają nasion, natomiast dłużej kwitną i mogą wydatkować dodatkową energię na produkcję większej liczby tzw. trichomów. Trichomy są wypustkami tkanki roślinnej, najliczniej występującymi na żeńskich kwiatostanach, które m.in. odpowiedzialne są za syntezę  $\Delta^9$ -THC. W taki sposób pozyskuje się marihuanę zawierającą zwiększone ilości substancji psychoaktywnej (EMCDDA, 2019).

W Polsce nasiona konopi nie są objęte kontrolą prawną. Z racji tego zarówno w dedykowanych sklepach internetowych, jak i w sklepach stacjonarnych, istnieje do nich łatwy dostęp. Zwiększająca się przez lata świadomość i wiedza co do wpływu warunków środowiskowych, w których uprawiana jest marihuana, na profil chemiczny i morfologiczny roślin konopi, przekłada się na uprawę marihuany charakteryzującej się wysoką zawartością poszczególnych kannabinoidów, w tym psychoaktywnego  $\Delta^9$ -THC. Co więcej, na rynku dostępne są tzw. feminizowane nasiona konopi, pochodzące z modyfikowanych genetycznie roślin. Nasiona te dają plony w postaci konopi płci żeńskiej, zawierających liczne kwiatostany. Stężenie  $\Delta^9$ -THC zależy od odmiany nasion, ale na ogół są to odmiany o wysokich zawartościach substancji psychoaktywnej.

Wyniki analizy dokonanej w niniejszej pracy potwierdzają trendy obserwowane zarówno w Europie, jak i w Stanach Zjednoczonych. Podobne badania dotyczące stężenia  $\Delta^9$ -THC w produktach z konopi prowadzili Chandra i współpracownicy (2019), którzy przebadali m.in. ponad 16 tys. próbek konopi indyjskich (marihuana i *sinsemilla*) pod względem zawartości  $\Delta^9$ -THC skonfiskowanych przez Agencję do spraw Walki z Narkotykami (DEA) na terenie Stanów Zjednoczonych w latach 2008–2017. Zarówno w przypadku marihuany, jak i próbek *sinsemilla* odnotowano w tym czasie tendencję wzrostową zawartości  $\Delta^9$ -THC. Średnie stężenie dla marihuany wzrosło w okresie od 2008 do 2017 roku z 6,0% do 9,4%, a dla próbek *sinsemilla* z 11,5% do 17,8%. Badania te są kolejnym potwierdzeniem obserwowanej przez lata tendencji wzrostowej zawartości  $\Delta^9$ -THC w konopiach innych niż włókniste oraz wpływu obecności konopi uprawianych metodą *sinsemilla* na rynek narkotykowy.

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Zaprezentowane dane dotyczyły materiału dowodowego stanowiącego ziele konopi innych niż włókniste przekazanego do Instytutu Ekspertyz Sądowych w latach 2012–2022, który badany był pod kątem sumarycznej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A.

Z analizy statystycznej wynika, że produkty konopi indyjskich od wielu lat są najczęściej stosowanym środkiem odurzającym w Polsce i na świecie. Biorąc pod uwagę stężenie substancji psychoaktywnej, odnotowano, że w kolejnych latach wzrastała ilość zabezpieczonego materiału o wysokiej zawartości  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A.

Na rynku polskim utrzymuje się opisywana w raportach EMCDDA i UNODC tendencja wzrostowa zawartości  $\Delta^9$ -tetrahydrokannabinolu w ziele konopi innych niż włókniste. W ciągu dekady średnia sumaryczna zawartość  $\Delta^9$ -THC i  $\Delta^9$ -THCA-A wzrosła prawie trzykrotnie i w 2022 roku wynosiła 12%.

Tendencja wzrostowa zawartości  $\Delta^9$ -THC w marihuanie najprawdopodobniej związana jest ze zwiększoną świadomością i wiedzą co do wpływu warunków środowiskowych, w których uprawiana jest marihuana, na profil chemiczny i morfologiczny roślin konopi. Istotny jest również wzrost znaczenia na rynku narkotykowym upraw znajdujących się na terenie krajów Europy, prowadzonych techniką określaną terminem *sinsemilla*. Ponadto modyfikacje genetyczne prowadzące do pojawienia się na rynku tzw. feminizowanych nasion konopi przyczyniają się do wzrostu zawartości  $\Delta^9$ -THC w tych roślinach.

Stosowanie produktów otrzymywanych z konopi, zarówno marihuany, jak i wyciągów oraz ekstraktów, które posiadają znaczną zawartość składników psychoaktywnych, może stanowić duże ryzyko zdrowotne dla użytkowników, którzy dotychczas uznawali produkty konopi za bezpieczne. Stosowanie takich produktów może prowadzić do psychoz i rozwoju zaburzeń psychicznych, szczególnie u młodych osób z takimi skłonnościami (EMCDDA, 2022).