

THE UNIQUENESS OF BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TECHNICAL HEMP AND PROSPECTS FOR ITS PRACTICAL USE

Laiko I.M.

Institute of Bast Crops of NAAS, Ukraine

The results of studying biological characteristics and performance features of monoecious hemp varieties are presented. New hemp varieties bred in Ukraine are unique because technical hemp plants produce fiber, seeds, oil and do not accumulate narcotic compounds. Along with universal varieties, varieties with increased yields of seeds, oil, fiber and stem biomass were developed. The first medicinal hemp varieties with increased contents of cannabidiol (CBD) and cannabigerol (CBG) were obtained, and they can also be used as a technical crop.

Keywords: *hemp breeding, variety, monoeciousness, trichomes, cannabinoids, performance.*

Introduction. Hemp has been known to mankind for over 5,000 years. The popularity of this crop and the widespread occurrence of hemp are based on valuable properties of its products and specific biological features. It can be cultivated in all zones suitable for growing agricultural plants.

Analysis of literature, problem statement. Hemp is an annual herbaceous dicotyledonous plant with a tap-root system. By taxonomy, it belongs to the family Cannabinaceae (hemp family). At the same time, it is noted to be close to the families Moraceae (mulberry family) and Urticaceae (nettle family).

The species diversity is determined by industrial hemp *Cannabis sativa* L., wild hemp *Cannabis ruderalis* Janisch and Indian hemp *Cannabis indica* Lam. Central Asia is considered the birthplace of hemp. It was disseminated through trade routes. If the initial interest in this crop was based on narcotic properties only, later hemp became a textile and oilseed crop. These basic properties determined the successful promotion of this crop in many countries.

Three ecotypes of *Cannabis sativa* L. have been formed: northern, central Russian and southern. They differ in the growing period length varying from early- to late-ripening, stem and fiber yields. Forms grown in the central Russian zone of hemp growing give high yields of seeds. These ecotypes are intrinsic to monoecious hemp varieties specialized for the use in certain zones [1, 2, 3, 4].

Increase in fiber content and seed yield have been and remain the priority trends in hemp breeding. Monoecious forms have replaced highly productive dioecious hemp varieties. On the one hand, monoecious hemp varieties made it possible to mechanize their harvesting, but, on the other hand, they are inferior because of lower performance and monoeciousness instability. Therefore, during this period the breeding was aimed at an increase in the fiber content to 30%, stem yield to 6.5–7.0 t/ha and seed yield to 1.0 t/ha, as well as at a decrease in the male hemp plants to 25% in the second reproduction [5]. In the breeding process, new breeding approaches to stabilize populations in terms of high performance and fixing varietal typicality in the offspring with a modified population structure, where 95% of all plants are monoecious feminized pistillate hemp plants, with a female/male flowers ratio of 99: 1 to 50:50 have been developed. This work resulted in varieties that meet international requirements for the monoeciousness stability (no more than 1% of male hemp plants in the second reproduction).

The use of hemp as a source of narcotic compounds made breeders solve a social problem – to reduce narcotic activity without compromising performance and sown area [6].

Originally technical hemp *Cannabis sativa* L. was not narcotic; its main purpose was and remains fiber and oil production [7]. The content of a narcotically active compound, cannabinoid

tetrahydrocannabinol (THC), in the 1960s–70s was 0.3–0.5%. Longer than 40-year work resulted in hemp varieties without any drug activity. In the process of seed production to certified seeds, registered hemp varieties do not accumulate narcotically active tetrahydrocannabinol more than 0.05%. Therefore, the problem of the social safety of technical hemp has been solved via breeding.

Purpose and objectives. The study purpose was development of new hemp varieties of for different uses, identification of biological characteristics of the monoeciousness traits and diversity of cannabinoid compounds, and evaluation of prospects of developing varieties for seeds, fiber, oil, and medicinal drugs.

Material and methods. Hemp varieties grown in breeding variety trials and breeding nurseries were taken as the test material. The oil content was determined by C.V. Rushkovsky's method; the fatty acid composition of oil – by gas chromatography on a chromatograph Selmichrom-1; the contents of cannabinoids and terpenes – by an internal standard method on a gas-liquid chromatograph HP 6890 Series Hewlett Packard. Relationships between the traits were assessed with correlation coefficients.

Results and discussion. Breeding approaches to reduce the content of narcotically active tetrahydrocannabinol (THC) were quite stringent. At the early stages, family-group selection of plants with decreased contents of cannabinoids negatively affected the performance, especially the weight of seeds from elite plants. Subsequently, when the population expanded, selection for increased fiber content as well as seed and stem yields became possible. The breeders' objective was to preserve the main benefit of hemp - formation of the bast-fiber layer on stems.

The first high-yielding monoecious hemp variety YUSO 31, which could be used both for fiber and for seeds and had a decreased THC content, was entered in the State Register of Varieties in 1987. Currently, this variety is the standard of several traits (early maturity, low THC content, high fiber and oil contents, yield and inflorescences habit) in the world breeding practice.

The breeding was hampered because of a number of biological features of hemp: specific odor, cross-pollinating, heterozygosity, sexual polymorphism, dominance of the cannabinoid presence, direct correlation between the contents of cannabidiol and tetrahydrocannabinol, formation of glandular trichomes and essential oils on leaves and perianths.

Essential oil from narcotic hemp *C. indica* is known to contain 0.015% of THC and more than 137 terpenes with a maximum content of β -Caryophyllene, Terpinolene, β -Myrcene, α -Pinene, Trans- β -Ocimene (68.42%). Studies have shown that plants with a high THC content, including vegetative and generative organs (stems, leaves, and perianths), are covered with cystolith and glandular hairs of all 3 types (bulbous, sessile, and stalked), with the largest number of them on perianths. Trichome heads are filled with brown liquid.

C. sativa plants also have a specific hemp smell, essential oils and glandular hairs. However, they are less pronounced than those of narcotic hemp and even within this species their manifestation weakens when the cannabinoid content is reduced to a minimum. Changes in the hair structure are also noted. In technical hemp varieties with a tetrahydrocannabinol content of < 0.01%, hairs appear more often as single inclusions on veins of the leaf blade. Trichomes are characterized by smaller hair heads than in plants with higher contents of cannabinoids (0.08% THC). Through the microscope, it is seen that heads are filled with light secretion. In varieties with an increased THC content, there is a direct correlation between the number of glandular hairs and the contents of cannabinoids, and if THC is absent, or if its content is very low, this relationship is broken. Almost all industrial hemp varieties with a minimum THC content or without THC at all were revealed to contain essential oils (0.06–0.24%) [8, 9].

In the breeding course, breeding material without the specific odor, trichomes or THC (variety YUSO 45) was distinguished. Continuous breeding towards reducing narcotic contents in hemp led to the development of a new unique variety without not only THC, but without the other cannabinoids (variety Viktoriia) (Fig. 1).

Hemp breeding is also complicated by sex polymorphism, the ontogenetic and phylogenetic characteristics of which are determined by the habit factors and the male/female flowers ratio. At the same time, permanent mutations — sex mosaics — largely influence the genotypic expression of sexual characteristics.

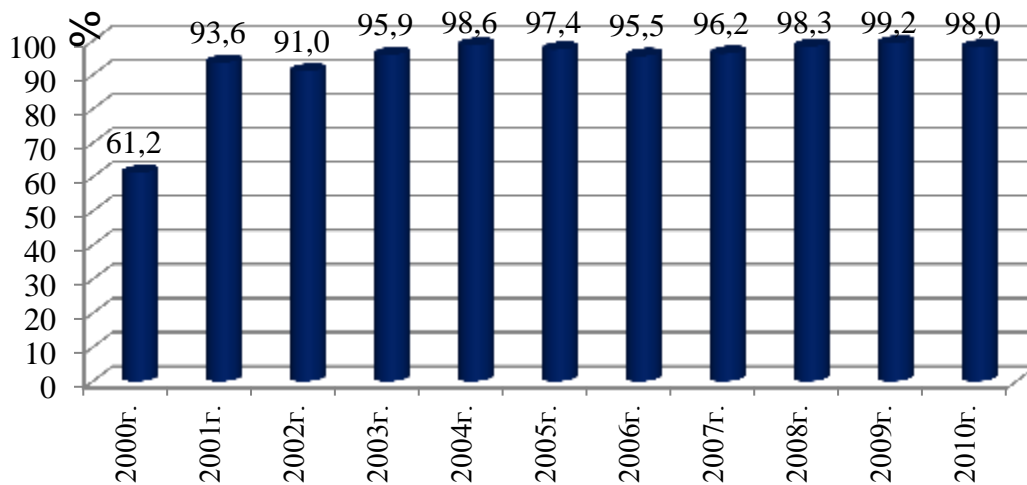


Fig. 1. Stability of the THC absence in the population of variety Viktoria

According to different theories of hemp sex genetics, there are from 5 sexual types of monoecious plants (Neuer, Sengbusch, 1943) to 22 sexual types of masculinized and feminized plants (N.N. Grishko, 1940). According to an improved classification, 12 sexual types of dioecious and monoecious hemp are considered (N.D. Migal, 1992) [10]. Male hemp plants are the main destabilizer of monoecious hemp populations (Fig. 2). Therefore, during the propagation of a variety to the 2nd reproduction (certified seeds), the number of such plants is limited to 1% by the international standard EU.



Fig. 2. Male and Female Plants

Currently, varieties of non-narcotic industrial hemp are stabilized in terms of the monoeciousness traits, which is associated with a high homogeneity of the sex composition. In populations of these varieties, 85–95% or more are monoecious feminized female plants, and the rest are represented by monoecious feminized male plants. This resulted from the targeted selection of monoecious feminized female plants with a female/male flowers ratio ranging 70:30 to 99:1%, respectively.

Universal check variety Hliana is the best variety in terms of sex composition and monoeciousness stability with minimal segregation of male plants in reproductions. Individual families of this variety contain up to 100% of monoecious feminized female plants. Saturation of popula-

tions with such plants decreases segregation into undesirable sex types, including non-productive masculinized plants and late-ripening feminized male plants (Fig. 3).



Fig. 3. A Monoecious Feminized Female plant and an Inflorescence Fragment

Moreover, such a population with a high percentage of monoecious feminized female plants ensures a consistently high performance of the variety.

Modern hemp varieties are noticeable for multipurposeness: for fiber, seeds, oil. At the same time, there are check varieties (variety Hliana) with a certain yield (fiber and oil contents – 30%, stem yield – 7.5–8.0 t/ha, and seed yield – 1.0–1.2 t/ha) and specialized varieties – for fiber, seeds and oil. The peculiarity of these varieties with high values of one parameter is that they can also be used for processing all parts of plants.

For example, monoecious hemp variety Hlukhivskiyi 51 has up to 38–40% of fiber in stems, the stem biomass is 8.5–10.0 t/ha, and the yield of seeds with an oil content of 28% is 0.8–0.9 t/ha. This variety is highly profitable in fiber production (3.2–3.8 t/ha [the check variety gives 2.0–2.2 t/ha]) and production of hards (55–60%), which can be used to manufacture pellets, briquettes and biocomposite materials. Seeds obtained upon harvesting for double use are processed to produce oil.

Seed variety Hlesiia is characterized by a maximum seed yield (up to 1.8 t/ha), high oil content (34%) and a medium fiber content (up to 28%).

Hemp variety Mykolaichyk has an increased oil content in seeds of 38–40%, seed yield of up to 1.5 t/ha and fiber content of 28% (Table 1).

Table 1

Parameter	Potentials of new hemp varieties			
	Varieties			
	Hliana, check variety	Hlesiia	Mykolaichyk	Hlukhivskiyi 51
Stem yield, t/ha	7.5–8.0	7.5–8.0	7.0–7.5	8.5–10.0
Seed yield, t/ha	1.0–1.2	1.5–1.8	1.2–1.5	0.8–0.9
Fiber yield, t/ha	2.0–2.2	1.9–2.1	1.7–1.9	3.2–3.8
Fiber content, %	30	28	28	38–40
Oil content, %	30	34	38–40	28

The uniqueness of this variety also lies in the fatty acid composition of seed oil. The ratio of omega-6 to omega-3 (ω -6: ω -3) polyunsaturated fatty acids of 4:1 is considered to be the best

one. In this variety, the ratio ranges 3:1 to 4:1 from year to year. The content of gamma-linolenic acid is 2.53%. Today, hemp hulled seeds are introduced in nutrition practice, and their value significantly increases with the optimal ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids and an increased amount of γ -linolenic acid (Table 2).

Table 2

Fatty acid composition of oil from hemp seeds, average for 2016–2018

Fatty acids	Fatty acid contents in seeds of the varieties, %			
	Mykolaichyk	Artemida	Harmomiia	V, %
Palmitic	7.23	7.02	7.17	2.1-5.8
Stearic	2.73	3.23	3.07	6.8-7.7
Oleic	13.62	14.72	15.01	5.1-9.3
Linoleic	57.10	57.60	55.93	0.8-2.6
Gamma-linolenic	2.53	2.25	1.91	2.1-9.8
Linolenic	15.52	13.97	15.62	6.3-9.2

If previously it was believed that synthesis of cannabinoids is a negative feature, now after extraction of pure substances and research into their biological and medicinal properties, it became known about possibilities of their use for medical purposes. At present, cannabidiol (CBD), cannabichromene (CBC), cannabigerol (CBG), cannabinol (CBN), cannabidivarin (CBDV) are considered the most valuable ones. Studies of several hemp varieties (Santica, Fedora, Felina, Ferimon, YUSO 31) also found acid analogues of some cannabinoids – CBGA, CBDA, and THCA. Of these varieties, YUSO 31 has the lowest THC content. It should also be noted that plants of this variety differ in many of the above-listed cannabinoids and their acids. Such cannabinoid compounds as CBC, CBG, CBN and CBDV appeared in small leaves during seed maturation. The greatest amount of CBG was detected in plants of varieties Santica and YUSO 31, while CBD and CBDA were found in all the varieties under investigation, but with a strong variability of the trait from 0.000% to 5.12% (Table 3).

Table 3

Cannabinoid contents in plants of hemp varieties, average for 2017-2018

Cannabinoid	Varieties, object of study, cannabinoid contents, %			
	Santica	Ferimon	USO 31	
	ML	ML	ML	AP
CBC	0,00	–	0,00±0,001	0,03
CBG	–	0,05±0,012	0,02±0,10	–
CBGA	0,61±0,109	0,06±0,009	0,13±0,026	0,64±0,522
CBD	1,21±0,173	–	0,05±0,005	0,09±0,085
CBDA	–	3,64±0,314	0,95±0,054	1,36±0,807
THCA	0,06±0,012	0,18±0,009	0,03±0,004	0,09±0,034
CBN	–	0,02	0,00	–
CBDV	–	–	0,00±0,001	–

Note: SL - small leaves, P - perianths

Moreover, the maximum levels of CBD and CBDA are associated with the maximum amounts of THC and THCA. In this regard, investigations are underway to search for such hemp forms that have a high CBD content and a low THC content, not exceeding the legally limited standard. In the EU, it is 0.2%; in the United States - 0.3%; in Russia - 0.1%; and in Ukraine - 0.08% of THC. As one can see, the most severe restrictions are set in Ukraine, even for research.

At the first stage of our studies, it was necessary to find out how close the correlation between the CBD and THC contents was and the limits of increasing the CBD level without ex-

ceeding the THC content limit [11, 12]. It was found that the correlation between the CBD and THC levels is close to 1 ($r = 0.7-0.9$).

The direct dependence of synthesis of one cannabinoid on another restricts breeding for an increased cannabinoid content in the range of 1.5–3.0%. In this case, the content of tetrahydrocannabinol does not exceed 0.08% [13,14].

The breeding methods developed to increase the cannabidiol content made it possible to create new starting material (variety Mriia) stabilized in terms of the cannabidiol and tetrahydrocannabinol contents at the level of 1.5–3.0 and 0.04–0.07%, respectively.

For the first time, we established that there was no relationship between CBG and THC. Targeted selection for increase in the CBG content led to the creation of hemp variety Vik 2020 with a cannabigerol content of up to 1.0% and without THC.

In the future, the breeding methods developed will allow creating hemp varieties both with combinations of therapeutic cannabinoids, thereby increasing their medical value, and with individual cannabinoids: cannabinol, cannabichromene, and cannabidivarin, without any narcotic effects.

Conclusions. The results obtained prove the uniqueness of technical hemp as a biological object of research, possibilities of developing new scientific theories, breeding methods, genetic mechanisms of cannabinoid synthesis and practical use of such hemp products as oil, hulled seeds, fiber and medicinal agents in different production areas, where, as more advanced processing techniques are developed, the effectiveness of hemp rises.

The technical hemp varieties, universal, seed and fiber ones, are noticeable for the absence of THC and CBD and can be used for fiber (the fiber content is 30, 28 and 38% in universal, seed and fiber varieties, respectively), seeds (the seed yield is 1.0–1.2, 1.5–1.8 and 0.8–0.9 t/ha in universal, seed and fiber varieties, respectively) and oil (the oil content in seeds is 30, 34–38 and 28% in universal, seed and fiber varieties, respectively).

For the first time in the history of hemp breeding, studies have been conducted to develop medicinal hemp varieties.

A medicinal hemp variety has been created (variety Mriia). It, in addition to leaf biomass with an increased CBD content, gives a seed yield of 0.8–1.0 t/ha with an oil content of up to 28% and a stem yield of 7.0 t/ha with a fiber content of 28-30%.

Variety Vik 2020 with an increased content of KBG (1.0%) and without THC has been created.

Список використаних джерел

1. Коноплі/ за ред. Мигаля М.Д., Кабанця В.М. Суми: Еллада, 2011. 384 с.
2. Maumevičius E., Burbulis N., Blinstrubienė A., Laiko I., Masiene R. Veiksniai, Iemiantys sėjamosios kanapės (*Cannabis sativa* L.) kaliosogenezę somatinių audinių kultūroje. Žemės ūkio mokslai. 2018. T. 25. No 4. P. 169–174. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v25i4.3869.
3. Maumevičius E., Burbulis N., Jankauskienė Z., Blinstrubienė A., Laiko I. Sėjos ir tręšimo normų poveikis sėjamosios kanapės (*Cannabis sativa* L.) produktyvumui. Žemės ūkio mokslai. 2019. T. 26. Nr. 2. P. 72–82. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v26i2.4061.
4. Mishchenko S, Mokher J., Laiko I., Burbulis N., Kyrychenko H., Dudukova S. Proposals for system of phenological growth and development stages of hemp (*Cannabis sativa* L.) and individual codes by BBCH-scale. Žemės ūkio mokslai. 2017. T. 24. Nr. 2. P. 31–36. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v24i2.3496.
5. Layko I.M., Vyrovets V.H., Beherec O., Kirichenko H.I., Mishchenko S.V., Kmets I.L. The Ukrainian and French breeders operations to elimination of drug property of sowing hemp (*Cannabis sativa* L). Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Scientific proceeding. Nitra 2015. Part II. P. 414–417.
6. Laiko I.M., Vyrovets V.H., Kyrychenko H.I., Mishchenko S.V., Kmets I.L. Contemporary fibre level in non-narcotic varieties of hemp (*Cannabis sativa* L.) Sel. nasinn. 2015. Issue 107. P. 68–75. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54033.
7. Вировець В.Г., Лайко І.М., Верещагін І.В., Тимчук С.М., Поздняков В.В. Перспективи

- селекції на оптимізацію жирнокислотного складу олії сучасних сортів ненаркотичних конопель. Селекція і насінництво. 2011. Вип. 100. С. 247–254. DOI: 10.30835/2413-7510.2011.66619.
8. Мигаль М.Д., Шульга І.Л. Особливості морфологічної будови і секреторної діяльності волосків рослин. Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. 2009. Вип. 5. С. 63–75.
 9. Мигаль М.Д., Кмець І.Л., Лайко І.М. Трихоми і канабіноїди конопель. Суми: ФЦП Щербина І.В. 2017. 228 с.
 10. Мигаль Н.Д. Генетика пола конопли. Глухов, 1992. 212 с.
 11. Міщенко С.В., Лайко І.М. Накопичення канабідіолу в онтогенезі рослин технічних (промислових) конопель. Фізіологія рослин. Plant Varieties Studving and Protection. 2018. Vol 14. № 4. С. 390–399. DOI: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151902.
 12. Міщенко С.В. Кореляційні зв'язки між основними канабіноїдними сполуками рослин сучасних безнаркотичних сортів конопель. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 2. С. 65–69.
 13. Ignatowska-Jankowska B., Jankowski M., Glac W., Swiergiel A.H. Cannabidiol-induced lymphopenia does not involve NKT and NK cells. Journal of Physiology and Pharmacology. 2009. № 60 (3). P. 99–103.
 14. Ren Y., Whittard J., Higuera-Matas A., Morris C.V., Yasmin L.H. Cannabidiol, a nonpsychotropic component of Cannabis, inhibits cue-induced heroin seeking and normalizes discrete mesolimbic neuronal disturbances. The Journal of Neuroscience. 2009. № 29 (47). P. 14764–14769. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4291-09.2009.

References

1. Hemp. In: MD Mygal, VM Kabanets, editors. Sumy: Ellada, 2011. 384 p.
2. Maumevičius E, Burbulis N, Blinstrubienė A, Laiko I, Masienė R. Veiksniai, Iemiantys sėjamosios kanapės (*Cannabis sativa* L.) kaliosogenezę somatinių audinių kultūroje. Žemės ūkio mokslai. 2018; 25(4): 169–174. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v25i4.3869.
3. Maumevičius E, Burbulis N, Jankauskienė Z, Blinstrubienė A, Laiko I. Sėjos ir tręšimo normų poveikis sėjamosios kanapės (*Cannabis sativa* L.) produktyvumui. Žemės ūkio mokslai. 2019; 26(2): 72–82. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v26i2.4061.
4. Mishchenko S, Mokher J, Laiko I, Burbulis N, Kyrychenko H, Dudukova S. Proposals for system of phenological growth and development stages of hemp (*Cannabis sativa* L.) and individual codes by BBCH-scale. Žemės ūkio mokslai. 2017; 24(2): 31–36. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v24i2.3496.
5. Layko IM, Vyrovets VH, Beherec O, Kirichenko HI, Mishchenko SV, Kmets IL. The Ukrainian and French breeders operations to elimination of drug property of sowing hemp (*Cannabis sativa* L). Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Scientific proceeding. Nitra 2015. Part II. P. 414–417.
6. Laiko IM, Vyrovets VH, Kyrychenko HI, Mishchenko SV, Kmets IL. Contemporary fibre level in non-narcotic varieties of hemp (*Cannabis sativa* L.) Sel. Nasinn. 2015; 107: 68–75. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54033.
7. Vyrovets VH, Layko IM, Vereshchagin IV, Tymchuk SM, Pozdniakov VV. Prospects of breeding for optimization of fatty acid composition of oil from modern non-narcotic hemp varieties. Sel. Nasinn. 2011; 100: 247–254. DOI: 10.30835/2413-7510.2011.66619.
8. Mygal MD, Shulga IL. Characteristics of the morphological structure and secretory activity of plant hairs. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lubjanykh kultur UAAN. 2009; 5: 63–75.
9. Mygal MD, Kmets IL, Layko IM. Hemp trichomes and cannabinoids. Sumy: FShP Shcherbyna IV, 2017. 228 p.
10. Mygal MD. Genetics of hemp sex. Hlukhov, 1992. 212 p.
11. Mishchenko SV, Layko IM. Cannabidiol accumulation during the ontogenesis of technical (industrial) hemp plants. Phiziologiiia Roslyn. Plant Varieties Studving and Protection. 2018; 14(4): 390–399. DOI: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151902.

12. Mishchenko SV. Correlations between major cannabinoid compounds in plants of modern non-narcotic hemp varieties. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi*. 2012; 2: 65–69.
13. Ignatowska-Jankowska B, Jankowski M, Glac W, Swiergiel AH. Cannabidiol-induced lymphopenia does not involve NKT and NK cells. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2009; 60(3): 99–103.
14. Ren Y, Whittard J, Higuera-Matas A, Morris CV, Yasmin LH. Cannabidiol, a nonpsychotropic component of Cannabis, inhibits cue-induced heroin seeking and normalizes discrete mesolimbic neuronal disturbances. *The Journal of Neuroscience*. 2009; 29(47): 14764–14769. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4291-09.2009.

УНІКАЛЬНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Лайко І.М.

Інститут луб'яних культур НААН, Україна

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є створення нових сортів конопель різного напрямку використання, виявлення біологічних особливостей за ознаками однодомності, наявності різних сполук канабіноїдів, перспектив створення сортів за призначенням на насіння, волокно, олію, лікувальні препарати.

Матеріал та методика. Матеріалом для досліджень були сорти конопель, які вирощували в дослідах сортовипробування і селекційних розсадниках. Вміст олії визначали методом С.В. Рушковського, жирнокислотний склад олії методом газової хроматографії на хроматографі «Селмихром-1», вміст канабіноїдних сполук і терпенів – на газорідному хроматографі HP 6890 Series Hewlett Packard методом внутрішнього стандарту. Взаємозв'язок між ознаками визначали за допомогою коефіцієнта кореляції.

Обговорення результатів. Селекційна робота ускладнювалась у зв'язку з цілим рядом біологічних особливостей конопель: специфічний конопляний запах, перехреснозапильність, гетерозиготність, прояв статевого поліморфізму, домінантність ознаки наявності канабіноїдів, пряма кореляційна залежність між ознаками вмісту канабідіолу і тетрагідроканабінолу, формування на листках і оцвітини залозистих волосків – трихом і ефірних олій.

Встановлено, що в сортах з підвищеним вмістом ТГК простежується пряма кореляційна залежність між кількістю залозистих волосків і вмістом канабіноїдів, а при відсутності або дуже низькому ТГК цей зв'язок порушений. Виявлено, що практично всі сорти технічних конопель з мінімальним вмістом ТГК або його повною відсутністю містять ефірні олії (0,06–0,24 %).

Селекційна робота з коноплями також ускладнюється наявністю статевого поліморфізму, онтогенетичні і філогенетичні ознаки якого визначаються факторами будови габітусу і співвідношенням чоловічих і жіночих квіток. Найкращим сортом за статевим складом і стабільністю ознаки однодомності з мінімальним вищепленням чоловічих рослин плосконі за репродукціями є універсальний сорт-стандарт Гляна.

Розрізняють сорти універсальні (сорт-стандарт Гляна) з рівнем урожайності (вміст волокна і олії – 30 %, врожайність стебел 7,5–8,0 і насіння 1,0–1,2 т/га) і сорти спеціального призначення – підвищеної волокнистості (38–40 %, сорт Глухівські 51), насіннєвої продуктивності (1,5–1,8 т / га, сорт Глесія) і олійності (38–40 %, сорт Миколайчик).

Виявлено перспективність селекції в напрямі створення сортів медичного використання. Пряма залежність формування одного канабіноїду від іншого (r від 0,7 до 0,9) обмежує селекційну роботу на підвищення канабіноїду в межах 1,5–3,0 %. Вміст тетрагідроканабінолу при цьому не перевищує 0,08 %.

Розроблені методи селекції на підвищення вмісту канабідіолу дозволяють створювати новий вихідний матеріал, стабілізований за наявністю канабідіолу і тетрагідроканабінолу на рівні 1,5–2,5 і 0,04–0,07 % відповідно.

Вперше встановлено відсутність взаємозалежності між канабіноїдами КБГ і ТГК. Цілеспрямований відбір на збільшення КБГ призвів до отримання сорту конопель Вік 2020 з вмістом канабігеролу до 1,0 % і відсутністю ТГК.

Висновки. Отримані результати доводять унікальність технічних конопель як біологічного об'єкта досліджень, можливості розробки нових наукових теорій, методів селекції, генетичних механізмів формування канабіноїдів і практичного використання продукції з конопель у вигляді олії, обрушеного насіння, волокна і лікувальних препаратів в різних сферах виробництва, де з розвитком поглибленої переробки збільшується його ефективність.

Сорти технічних конопель універсальні, насінневі і волокнисті відрізняються відсутністю ТГК і КБД і можуть використовуватися на волокно (вміст волокна в універсальних сортах 30, насінневих – 26–28, волокнистих – 36–38), насіння (врожайність насіння універсальних сортів 1,0–1,2, насінневих – 1,5–1,8, волокнистих – 0,7–0,8 т/га) і олію (олійність насіння універсальних сортів 30 %, насінневих – 38, волокнистих – 28 %).

Вперше в історії селекції конопель проведені дослідження зі створення сортів конопель медичного напрямку використання.

Створено сорт технічної конопель (сорт Мрія), який крім біомаси листя з підвищеним вмістом КБД до 3 % дає урожайність насіння на рівні 0,8–1,0 т/га з олійністю до 28 %, урожайність стебел 7,0 т / га з волокнистістю 28–30 %.

Створено сорт Вік 2020 з підвищеним вмістом КБГ (1,0 %) і відсутністю ТГК.

Ключові слова: селекція конопель, сорт, однодомність, трихоми, канабіноїди, продуктивність

УНИКАЛЬНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Лайко И.Н.,
Институт лубяных культур НААН, Украина

Цель и задачи исследования. Целью исследования является создание новых сортов конопли разного направления использования, выявление биологических особенностей по признакам однодомности, наличия разных соединений каннабиноидов, перспектив создания сортов по назначению на семена, волокно, масло, лечебные препараты.

Материал и методика. Материалом для исследования были сорта конопли, выращиваемые в опытах сортоиспытания и селекционных питомниках. Содержание масла определяли методом С.В. Рушковского, жирнокислотный состав масла методом газовой хроматографии на хроматографе «Селмихром-1», содержание каннабиноидных соединений и терпенов – на газожидкостном хроматографе HP 6890 Series Hewlett Packard методом внутреннего стандарта. Взаимосвязь между признаками определяли с помощью коэффициента корреляции.

Осуждение результатов. Селекционная работа затруднялась целым рядом биологических особенностей конопли: специфический конопляный запах, перекрестноопыляемость, гетерозиготность, проявление полового полиморфизма, доминантность признака наличия каннабиноидов, прямая корреляционная зависимость между признаками содержания каннабидиола и тетрагидроканнабинола (ТГК), формирование на листьях и околоцветниках железистых волосков – трихом и эфирных масел.

Установлено, что в сортах с повышенным содержанием ТГК прослеживается прямая корреляционная зависимость между количеством железистых волосков и содержанием каннабиноидов, а при отсутствии или очень низком ТГК эта связь нарушена. Выявлено, что практически все сорта технической конопли с минимальным содержанием ТГК или его полным отсутствием содержат эфирные масла (0,06–0,24 %).

Селекционная работа с коноплей также осложняется наличием полового полиморфизма, онтогенетические и филогенетические признаки которого определяются факторами строения

габитуса и соотношением мужских и женских цветков. Наилучшим сортом по половому составу и стабильности признака однодомности с минимальным выщеплением мужских растений поскони по репродукциям является универсальный сорт-стандарт Гляна.

Различают сорта универсальные (сорт-стандарт Гляна) с уровнем урожайности (содержание волокна и масла – 30 %, урожайность стеблей 7,5–8,0 и семян 1,0–1,2 т/га) и сорта специального назначения – повышенной волокнистости (38–40 %, сорт Глухівські 51), семенной продуктивности (1,5–1,8 т/га, сорт Глесія) и масличности (38–40 %, сорт Миколайчик).

Выявлена перспективность селекции сортов медицинского использования. Прямая зависимость формирования одного каннабиноида от другого (г от 0,7 до 0,9) ограничивает селекционную работу повышения каннабиноида в пределах 1,5–3,0 %. Содержание тетрагидроканнабинола при этом не превышает 0,08 %.

Разработанные методы селекции на повышение содержания каннабидиола позволяют создавать новый исходный материал, стабилизированный по наличию каннабидиола и тетрагидроканнабинола на уровне 1,5–2,5 и 0,04–0,07 % соответственно.

Впервые установлено отсутствие взаимозависимости между каннабиноидами КБГ и ТГК. Целенаправленный отбор на увеличение КБГ привел к получению сорта конопли Вик 2020 с содержанием каннабигерола до 1,0 % и отсутствием ТГК.

Выводы. Полученные результаты доказывают уникальность технической конопли как биологического объекта исследований, возможности разработки новых научных теорий, методов селекции, генетических механизмов формирования каннабиноидов и практического использования продукции из конопли в виде масла, обрубленных семян, волокна и лечебных препаратов в разных сферах производства, где по мере развития более глубокой переработки увеличивается его эффективность.

Сорта технической конопли универсальные, семенные и волокнистые отличаются отсутствием ТГК и КБД и могут использоваться на волокно (содержание волокна в универсальных сортах 30, семенных – 26–28, волокнистых – 36–38 %), семена (урожайность семян универсальных сортов 1,0–1,2, семенных – 1,5–1,8, волокнистых – 0,7–0,8 т/га) и масло (масличность семян универсальных сортов 30, семенных – 38, волокнистых – 28 %).

Впервые в истории селекции конопли проведены исследования по созданию сортов конопли медицинского направления использования.

Создан сорт технической конопли (сорт Мрія), который кроме биомассы листьев с повышенным содержанием КБД до 3 % обеспечивает урожайность семян на уровне 0,8–1,0 т/га с масличностью до 28 %, урожайность стеблей 7,0 т/га с волокнистостью 28–30 %.

Создан сорт Вик 2020 с повышенным содержанием КБГ (1,0 %) и отсутствием ТГК.

Ключевые слова: селекция конопли, сорт, однодомность, трихомы, каннабиноиды, продуктивность

THE UNIQUENESS OF BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TECHNICAL HEMP AND PROSPECTS FOR ITS PRACTICAL USE

Laiko I.M.

Institute of Bast Crops of NAAS, Ukraine

Purpose and objectives. The study purpose was development of new hemp varieties of for different uses, identification of biological characteristics of the monoeciousness traits and diversity of cannabinoid compounds, and evaluation of prospects of developing varieties for seeds, fiber, oil, and medicinal drugs.

Material and methods. Hemp varieties grown in breeding variety trials and breeding nurseries were taken as the test material. The oil content was determined by C.V. Rushkovsky's method; the fatty acid composition of oil - by gas chromatography on a chromatograph Selmichrom-1;

the contents of cannabinoids and terpenes – by an internal standard method on a gas-liquid chromatograph HP 6890 Series Hewlett Packard. Relationships between the traits were assessed with correlation coefficients.

Results and discussion. The breeding was hampered because of a number of biological features of hemp: specific odor, cross-pollinating, heterozygosity, sex polymorphism, dominance of the cannabinoid presence, a direct correlation between the contents of cannabidiol and tetrahydrocannabinol, formation of glandular hairs (trichomes) and essential oils on leaves and perianths. It was demonstrated that in varieties with an increased THC content there was a direct correlation between the number of glandular hairs and the contents of cannabinoids, and if THC is absent, or if its content is very low, this relationship is broken. Almost all industrial hemp varieties with a minimum THC content or without THC at all were revealed to contain essential oils (0.06–0.24%).

Hemp breeding is also complicated by sex polymorphism, the ontogenetic and phylogenetic characteristics of which are determined by the habit factors and the male/female flowers ratio. Universal check variety Hliana is the best variety in terms of sex composition and monoeciousness stability with minimal segregation of male plants in reproductions.

There are universal varieties (check variety Hliana) with a certain yield (fiber and oil contents – 30%, stem yield – 7.5–8.0 t/ha, and seed yield – 1.0–1.2 t/ha) and specialized varieties – for fiber (variety Hlukhivskiyi 51, the fiber content is 38–40%), seeds (variety Hlesiia, the seed yield is 1.5–1.8 t/ha) and oil (variety Mykolaichyk, the oil content is 38–40%).

The prospects of breeding to create medicinal varieties have been proven. The direct dependence of synthesis of one cannabinoid on another ($r = 0.7–0.9$) restricts breeding for an increased cannabinoid content in the range of 1.5–3.0%. In this case, the content of tetrahydrocannabinol does not exceed 0.08%.

The breeding methods developed to increase the cannabidiol content made it possible to create new starting material stabilized in terms of the cannabidiol and tetrahydrocannabinol contents at the level of 1.5–3.0 and 0.04–0.07%, respectively.

For the first time, we established that there was no relationship between CBG and THC. Targeted selection for increase in the CBG content led to the creation of hemp variety Vik 2020 with a cannabigerol content of up to 1.0% and without THC.

Conclusions. The results obtained prove the uniqueness of technical hemp as a biological object of research, possibilities of developing new scientific theories, breeding methods, genetic mechanisms of cannabinoid synthesis and practical use of such hemp products as oil, hulled seeds, fiber and medicinal agents in different production areas, where, as more advanced processing techniques are developed, the effectiveness of hemp rises.

The technical hemp varieties, universal, seed and fiber ones, are noticeable for the absence of THC and CBD and can be used for fiber (the fiber content is 30, 28 and 38% in universal, seed and fiber varieties, respectively), seeds (the seed yield is 1.0–1.2, 1.5–1.8 and 0.8–0.9 t/ha in universal, seed and fiber varieties, respectively) and oil (the oil content in seeds is 30, 34–38 and 28% in universal, seed and fiber varieties, respectively).

For the first time in the history of hemp breeding, studies have been conducted to develop medicinal hemp varieties.

A medicinal hemp variety has been created (variety Mriia). It, in addition to leaf biomass with an increased CBD content, gives a seed yield of 0.8–1.0 t/ha with oil content of up to 28% and a stem yield of 7.0 t/ha with a fiber content of 28–30%. Variety Vik 2020 with an increased content of KBG (1.0%) and without THC has been created.

Key words: *hemp breeding, monoeciousness, trichomes, cannabinoids, performance*