

КІЛЬКІСНИЙ І ЯКІСНИЙ СКЛАД КАННАБІНОЇДНИХ СПОЛУК ТА ЇХ СПІВВІДНОШЕННЯ У СОРТІВ КОНОПЕЛЬ *CANNABIS SATIVA* L.

Сучасне уявлення про природні феноли конопель – каннабіноїди – значно поширилося та набуло більш глибокого пізнання природи їх утворення і локалізації. Нині отримано й описано значну кількість хімічних сполук, серед яких основними є: тетрагідроканнабінол Д¹-ТГК, Д¹⁽⁶⁾-ТГК, каннабідіол – КБД, каннабінол – КБН, каннабіхромен – КБХ, каннабіциклол – КБЦ, фенолокислоти та інші нейтральні речовини [1].

Протягом останніх років проведено дослідження з вивчення індивідуальних хімічних сполук з метою використання їх як лікарських засобів проти окремих захворювань. Багаторічні результати досліджень засвідчили, що значної уваги заслуговує каннабідіол – КБД, який на противагу ТГК діє як лікарський засіб.

У зв'язку з цим на основі отриманих відомостей виникла значна потреба у створенні високоврожайних сортів конопель, які б мали незначний вміст психотоміметично активного ТГК або були з повною його відсутністю, натомість КБД у декілька разів більше, ніж створені на цей час сорти. Науковці дослідної станції Південно-східного інституту сільського господарства ААН активно працюють у цьому напрямку під керівництвом доктора сільськогосподарських наук І.М. Лайка [2]. Новий напрям у селекційній роботі зі створення високопродуктивних сортів конопель із відсутністю психотоміметично активного тетрагідроканнабінолу та зі збільшенням вмісту каннабідіолу дають підставу для всебічно поглибленого вивчення цих речовин.

У раніше проведеної експериментальній роботі з визначення впливу різних ґрунтово-кліматичних умов середовища на біосинтез індивідуальних каннабіноїдних сполук насамперед звертали увагу на накопичення тетрагідроканнабінолу (ТГК) [3]. На наш погляд, необхідно проаналізувати раніше отримані результати з іншої позиції, тобто накопичення КБД, а саме визначити співвідношення накопичення вмісту КБД до вмісту ТГК. На основі отриманих результатів визначити сорти з більшою кількістю КБД відносно

ТГК та використовувати їх у селекційній практиці. У сучасних сортах, на жаль, відсутні практично всі каннабіноїдні сполуки – КБД, ТГК, КБН.

J.W. Davis, V.H. Heywood використовували багато різних форм конопель. Результати аналізів засвідчили значні розбіжності у хімічному складі визначених зразків. Було встановлено значний рівень вмісту ТГК та КБД у смолі рослин. Накопичення КБД та ТГК у тропічних умовах було значно меншим, натомість у помірних умовах вміст цих сполук був значнішим [4].

Протилежні результати були отримані A. Ohlsson et al. [5]. Дослідами встановлено, що зовнішні умови були вторинним фактором. Кількість каннабіноїдних сполук була генетично обумовлена.

Значна робота проведена групою науковців M.J. De-Faubert-Maunder [6, 7], Ohlsson A. [5], які припускали, що умови клімату самі по собі не можуть мати значного впливу.

Відділом наркотиків ООН у Женеві був представлений набір сортозразків, отриманих із Туреччини, Непалу, Індії. Результати хімічних аналізів показали значно більшу кількість ТГК порівняно з місцевими сортозразками [8]. Отримані результати дозволили авторам J.W. Fairbairn, J.A. Liebmann зробити висновок, що жаркий клімат з надлишком сонця не був визначальним для високого рівня вмісту ТГК. Для підтвердження отриманих результатів автори вирощували ці зразки у тепличних умовах з різними світловими параметрами, включаючи певний період абсолютної темноти.

М.А. Захаровою [9] був проведений аналіз значної колекції конопель з вмісту каннабіноїдних сполук. Автор стверджує, що зразки, які були отримані з південних країн Індії, Камбоджі, Чилі, Гамбії, Японії, Кореї, Мексики, Південної Африки, Таїланду, містили високий рівень ТГК та низький КБД. Навпаки, зразки, які отримали з країн Європи та Америки, мали більш значний вміст КБД порівняно з вмістом ТГК, натомість в обох групах відзначені поодинокі зразки конопелі

ль з протилежним до їх групи співвідношенням КБД та ТГК.

Значно раніше були проведені дослідження, які виявляли вплив кліматичних умов на вміст вторинних продуктів обміну – алкалоїдів, глікозидів, ефірних масел та інших масел – та показали, що кількість цих сполук суттєво змінювалася під впливом кліматичних умов. Результати досліджень, які були отримані І.А. Ненгу у 1949 р., свідчили, що в умовах півночі Австралії відбувався синтез алкалоїду скопаламіну, на півдні – гіосціаміну [10].

Вивчення зразків конопель, узятих із п'яти держав та двох штатів, які відрізнялися ґрунтово-кліматичними умовами, показало, що потомство, отримане з рослин, різних за походженням, за вмістом каннабіоїдних сполук відповідало батьківським формам [11]. А. Ohlsson вважав, що потенціальні якості конопель контролювалися генетично, а вплив зовнішніх умов виступав вторинним фактором [5].

Короткий аналіз літературних джерел свідчить, що отримані результати досліджень, якими враховувався вплив зовнішніх факторів на вторинні продукти метаболізму, є надто суперечливі. Можливо, причиною розбіжностей могли бути різні фактори: аналітичні методи, узяті для аналізу зразки, час відбору зразків та ін.

Матеріали і методи

З метою проведення названої роботи були використані різні сорти конопель, які відрізнялися за вмістом каннабіоїдних сполук, за морфологічними, біолого-генетичними та господарсько-цінними ознаками: ЮСО-1, Глухівські 10, ЮС-6, Южні Черкаські, Дніпровські 4, Краснодарські 35.

Представлені сорти висівалися у різних ґрунтово-кліматичних зонах: м. Пушкіно – вирощувалися рослини ізольовано в колекційних розсадниках, ВІР, м. Глухів ВНДІ луб'яних культур Сумської області, Золотоноська науково-дослідна станція Черкаської області, м. Краснодар КНДІ сільського господарства, Лунінська селекційно-дослідна станція Пензенської області – у селекційних розсадниках.

Кількісне визначення каннабіоїдних сполук проводилося за допомогою газорідинного хроматографа марки Hewlett Packard 5830 А, обладнаного водневим полум'яно-іонізаційним детектором. У ролі газу-носія використовувався азот. Швидкість потоку азоту та водню 30 мл/хв, повітря – 300 мл/хв. Температура впускно-

го отвору та детектора була відповідно 240 та 300 °С. Скляні колонки були заповнені 5% OV-101 на Chromosorb WAN-DMCS (80–100 меш). Уміст каннабіоїдів у кожному зразку визначався за допомогою інтегратора марки Hewlett Packard 3380 А. Внутрішнім стандартом був метиловий ефір стеаринової кислоти – $C_{19}H_{38}O_2$.

Результати та обговорення

Розглядаючи сорти, які були використані для експериментальної роботи, варто зазначити, що акліматизація оригінальних італійських конопель та використання їх як «донорів» для виведення сортів, пристосованих до різних ґрунтово-кліматичних умов України, впливали на високий уміст ТГК та ТГКК. Для схрещування італійських сортозразків виступали сорти Німеччини – однодомні Бенбурзькі – у виведенні сорту однодомних конопель ЮСО-1, Північних конопель у сортах ЮС-6 та ЮС-9 та ін. Тому визначення процесу біосинтезу індивідуальних сполук КБД, ТГК та їх співвідношення в сортах, вирощених у різних ґрунтово-кліматичних та еколого-географічних умовах, представляє для практичної селекції значний інтерес. Не менш важливе значення має включення у селекційний процес раніше виведених високопродуктивних сортів, які містять значну кількість каннабідіолу – КБД.

Географічні посіви конопель, у яких досліджувався рівень вмісту основних природних фенолів, показали їх значні коливання.

У ґрунтово-кліматичних умовах північно-західного регіону (м. Пушкіно, ВІР) уміст психотропічно активного ТГК у сортах був незначним і складав від 0,07 до 0,20%, натомість біосинтез КБД відбувався більш активно. Практично всі сорти містили від 0,41 до 0,85% цієї речовини (табл.).

Співвідношення вмісту КБД до вмісту ТГК у сорту ЮСО-1 складало 11,7:1. В інших сортах ці величини були дещо меншими (від 2,05–4,23:1), тобто біосинтез каннабідіолу перевищував біосинтез тетрагідроканнабінолу від 2 до 11.

Навпаки, в умовах півдня (м. Краснодар, Краснодарський НДІ сільського господарства) біосинтез каннабіоїдних сполук відрізнявся як кількісними, так і якісними властивостями. У сортів, представлених у табл., біосинтетичні процеси, які пов'язані з накопиченням тетрагідроканнабінолу та каннабідіолу, були ідентичні. Уміст ТГК складав від 0,65 до 0,78%, КБД – від 0,81 до 0,47%. Співвідношення вмісту КБД до вмісту ТГК складало приблизно 1:1. Можемо

Уміст каннабіноїдних сполук у сортах конопель, вирощених у різних ґрунтово-кліматичних умовах (сер. за 3 роки, ГРХ, %)

Сорт	м. Пушкіно, ВІР			Лунінська дослідна станція, Пензенська обл.			ВНДІ луб'яних культур, м. Глухів, Сумська обл.			Золотоноська науково-дослідна станція, ВНДІ луб'яних культур, Черкаська обл.			Краснодарський НДІ сільського господарства, м. Краснодар		
	Х	б	ДХ	Х	б	ДХ	Х	б	ДХ	Х	б	ДХ	Х	б	ДХ
ТГК															
ЮСО-1	0,07	0,01	0,02	0,43	0,06	0,08	0,50	0,08	0,04	0,81	0,07	0,12	0,65	0,02	0,04
Глухівські 10	0,14	0,01	0,02	0,26	0,03	0,05	0,28	0,01	0,02	0,34	0,02	0,03	0,18	0,01	0,02
ЮС-6	0,20	0,01	0,03	1,18	0,04	0,06	0,67	0,07	0,13	1,31	0,09	0,15	0,64	0,03	0,05
Южні Черкаські	0,13	0,02	0,02	1,04	0,05	0,05	0,65	0,01	0,02	1,23	–	0,08	0,47	0,03	0,06
Дніпровські 4	0,15	0,02	0,03	1,17	0,03	0,05	0,50	0,02	0,03	0,81	0,05	0,08	0,25	0,01	0,02
Краснодарські 35	0,20	0,007	0,006	1,38	0,01	0,03	0,40	0,02	0,03	1,07	–	–	0,78	0,01	0,01
КБД															
ЮСО-1	0,82	0,04	0,07	1,91	0,03	0,04	1,25	0,03	0,04	1,45	0,04	0,07	0,81	0,03	0,05
Глухівські 10	0,54	–	–	1,03	–	–	1,06	–	–	1,67	–	–	0,87	–	–
ЮС-6	0,54	0,02	0,03	1,17	–	–	0,91	–	–	1,44	–	–	0,66	–	–
Южні Черкаські	0,55	0,03	0,05	1,05	0,02	0,04	1,95	0,04	0,06	1,48	0,04	0,08	0,63	0,03	0,05
Дніпровські 4	0,44	0,01	0,02	1,31	0,01	0,02	0,73	0,02	0,03	0,98	0,01	0,02	0,53	0,02	0,03
Краснодарські 35	0,41	0,01	0,02	1,19	0,02	0,04	0,77	0,01	0,03	1,12	0,03	0,05	0,43	0,04	0,06

відзначити, що південний сорт конопель Краснодарські 35, навпаки, у 2 рази активніше синтезував ТГК відносно КБД, тому співвідношення цих сполук складало 0,55:1 (рис. 1–5).

Результати аналізів засвідчили, що сорти ЮС-6, Южні Черкаські, Дніпровські 4 на визначених ґрунтово-кліматичних зонах, крім північно-західного регіону, мали практично однаковий уміст КБД, ТГК та КБН. Співвідношення вмісту КБД до вмісту ТГК складало 1,0–1,46:1. Результати свідчать, що вміст каннабідіолу незначно перевищував уміст тетрагідроканнабідіолу. В означених сортах біосинтез хімічних спо-

лук КБД та ТГК у процесі росту і розвитку рослин протікав на одному рівні, про що свідчить їх співвідношення, приблизно 1:1.

Серед представлених сортів особливої уваги заслуговує сорт конопель Глухівські 10, у якого спостерігали незначний уміст ТГК: 0,14% у північно-східному регіоні (м. Пушкіно, ВІР) та 0,18–0,34% в інших ґрунтово-кліматичних зонах. Натомість, біосинтез КБД у зазначеному сорті відбувався активніше і складав 0,54–1,06%. Співвідношення вмісту КБД до вмісту ТГК складало 3,1–4,83:1. Цей сорт відрізнявся від інших високою біосинтетичною активністю КБД віднос-

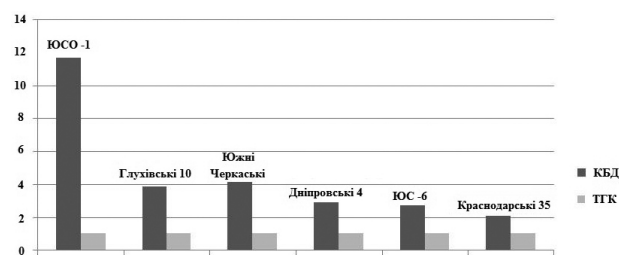


Рис. 1. Співвідношення вмісту КБД до ТГК у сортах конопель, вирощених у м. Пушкіно, ВІР

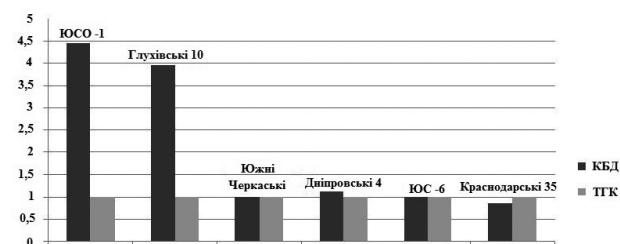


Рис. 2. Співвідношення вмісту КБД до ТГК у сортах конопель, вирощених на Лунінській дослідній станції Пензенської обл.

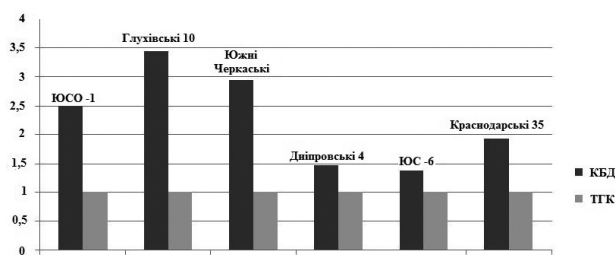


Рис. 3. Співвідношення вмісту КБД до ТГК у сортах конопель, вирощених у ВНДІ луб'яних культур Сумської обл.

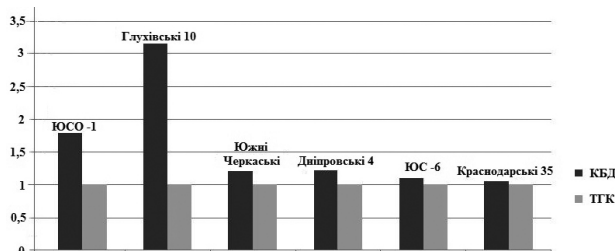


Рис. 4. Співвідношення вмісту КБД до ТГК у сортах конопель, вирощених на Золотоноській дослідній станції ВНДІ луб'яних культур Сумської обл.

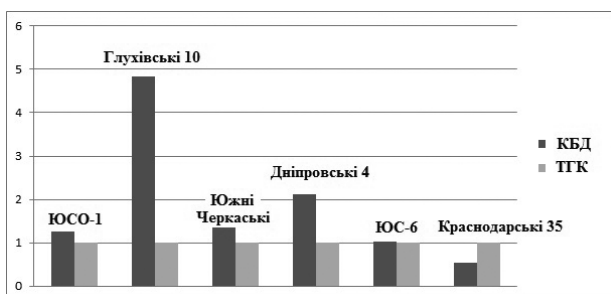


Рис. 5. Співвідношення вмісту КБД до ТГК у сортах конопель, вирощених у Краснодарському НДІ с/г-ва, м. Краснодар

но синтезу ТГК. Вважаємо, що, враховуючи його генетичні властивості, можна використовувати сорт як вихідний матеріал для подальшої селекційної роботи для збільшення вмісту КБД та відсутності ТГК або незначного його вмісту.

У сучасних високопродуктивних сортах конопель практично відсутні індивідуальні каннабіноїдні сполуки ТГК, КБД, КБН та фенолокислоти. Для виведення сортів із відсутністю психотропічно активного ТГК та зі значним вмістом КБД потрібно, на нашу думку, аналізувати сорти та сортозразки, які б містили значну кількість КБД. Не менш важливим є визначення впливу різних ґрунтово-кліматичних та еколого-географічних зон на біосинтез цих сполук. Зважаючи на сказане вище, вважаємо, що вивчення окресленої проблеми представляє теоретичний та практичний інтерес.

Висновки

На основі проведеного аналізу сортів, вирощених у різних ґрунтово-кліматичних умовах, можна відзначити, що сорти конопель Глухівські 10 та ЮСО-1 містили більшу кількість КБД відносно ТГК, що дає можливість використовувати їх у подальшій селекційній практиці для збільшення вмісту КБД.

Вважаємо, що кількісний та якісний вміст ТГК та КБД був генетично обумовлений. Зовнішні умови різних ґрунтово-кліматичних зон сприяли реалізації потенціальних можливостей сорту. Рівень накопичення окремих сполук у сортах конопель, які вирощувалися в різних ґрунтово-кліматичних зонах, обумовлювався комплексом умов зони, які сприяли виявленню генетичного потенціалу сорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лазурьевский Г.В., Николаева Л.А. Каннабиноиды. – Кишинев: Штиинца, 1972. – 68 с.
2. Лайко І.М., Міщенко С.В., Орлов М.М., Маринченко І.О., Шкурдода С.В., Пасічник В.В. Перспективи переорієнтації селекції конопель для створення сортів медичного напрямку використання // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2015. – Вип. 23. – С. 107–111.
3. Горшкова Л.М. Біологічні основи формування каннабіноїдних сполук у конопель та розробка методів визначення їх вмісту в селекційних цілях: автореф. дис. ... доктора сільськогосподарських наук: спец. 06.01.05 «Селекція та насінництво». – К., 1994. – 49 с.
4. Davis J.W., Heywood V.H. Principles of Angiosperm Taxonomy. – London, Oliver and Boyd, 1963. – 336 p.
5. Ohlsson A., Abouchaar C.J., Aqrell S., Nelsson J.M., Olofsson K., Sandberg F. // Bull. Narc. – 1971. – 23 (1). – P. 29–32.
6. De-Faubert-Maunders M.J. Narcotics // U.N. Dept. Social affairs XVI. – 1969. – № 4. – P. 37–43.
7. De-Faubert-Maunders M.J. A comparative evaluation of the Δ^9 -tetrahydrocannabinol content of cannabis plants // J. Ass. Publ. Analysts. S. – 1970. – P. 42–47.
8. Feirbairn J.W., Liebmann J.A. The cannabinoid content of *Cannabis sativa* L. grown in England // I. Pharm. and Pharmacol. – 1974. – 6, № 26.

9. Захарова Н.С. Содержание каннабиноидов в коллекционных образцах конопли: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.04 «Биохимия». – Ленинград, 1973. – 24 с.
10. Henry T.A. The Plant Alkaloids. – 1949.
11. Fetterman P.S., Keith E.S., Waller C.W. Mississippi-grown *Cannabis sativa* L. preliminary observation on chemical definition of phenotype and variations in tetrahydrocannabinol content versus age, sex and plant parts // J. Pharm. Sci. – 1971. – № 60. – P. 12–46.

BOHDANOVA A., HORSHKOVA L.

*Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University,
Ukraine, 41400, Sumy region, Hlukhiv, Kyevo-Moskovs'ka str., 24, e-mail: kafbiol@mail.ru*

**QUANTITATIVE AND QUALITATIVE COMPOSITION OF CANNABINOID COMPOUNDS
AND THEIR CORRELATION IN THE SPECIES *CANNABIS SATIVA* L.**

Aim. With the aim of creating highly productive with the considerable content of cannabinoid the necessity of applying species with the high level of cannabidiol in the selective work emerges. The influence of different soil and climate zones on the biosynthesis of these compounds should be researched. **Methods.** The quantitative and qualitative analysis of the cannabinoid compounds was held with the help of the gas and liquid chromatograph Hewlett Packard 5830 A. The content of cannabinoids was defined with the integrator Hewlett Packard 3380 A. **Results.** The results of the quantitative and qualitative analysis proved that the cannabis species Hlukhivs'ka 10 and YUSO-1 synthesized larger amount of cannabidiol compared to tetrahydrocannabidiol content. Species YUS-6, South Cherkas'ki and Dniprovs'ki 4, except the north eastern region, had mostly identical content of cannabidiol and tetrahydrocannabidiol. **Conclusions.** Quantity and quality content of cannabidiol and tetrahydrocannabidiol was genetically conditioned. The external conditions of different soil and climate zones facilitated the realization of the specie's potential. The level of accumulating the separate compounds in the cannabis species is defined by the complex of the zone conditions which favoured the specie's genetic potential.

Keywords: cannabinoids, cannabidiol, tetrahydrocannabidiol, cannabis.