

Annotation**Kornieieva M. O., Nenka O. V., Nenka M. V.****Selection of high-yielding combinations of sugar beet created with components evaluated by diallel and topcross scheme**

Heterosis of yield frequency in combinations of sugar beet created on the base of two genetically-valuable for the elements of productivity sugar beet pollinators and selected within systems of diallele and topcross hybridization is investigated. Substantiated is feasibility of heterosis prediction based on lines with high combinatorial ability. Promising high-yield hybrids of sugar beet exceeding the standard group from 12.2 to 15.3% have been selected

Keywords: combinatorial ability; productivity; pollinators; heterosis; diallel crossing; topcross.

Надійшла 24.03.2015

УДК 633.522 : [631.52 + 577.17 + 575.2]

ЛАЙКО І. М., доктор с.-г. наук,**МІЩЕНКО С. В., ОРЛОВ М. М.**, кандидати с.-г. наук,**МАРИНЧЕНКО І. О.**

Дослідна станція луб'яних культур

Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України

e-mail: serg_mischenko@mail.ru

ШКУРДОДА С. В., ПАСІЧНИК В. В.

Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр при УМВС України в Черкаській обл.

**ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕОРІЄНТАЦІЇ СЕЛЕКЦІЇ КОНОПЕЛЬ
ДЛЯ СТВОРЕННЯ СОРТІВ МЕДИЧНОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ**

*Останнім часом підвищується інтерес до конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) як культури медичного напрямку використання. Сорти такого типу повинні мати високий вміст канабідіолу, який не є наркотиком чи психотропною речовиною, та не містити тетрагідроканабінолу – основної психотропної сполуки культури. Встановлені закономірності дозволяють стверджувати про складність, але можливість проведення ефективного селекційного добору рослин конопель з високим вмістом канабідіолу і відсутністю або низьким вмістом тетрагідроканабінолу, принаймні, у 23 випадках зі 100.*

Ключові слова: коноплі, селекція, канабідіол, тетрагідроканабінол, мінливість, кореляція.

Постановка проблеми. Останнім часом підвищується інтерес до конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) як культури медичного напрямку використання. У зв'язку з цим українські селекціонери почали розробляти нові методи для створення сортів з підвищеним вмістом канабідіолу (КБД), який є непсихотропним канабіноїдом і антагоністом тетрагідроканабінолу (ТГК).

Усі лікарські препарати на основі конопель, що використовуються в медичних цілях, в багатьох країнах виготовляються з рослин з високим вмістом КБД (понад 5%) і ТГК (понад 0,3%). Такі препарати мають подвійну дію: седативну та психотропну. Наявність в рослинах високого вмісту КБД і відсутність або незначна кількість ТГК (не більше 0,08%) збільшує лікувальний ефект в кілька разів і дозволяє використовувати коноплі з цією метою без загрози психотропного ефекту і звикання. Сорти української селекції з повною відсутністю ТГК мають виключне значення для започаткування нового напрямку селекції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зазначимо, що КБД – природний фенол, який синтезується в органах конопель, вторинний метаболіт. Хімічна формула – $C_{21}H_{30}O_2$,

молекулярна маса – 314,47 г/моль, $t_{\text{плавл.}}$ – 66–67 °С, $t_{\text{кип.}}$ – 187–190²°С, сполука нерозчинна у воді, розчинна у диетиловому ефірі, бензолі, хлороформі [1].

Досить давно встановлено пригнічувальний вплив КБД на ріст таких грампозитивних бактерій, як *Streptomyces griseus* і *Staphylococcus aureus*. Ці організми особливо чутливі до екстрактів конопель в слабо кислому культуральному середовищі, в т.ч. і при низьких концентраціях [2]. Зараз активно проводяться пошукові дослідження з розробки теоретичних і практичних основ використання фармакологічних властивостей КБД, навіть конопляної олії зі слідовими кількостями зазначеного канабіноїда, як антимікробного агента [3].

При проведенні експериментів на тваринах був відзначений добрий знеболювальний та протизапальний потенціал КБД, показано можливі механізми його впливу на метаболізм певних речовин в організмі [4].

Також виявлено протисудомну і антиепілептичну дію КБД, яка є не меншою від ТГК, але, на відміну від останнього, чинить селективну (вибіркову) дію на центральну нервову систему, не маючи психотропних властивостей, що надає КБД великого фармакологічного потенціалу [5, 6].

Описані дані про зменшення тремору при розладах (дистонії) руху з відсутністю чи мінімальними побічними ефектами, зокрема у пацієнтів, що отримували добову дозу КБД від 100 до 600 мг, спостерігалось зниження тремору на 20–50% [7]. Отримані попередні дані про те, що сполука може бути ефективною при лікуванні психозу при хворобі Паркінсона [8].

ТГК, будучи психотропною речовиною, при вживанні високих доз викликає у людей почуття занепокоєння і психотичні симптоми, які значно зменшуються при наявності порівняно високої концентрації КБД, який по суті є антагоністом ТГК. Експериментальними дослідженнями підтверджено анксиолітичний та антипсихотичні властивості КБД. Він є ефективним, безпечним, толерантним і альтернативним препаратом при лікуванні шизофренії [9].

Актуальними є питання впливу КБД на імунітет людини. Введення певної дози КБД пригнічує специфічний імунітет, але може підвищити неспецифічну противірусну та протипухлинну імунну реакцію. При цьому важливо визначити необхідну дозу, оскільки терапевтичні ефекти від застосування КБД дуже від неї чутливі [10].

Останнім часом канабіноїди успішно використані при лікуванні нудоти і блювоти – побічних ефектів, що супроводжують процес хіміотерапії у хворих на рак, та вивчається протипухлинний ефект КБД. Є дані, що КБД – потужний інгібітор росту ракових клітин (*in vitro*), який одночасно характеризується значно нижчою активністю пригнічення росту неракових клітин, а екстракти конопель, збагачені ним і з низьким вмістом ТГК, можуть використовуватися як додатковий засіб при лікуванні раку передміхурової залози [11].

Є припущення, що КБД потенційно може бути використаний для лікування героїнової залежності і рецидивів цього захворювання [12].

Проводячи селекційну роботу в напрямі підвищення вмісту КБД у рослинах конопель при одночасному рівні ТГК у межах дозволеної законодавством норми, потрібно враховувати наступне:

- 1) успадкування ознаки високого вмісту канабіноїдних сполук у гібридів часто відбувається за типом домінування і наддомінування;
- 2) існує сильний кореляційний зв'язок між КБД і ТГК [13];
- 3) елітні рослини з високим вмістом КБД у популяціях сучасних українських сортів здебільшого відсутні, оскільки до даного моменту селекція велася на повну відсутність всіх канабіноїдів.

Зважаючи на вищезазначене, першими кроками селекційної роботи у даному напрямку і **метою досліджень** є попередній аналіз селекційного матеріалу на предмет виявлення рослин з наявністю КБД та встановлення варіаційно-кореляційних характеристик цієї ознаки.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили у 2012–2014 рр. на базі Дослідної станції луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України та Науково-дослідного експертно-криміналістичного центру при УМВС

України в Черкаській обл. Об'єкти досліджень – сучасні сорти безнаркотичних конопель середньоросійського еколого-географічного типу Гляна та південного типу Золотоніські 15; методи досліджень – експрес-аналіз на наявність канабіноїдів та фенольних сполук (якісна оцінка) тонкошарова (кількісно-якісна оцінка) та газова хроматографія з мас-селективним детектуванням (кількісна оцінка), математична статистика. Використані методики [14–16].

Результати досліджень. Із відібраних за результатами польового експрес-аналізу, тонкошарової хроматографії і проаналізованих методом кількісного аналізу 40 рослин конопель сорту Гляна середньоросійського еколого-географічного типу 12 особин (30% від загального обсягу вибірки) характеризувались підвищеним вмістом КБД – 0,5–2,152% при середньому значенні показника $0,477 \pm 0,095\%$. При цьому вміст ТГК у даному матеріалі коливався від 0,003 до 0,070% при середньому значенні показника $0,010 \pm 0,002\%$, що є в межах дозволеної законодавством норми. Порівняно з теоретичним, розподіл значень вмісту КБД досліджуваної вибірки характеризувався правосторонньою асиметрією зі слабо вираженим додатним ексцесом, розмах варіації (різниця між максимальним і мінімальним значенням) ознаки вмісту КБД становив 2,149%, що значно більше від аналогічного показника ознаки вмісту ТГК (*табл.*). Таким чином, ознака вмісту ТГК є порівняно мінливою, що є позитивним моментом для селекції.

Таблиця

Мінливість ознак вмісту КБД і ТГК у рослин сорту Гляна

Статистичний показник	Вміст, %	
	КБД	ТГК
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$0,477 \pm 0,095$	$0,010 \pm 0,002$
S	0,600	0,015
S ²	0,3600	0,0002
A	1,4	2,2
E	0,6	6,1
Max	2,152	0,0702
Min	0,003	0,0005
Mo	0,400	0,030
Me	0,150	0,002
r	0,88	
r ²	0,77	

Між ознаками вмісту КБД і ТГК (за результатами газової хроматографії) наявний сильний позитивний взаємозв'язок – $r = 0,88$ (достовірний на рівні значимості 0,05). Коефіцієнт детермінації (r^2) відповідно становить 0,77 (див. *табл.*). Встановлені закономірності дозволяють стверджувати про складність, але можливість проведення ефективного селекційного добору рослин конопель з високим вмістом КБД і відсутністю або низьким вмістом ТГК, принаймні, у 23 випадках зі 100.

Супутніми дослідженнями підтверджено ефективність використання тонкошарової хроматографії для бальної оцінки конопель за канабіноїдами. Так, коефіцієнти кореляції між відповідними ознаками, вираженими у відсотках та балах і лише у балах, також високі.

Наявність сильного позитивного кореляційного зв'язку і більш-менш нормальний розподіл величин досліджуваних ознак дозволяють побудувати рівняння лінійної регресії (*рис.*), яке дає можливість прогнозувати, як зміниться вміст ТГК при збільшенні чи зменшенні вмісту КБД на певну величину, що важливо для контролю за неперевищенням допустимих норм психотропності конопель. Графічне зображення кореляційно-регресійної залежності показує, що у більшій мірі ознаки спряжені до рівня КБД близько 1,25%, з підвищенням величини даної ознаки він слабшає, що також є позитивним для селекції конопель з підвищеним вмістом зазначеної сполуки при відсутності психотропності. Очевидно, у цьому випадку ми спостерігали рослини з порушеним (перерваним) процесом синтезу одного з канабіноїдів чи його попередника.

СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО

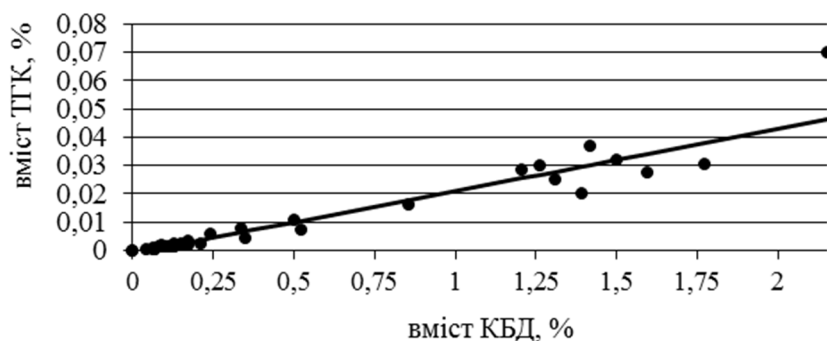


Рис. Кореляційно-регресійна залежність ознак вмісту ТГК і КБД у рослин сорту Гляна ($Y = -0,001 + 0,022x$; $r^2 = 0,7744$)

Аналогічні результати отримали по сорту південного еколого-географічного типу Золотоніські 15. Із проаналізованих 198 рослин методом газової хроматографії виявлено 106 особин із вмістом КБД від 0,01 до 1,69%. При цьому кількість рослин з підвищеним вмістом даної сполуки (вище за 0,5%) складає близько 4%.

Підтвердився і сильний позитивний взаємозв'язок між ознаками вмісту канабіноїдів, хоча і дещо слабший, порівняно з вибіркою рослин сорту Гляна, що узгоджується з проведеними нами раніше дослідженнями [13].

Висновки. Актуальність використання конопель в медичних цілях не викликає сумнівів. Сорти такого типу повинні мати високий вміст канабідіолу, який не є наркотиком чи психотропною речовиною, та не містити тетрагідроканабінолу – основної психотропної сполуки культури. Попередньо проведені дослідження з виявлення ступеня мінливості та взаємозв'язку ознак вмісту канабідіолу і тетрагідроканабінолу свідчать про наявність передумов для створення сортів конопель медичного напряму використання.

Список використаних літературних джерел

1. Справочник химика / глав. ред. Б. Н. Никольский. – [3-е изд., исп.]. – Л.: Химия, 1971. – Т. 2: Основные свойства неорганических и органических соединений. – С. 708–709.
2. Ferenczy L. An antibacterial prepartum from hemp (*Cannabis sativa* L.) / L. Ferenczy, L. Gracza, I. Jakobey // *Naturwissenschaften*. – 1958. – № 45. – P. 188.
3. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition / C. Leizer, D. Ribnicky, A. Poulev [et al.] // *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*. – 2000. – № 2 (4). – P. 35–53.
4. Formukong E. A. Analgesic and anti-inflammatory activity of constituents of *Cannabis sativa* L. / E. A. Formukong, A. T. Evans, F. J. Evans // *Inflammation*. – 1988. – № 12 (4). – P. 361–371.
5. Karler R. The anticonvulsant activity of cannabidiol and cannabinol / R. Karler, W. Cely, S. A. Turkanis // *Life Sciences*. – 1973. – № 13. – P. 1527–1531.
6. Karler R. The cannabinoids as potential anti-epileptics / R. Karler, S. A. Turkanis // *Journal of Clinical Pharmacology*. – 1981. – № 21. – P. 437–448.
7. Consroe P. Open label evaluation of cannabidiol in dystonic movement disorders / P. Consroe, R. Sandyk, S. R. Snider // *International Journal of Neuroscience*. – 1986. – № 30. – P. 277–282.
8. Cannabidiol for the psychosis in Parkinson's disease / A. W. Zuardi, J. A. S. Crippa, J. E. C. Hallak [et al.] // *Journal of Psychopharmacology*. – 2009. – № 23 (8). – P. 979–983.
9. Cannabidiol, a *Cannabis sativa* constituent, as an antipsychotic drug / A. W. Zuardi, J. A. S. Crippa, J. E. C. Hallak [et al.] // *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. – 2006. – № 39. – P. 421–429.
10. Cannabidiol-induced lymphopenia does not involve NKT and NK cells / B. Ignatowska-Jankowska, M. Jankowski, W. Glac [et al.] // *Journal of Physiology and Pharmacology*. – 2009. – № 60 (3). – P. 99–103.

11. In vitro anticancer activity of plant-derived cannabidiol on prostate cancer cell lines / M. Sharma, J. B. Hudson, H. Adomat [et al.] // *Pharmacology & Pharmacy*. – 2014. – № 5. – P. 806–820.

12. Cannabidiol, a nonpsychotropic component of *Cannabis*, inhibits cue-induced heroin seeking and normalizes discrete mesolimbic neuronal disturbances / Y. Ren, J. Whittard, A. Higuera-Matas [et al.] // *The Journal of Neuroscience*. – 2009. – № 29 (47). – P. 14764–14769.

13. Міщенко С. В. Кореляційні зв'язки між основними канабіноїдними сполуками рослин сучасних безнаркотичних сортів конопель / С. В. Міщенко // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2012. – № 2. – С. 65–69.

14. Методические указания по качественной оценке конопли на содержание каннабиноидов, получению тетраплоидных форм и использованию этрела / М. М. Сажко, В. Г. Вировец, Л. М. Горшкова [и др.]. – М., 1985. – 16 с.

15. Методические указания о селекции конопли на снижение содержания каннабиноидов / В. Г. Вировец, Л. М. Горшкова, Г. И. Сенченко [и др.]. – М., 1985. – 14 с.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Колос, 1973. – 336 с.

Аннотация

Лайко И. М., Мищенко С. В., Орлов Н. М., Маринченко И. А., Шкурдода С. В., Пасичник В. В.

Перспективы переориентации селекции конопли для создания сортов медицинского направления использования

*В последнее время повышается интерес к конопле посевной (*Cannabis sativa L.*) как культуре медицинского направления использования. Сорты такого типа должны иметь высокое содержание каннабидиола, который не есть наркотиком или психотропным веществом, и не содержать тетрагидроканнабинола – основного психотропного соединения культуры. Установленные закономерности позволяют утверждать о сложности, но возможности проведения эффективного селекционного отбора растений конопли с высоким содержанием каннабидиола и отсутствием или низким содержанием тетрагидроканнабинола, по крайней мере, в 23 случаях из 100.*

Ключевые слова: конопля, селекция, каннабидиол, тетрагидроканнабинол, изменчивость, корреляция.

Annotation

Laiko I. M., Mishchenko S. V., Orlov N. M., Marynchenko I. O., Shkurdoda S. V., Pasichnyk V. V.

Prospects of re-orientation of hemp breeding for creation of pharmaceutical varieties
*Lately the interest to the sowing hemp (*Cannabis sativa L.*) as the crop for the use in medicine rises. The varieties of such type must have high cannabidiol content, that is not a drug or psychotropic substance, and not to contain tetrahydrocannabinol – basic psychotropic compound of the crop. The set normality allow to assert about complication, but possibility of realization of effective plant-breeding selection of hemp plants with high cannabidiol content and absence or low tetrahydrocannabinol content, at least, in 23 cases out from 100.*

Keywords: hemp; breeding; cannabidiol; tetrahydrocannabinol; variability, correlation.

Надійшла 11.02.2015