

**ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ НА ОПТИМІЗАЦІЮ
ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ОЛІЇ
СУЧАСНИХ СОРТІВ НЕНАРКОТИЧНИХ КОНОПЕЛЬ**

В. Г. Вировець¹, І. М. Лайко¹, І. В. Верещагін¹, С. М. Тимчук², В. В. Поздняков²

¹ Інститут луб'яних культур та фітофармацевтичної сировини НААН

² Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

У статті наведені відомості про жирнокислотний склад олії різних сортів ненаркотичних конопель та результати порівняльного аналізу цього складу. Розглядається проблема окислення олії і результати дослідження токоферолів як важливої складової антиоксидантної системи даного продукту.

Коноплі, жирнокислотний склад олії, токофероли

Культура конопель відома людству декілька тисяч років. Розповсюдившись зі схилів Гімалайських гір практично по всьому світу, посівні коноплі стали важливою часткою господарської діяльності людей. Їх вирощування було спрямоване на отримання волокна для виготовлення шпагату, канатів, вітрил, брезенту тощо. Такі вироби відзначаються великою міцністю, здатні тривалий час не псуватися під дією полярного холоду і тропічної спеки, хуртовин і сильних злив.

У той же час у районах середньоросійського коноплярства широко розповсюдження набула олія конопель, яку отримували з насіння. Конопляна олія слугувала основним, якщо не єдиним, джерелом рослинних ліпідів для населення цих районів задовго до початку культивування соняшника (вирощувати його для отримання олії почали у кінці XVIII – початку XIX ст.), сої (90 – рр. XIX ст.), безерукових сортів ріпаку (XX ст.). Окрім безпосереднього вживання в їжу, їй знайшлося і промислове використання при виготовленні консервів та кондитерських виробів, а також лаків і фарб [1 - 5].

Головна цінність олії конопель полягає у тому, що переважна більшість її складових – ненасичені жирні кислоти. До таких належить лінолева, ліноленова, гамма-ліноленова, олеїнова кислоти. Їх наявність робить коноплі важливим джерелом фізіологічно-активних речовин, які необхідні для лікування цукрового діабету, артриту, хвороб шкіри та атеросклерозу. Разом з тим присутність ненасичених кислот призводить до того, що ко-

нопляна олія швидко окислюється, втрачає свої харчові властивості, тобто стає гіркою. З накопиченням значної кількості пероксидів та гідрпероксидів олія стає вже токсичною, а накопичені проміжні продукти перекисного окислення ліпідів викликають широкий поліфункціональний негативний біохімічний та фізіологічний ефект.

Утворені внаслідок автоокислювання пероксиди вже у концентраціях порядку 10 мкг/мл впливають на процеси окислювання та фосфорилування у мітохондріях, викликаючи блокування активності ключових ферментів на транскрипційному та посттранскрипційному рівні [6 - 8]. Нерегульовані ланцюгові реакції автоокислювання ліпідів зумовлюють пошкодження структури, проникності та функціональної активності клітинних та субклітинних мембран, зниження активності поділу клітин ембріонів або зародкового епітелію сім'яних залоз і призводять до часткової, або навіть повної стерильності чоловіків. Такі захворювання, як променеве ураження і розвиток злякисних новоутворень, супроводжуються збільшенням швидкості вільнорадикальних процесів, а може і провокуються ними [9].

Тому виникає необхідність створення таких джерел високоякісних олій, що поєднували б високу F-вітамінну активність та високу стійкість до автоокислювання. Серед біохімічних сполук насіння олійних культур на роль біогенного антиоксиданту претендують, насамперед, похідні рядів токолу та токотриєнолу (токофероли), функція яких щодо блокування вільнорадикальних реакцій не викликає сумніву [6-9]. Найбільш реакційно здатним донором водню є α -токоферол, який може відновлювати β -, γ - і δ -токофероли з їх токофероксил-радикалів в гомогенних розчинах і при окисленні ліпідів він витрачається в першу чергу.

Таким чином, конопляна олія, що відзначається значним переважанням ненасичених жирних кислот у своєму складі, володіє антиоксидантною системою, яка перешкоджає приєднанню кисню даними кислотами і запобігає псуванню олії.

Відсотковий вміст жирних кислот має такий вигляд: пальмітинової кислоти (насичена) ($C_{16}H_{32}O_2$) 5,8 – 9,9%, пальмітолеїнової (ненасичена) ($C_{16}H_{30}O_2$) 0,20 – 1,35%, стеаринової (насичена) ($C_{18}H_{36}O_2$) 2,5 – 3,5%, олеїнової (ненасичена) ($C_{18}H_{34}O_2$) 11,9 – 18,8%, лінолевої (ненасичена) ($C_{18}H_{32}O_2$) 36 – 57%, γ -ліноленої (ненасичена) ($C_{18}H_{29}O_2$) 0,70 – 3,8%, ліноленої (ненасичена) ($C_{18}H_{30}O_2$) 12 – 19%, ейкозанової (арахінової) (насичена) ($C_{20}H_{40}O_2$) 0,1 – 1,1%, ейкозенової 0,20 – 0,24%, бегенової (насичена) ($C_{22}H_{44}O_2$) 0,10 – 0,40% [2, 10].

Особливо цінним у конопляній олії є вміст лінолевої, ліноленої та гамма-ліноленої кислот. Ці важливі кислоти в значній кількості зустрічаються в природі досить рідко – у незабудці, синяку, медуниці і материнському молоці. В кількісному складі співвідношення гліцеридів цих кислот в конопляній олії 3:1 (56 лінолевої та 19% ліноленої) ставить

культуру конопель в ряд найбільш цінних [2].

Методика досліджень. Аналіз на визначення кількісного вмісту гліцеридів жирних кислот олії конопель проводили за допомогою газорідинної хроматографії (метод Пейскера) з застосуванням хроматографа „Селміхром 1”. У якості досліджуваних зразків було використано насіння сорту Гляна з селекційного розсадника та розсадника оцінки.

Селекційний розсадник закладали з дотриманням вимог просторової ізоляції для запобігання запилення сорту Гляна пилком іншого сорту. Насіння конопель урожаю 2008 р., (потомство 14 рослин, що відзначалися найвищим вмістом олії), було висіяне широкорядним способом за допомогою ручної сівалки. У фазі біологічної стиглості рослини були зібрані вручну, висушені та обмолочені за допомогою стеблової молотарки. Частина насіння врожаю 2008 р. була використана для закладання розсадника оцінки. Насіння висівали широкорядним способом за допомогою маркера. Площа живлення рослин 30 x 5 см. Ділянки склалися з 2 рядків; через кожні 3 ділянки досліджуваного сорту для оцінки селекційного матеріалу за господарськими та біологічними ознаками (загальна та технічна довжина стебла, маса та вміст волокна, маса насіння, маса 1000 насінин, вміст олії) було висіяне насіння сорту-стандарту ЮСО-31.

Якісний аналіз ізомерного складу токоферолів у зразках конопель проводили методом високоефективної рідинної хроматографії у прямій фазі на хроматографічній системі Smartline фірми Knauer (Німеччина), колонка Eurospher II – 5 – Si 250 × 4, рухома фаза: 0,5% розчин ізобутилового спирту у н-гексані (LiChorosolv, Merck). Швидкість потоку елюента – 1,5 мл/хвил. Фотометрирування – УФ детектором при 295 нм. Піки на хроматограмі ідентифікували по часу утримання, в якості стандарту використовували набір стандартів токоферолів фірми Merck. Зразки розмелювали на лабораторному млинку і наважки по 3 г заливали 10 мл петролейного ефіру, екстракцію проводили протягом доби у темряві, фільтрували та вводили у колонку (25 мкл). Хроматографування проводили у дворазовій повторності. Вміст ізоформ токоферолу визначали по площам піків за допомогою програми Clarity Chrom згідно діючого стандарту [11].

Статистичну обробку даних проводили за допомогою пакету прикладних програм обробки селекційно-генетичних експериментів "OSGE", створеному в Інституті рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН, та пакету програм Excel.

Результати досліджень. За результатами жирнокислотного аналізу, проведеного у популяціях 8 сортів конопель, спостерігається наступна мінливість вмісту жирних кислот. Досліджувані сорти виявляють низький рівень мінливості по пальмітиновій кислоті; коефіцієнт варіації даної ознаки складає 4,69%. Вміст пальмітолеїнової кислоти в цілому невисокий, однак коефіцієнт мінливості є одним з найбільших (табл. 1), що підтверджує широкі межі варіювання. Середній рівень варіювання зафіксовано по вмісту стеаринової кислоти (коефіцієнт варіації складає 11,78%),

при цьому ознака змінюється від 2,57% (Глухівські 46) до 3,48% (Глухівські 58). Аналогічним чином поводить ся олеїнова кислота, коефіцієнт варіації якої складає 11,73%. Лінолева кислота є переважаючою за вмістом (табл. 1), однак коефіцієнт варіювання її виявляється найменшим з усіх кислот. Максимальним вмістом кислоти відзначається сорт Глухівські 33, а мінімальним - ЮСО-31. Відсоток γ -ліноленової кислоти (позначена як 7*) невисокий, але на протигагу попередньої ознаці коефіцієнт варіації дуже значний (табл. 1).

Таблиця 1.
Вміст гліцеридів жирних кислот в олії конопель, 2006 р.
(% до суми жирних кислот)

Сорт	Склад олії, %								
	пальмітинова	пальміто- леїнова	стеаринова	олеїнова	лінолева	7*	ліноленова	арахінова	бегенова
ЮСО-31	8,85	0,98	3,10	18,75	54,31	0,78	12,55	0,28	0,40
ЮСО-14	8,46	0,65	2,87	16,65	56,57	1,97	12,09	0,45	0,29
Глухівські 33	7,93	1,35	3,39	13,18	57,15	1,52	14,75	0,53	0,20
Глухівські 58	9,07	1,47	3,48	16,30	54,99	0,91	13,23	0,29	0,26
Глера	9,12	0,98	2,94	14,13	57,03	1,56	13,68	0,31	0,25
Єрмаківські місцеві	8,68	0,61	2,63	14,90	54,84	3,79	13,26	1,03	0,26
Глухівські однодомні 18	8,53	1,52	2,64	16,29	55,57	1,12	13,75	0,23	0,35
Глухівські 46	8,27	0,96	2,57	17,98	55,53	0,70	13,71	0,14	0,14
x	8,61	1,07	2,95	16,02	55,75	1,54	13,38	0,41	0,27
S _x	0,14	0,12	0,12	0,67	0,37	0,36	0,28	0,10	0,03
V	4,69	32,85	11,78	11,73	1,90	65,26	6,06	68,60	30,19

Примітка. 7* - неідентифікований компонент (під відповідає γ -ліноленовій кислоті)

x – середнє арифметичне

S_x – похибка середнього

V – коефіцієнт варіації

Натомість показники мінливості вмісту ліноленової кислоти знаходяться на низькому рівні, про що свідчить коефіцієнт варіації, що складає 6,06%. Всі досліджувані сорти містять невеликий відсоток арахінової кислоти, але цифри коливаються у дуже значних межах, виявляючи найвищий коефіцієнт варіації, який складає 68,60%. В олії наведених сортів

найменше виявлено бегенової кислоти – всього лише 0,27%, але мінливість її по сортах дуже висока (коефіцієнт варіації складає 30,19%).

Таким чином, популяції сучасних сортів конопель мають власний унікальний склад жирних кислот в олії, який характеризується також різним ступенем мінливості. Такий характер варіювання свідчить про високий селекційний потенціал, який може бути використаний для збільшення вмісту тієї чи іншої кислоти, зокрема це стосується корисних для людини γ -ліноленової, лінолевої та ліноленої кислот.

Як свідчать результати жирнокислотного аналізу, проведеного у популяції рослин сорту Гляна, спостерігається певна відмінність по вмісту складових. Так, в олії даного сорту зафіксовано менше пальмітинової кислоти, ніж у розглянутих сортах, при цьому коефіцієнт мінливості однаково низький і складає 6,16%. Відсоток ненасиченої пальмітолеїнової кислоти також значно менший і становить 0,20%, при цьому мінливість його середня, тобто менша ніж в інших сортів. Вміст стеаринової кислоти перевищує такий у деяких сортів (табл. 2), але поступається сортам Глухівські 33 та Глухівські 58.

Таблиця 2.

Вміст жирних кислот в олії конопель сорту Гляна, 2009 р.

Кількість зразків, шт.	Сорт	Склад олії, (% до суми жирних кислот)									
		пальмітинова	пальміто- леїнова	стеаринова	олеїнова	лінолева	7*	ліноленова	ейкозанова (арахінова)	ейкозенова	бегенова
100	Гляна										
	x	5,98	0,20	3,18	11,93	55,32	2,87	18,91	1,10	0,24	0,24
	S _x	0,04	0,004	0,04	0,11	0,11	0,05	0,11	0,03	0,01	0,01
	V	6,16	18,13	11,42	9,15	1,94	16,57	5,83	26,82	27,38	21,51

Примітка. 7* - неідентифікований компонент (пік відповідає γ -ліноленовій кислоті)

x – середнє арифметичне

S_x – похибка середнього

V – коефіцієнт варіації

Варіює ознака аналогічно до названих сортів. За вмістом гліцеридів олеїнової кислоти сорт Гляна володіє найменшим її відсотком (11,93%), у той час як у досліджуваних сортів у середньому вміст її, складає 16,2%. Внутрішньосортова мінливість ознаки знаходиться на низькому рівні, про що свідчить коефіцієнт варіації 9,15%. Лінолевої кислоти виявлено 55,32% і за її вмістом Гляна знаходиться майже на одному рівні з сортами Глухівські однодомні 18 та Глухівські 46. Також вміст цієї кислоти характеризується найнижчим рів-

нем мінливості (табл. 2). Стосовно вмісту γ -ліноленої кислоти (позначена як 7*), то олія сорту Гляна переважає інші досліджувані сорти, поступаючись лише сорту Єрмаківські місцеві. Мінливість даної ознаки у відсотковому вираженні складає 16,57%, натомість в інших сортів вона знаходиться на високому рівні (табл. 1). Спостерігається переважання сорту Гляна за наявністю гліцеридів ліноленої кислоти, вміст якої складає 18,91%. Вміст гліцеридів ейкозаної кислоти незначний, але її значно більше у порівнянні з колекційними сортами; лише по сорту Єрмаківські місцеві спостерігається найбільший її вміст. Ейкозеної кислоти в олії конопель виявлено найменше – 0,24%, але внутрішньосортова мінливість знаходиться на високому рівні (коефіцієнт варіації складає 27,38%). Аналогічний відсоток має бегенова кислота, варіювання якої також знаходиться на високому рівні.

Проведений нами аналіз вмісту токоферолів в насінні сорту Гляна свідчить, що за невисоким рівнем загального вмісту вітаміну Е (29,6 мг%) конопляна олія подібна до оливкової, арахісової олій і майже вдвічі поступається неочищеній соняшниковій олії (табл. 3). Для забезпечення добової потреби людини у вітаміні Е (12 - 15 мг) необхідно споживати 50 г конопляної олії щодня. Тому конопляна олія може розглядатися тільки як додаткове джерело вітаміну Е у харчовому раціоні людини (наприклад, для виправлення дисбалансу ізомерного складу вітаміну Е у соняшниковій олії, в якій доля α -токоферолу сягає 96%). Водночас з великим вмістом гліцеридів ненасичених жирних кислот такий незначний загальний рівень токоферолу є однією з причин швидкої втрати насінневих кондицій зразків насіння конопель при довготривалому збереженні. Характерною особливістю конопляної олії є дуже високий вміст γ -ізомеру – 85,2% ; таким чином, коноплі разом з кукурудзою та льоном є кращими джерелами промислового отримання γ -токоферолу природного походження для потреб фармацевтичної промисловості (зокрема виробництва деяких виробів лікувальної косметики, таких як, наприклад, креми для догляду за шкірою).

Кількісний розподіл жирних кислот у конопляній олії, за даними наших досліджень, наступний: вміст ненасичених кислот складає близько 89 – 90%, тоді як на насичені кислоти припадає 10 – 11%, тобто 9:1. Високий відсоток ненасичених жирних кислот робить сорт Гляна одним з найцінніших поміж інших сортів, який, до того ж, володіє значним рівнем токоферолів як важливих складових антиоксидантної системи. Присутність цих сполук робить конопляну олію не тільки незамінним джерелом корисних ліпідів, а ще й цінною сировиною для косметичної та фармакологічної промисловості.

Таким чином, олія конопель сорту Гляна відзначається співвідношенням ненасичених лінолевої та ліноленої кислот як 3:1, що є оптимальним для організму людини, а наявність, у порівнянні з іншими сортами, відносно високого вмісту γ -ліноленої кислоти робить цю олію надзвичайно корисною для вживання.

Таблиця 3.

Результати аналізу вмісту та ізомерного складу токоферолів олії конопель сорту Гляна, 2009 р.

Повторність	Вміст ізомерів токоферолів				
	α -Т	β -Т	γ -Т	δ -Т	загальний вміст
Ізомерний склад токоферолів, % до суми					
I	7,8	5,7	85,7	0,8	100,0
II	7,8	6,7	84,6	0,9	100,0
Середнє по 2-х повторностях	7,8	6,2	85,15	0,85	100,0
Вміст ізомерів токоферолів, мг%					
I	2,36	1,72	25,8	0,24	30,12
II	2,26	1,95	24,56	0,27	29,04
Середнє по 2-х повторностях	2,31	1,84	25,18	0,26	29,58

Висновки. 1. Олія з насіння сучасних сортів ненаркотичних конопель має жирнокислотний склад, унікальний для кожного сорту. Співвідношення ненасичених і насичених жирних кислот у конопляній олії складає 9:1, що є оптимальним для організму людини.

2. Сорт Гляна відзначається порівняно високим вмістом γ -ліноленової кислоти, а значний рівень її варіативності робить даний сорт перспективним у селекційному плані.

3. Високий відсоток ненасичених жирних кислот у конопляній олії свідчить і про наявність антиоксидантної системи, яка представлена токоферолами. В олії конопель сорту Гляна найбільше зафіксовано γ -токоферолу; інших ізомерів значно менше.

4. Присутність ненасичених жирних кислот (ліноленової, лінолевої, γ -ліноленової) та антиоксидантної системи у вигляді токоферолів робить олію конопель додатковим джерелом вітаміну Е, а також цінною сировиною для фармакологічної та косметичної промисловості.

Список використаних джерел

1. *Вировець В. Г.* Про деякі невідомі властивості конопель / В. Г. Вировець, Г. І. Сенченко // Глухівщина. 1997. №9. – С 2 – 3.
2. *Вировець В. Г.* Олійність конопель, як важливий резерв господарського використання культури / В. Г. Вировець, І. М. Лайко, І. В. Верещакін // Іноваційні напрямки в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки і стандартизації технічних культур. (матеріали науково-технічної конференції молодих вчених. м. Глухів, 2 – 4 грудня 2008 р.) Суми, 2009 – 144 с. С 24 – 28.

3. Подсолнечник / [В. С. Пустовойт;] под ред. В. С. Пустовойта. – М.: Колос, 1975. – 591 с.
4. Матушкін В. О. Селекція сої на ранньостиглість та продуктивність в умовах північно-східної частини Лісостепу України. /В. О. Матушкін, О. М. Мошкова / Селекція польових культур: Збірник наукових праць. – Харків, ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2008. – 384 с.
5. Анащенко А. В. Наследование содержания эруковой кислоты у ярового рапса / А. В. Анащенко, С. В. Горелова // Сборник научн. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства, 1989. 125 с. С. 92 – 98.
6. Mellors A. Quinones and quinols as inhibitors of lipid peroxidation / A. Mellors, A. L. Tappel // Lipids. - 1966. - Vol. 1, № 4. - P. 282-284.
7. Gamade P. T. Interactions of the autoxidized products of linoleic acid with enzyme proteins / P. T. Gamade, S. Matsushita // Agr. Biol. Chem. - 1973. - Vol. 37, № 1. - P. 1-8.
8. Wilson D. O. The lipid peroxidation model of seed aging / D. O. Wilson, M. B. McDonald Jr. // Seed Sci. Tech. – 1986. – Vol. 14. – P. 269 – 300.
9. Надиров Н. К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве / Н. К. Надиров. - М. : Наука, 1991. - 335 с.
10. Малер Г. Основы биологической химии / Г. Малер, Ю. Кордес // Основы биологической химии – М.: Мир, 1970 – 567 с.
11. Продукти харчові. Визначення вмісту вітаміну Е методом рідинної хроматографії високороздільної здатності вимірювання α -, β -, γ - і δ -токоферолів (EN 12822:2000, IDT) : ДСТУ EN 12822:2005. – [Чинний від 2006-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України 2006. – 15 с. – (Національний стандарт України).

Перспективы селекции на оптимизацию жирнокислотного состава масла современных сортов безнаркотической конопли.

В статье приведены сведения о жирнокислотном составе масла различных сортов безнаркотической конопли и результаты сравнительного анализа этого состава. Рассматривается проблема окисления масла и результаты исследования токоферолов как важной составляющей антиоксидантной системы данного продукта.

Prospects of breeding on optimization of the oil fatty-acid content of modern drug-free hemp varieties.

The article has information about oil's fatty-acid content of different drug-free hemp and results of comparative analysis of this content. The problem of oil oxidant and results of tocopherol research, an antioxidant system of this product are scrutinize.