

внювача (Na-бентоніта) позитивно впливає на біоцидність матеріалів: у всіх випадках діаметр зони подавлення росту збільшується, антибактеріальність матеріалів зростає.

Список літератури: 1. *Фляте Д.М.* Свойства бумаги / *Давид Моисеевич Фляте.* – М.: Лесная промышленность, 1970. – 455 с. 2. *Alekseyev O.L.* The structure of the electric double layer and kinetics of recharging of solid surfaces / *O.L. Alekseyev, V.M. Shevchenko, I.A. Pavlova:* Conference Programme Abstracts [“International Symposium of electrokinetic Phenomena”], (Cracow, Poland, 2002). – Cracow: Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences, 2002. – 96 с. 3. *Овчаренко Ф.Д.* Кинетика перезарядки поверхности частиц / *Ф.Д. Овчаренко, О.Л. Алексеев, В.М. Шевченко* // Доклады Академии Наук СССР. – 1982. – Т. 262, № 5. – С. 1185.

Надійшла до редколегії 22.03.10

УДК 665:664.3

П. О. НЕКРАСОВ, канд. техн. наук, НТУ «ХП»

О. В. ПОДЛІСНА, аспірант, НТУ «ХП»

В. Г. ГОПКАЛОВ, канд. біол., наук, ХНМУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ДІАЦИЛГЛЦЕРИНОВОЇ ОЛІЇ

Дана робота присвячена дослідженню впливу діацилгліцеринової олії на основні процеси ліпідного обміну в організмі. На основі отриманих біохімічних показників зроблено висновок, що вказана олія є нетоксичною, дозволяє запобігти накопиченню жирової маси та попередити розвиток тригліцеридемії та холестеринемії.

Influence of diacylglycerol oil on the main processes of lipid metabolism was investigated. According received biochemical indexes we conclude that mentioned oil has no toxicity and helps to prevent the development of adipopexia triglyceridemia and cholesteremia.

Актуальною проблемою, яка виникає внаслідок неправильного та надмірного вживання калорійної їжі, є надлишкова вага. Накопичення жиру в організмі та на внутрішніх органах (вісцеральний жир) має негативні наслідки для здоров'я. Вісцеральні жири відіграють критичну роль у розвитку так званого метаболічного синдрому, який поєднує у собі ряд факторів: артеріальну гіпертензію, абдомінальне ожиріння, інсулінорезистентність та дисліпі-

демію [1]. Дисліпідемія, що викликана метаболічним синдромом, підвищує концентрацію ліпопротеїдів натще і в післяобідній період; призводить до зниження рівня ліпопротеїдів високої щільності, які мають атерогенні властивості [2]. Як відомо, серед усіх серцево-судинних захворювань саме атеросклероз та його клінічні прояви вносять найбільший вклад у захворюваність та смертність серед населення.

Нові підходи та напрями в галузі олійно-жирової індустрії дозволяють створювати нові специфічні продукти, збагачені інгредієнтами, які мають властивості, що перешкоджають накопиченню жиру в організмі.

За останні роки в Україні однією з інноваційних тенденцій харчової промисловості є розробка та впровадження продукції функціонального призначення. Продукти називають «функціональними», якщо вони містять нутрієнти, що спрямовано позитивно впливають на здоров'я людини та перешкоджають виникненню різноманітних захворювань [3]. Перспективним напрямом у цій сфері є олія, збагачена діацилгліцеридами, ферментативною технологією якої розроблено в Національному технічному університеті «ХПІ».

Діацилгліцерини (ДАГ) – природний компонент гліцеридів багатьох жирів, які зустрічаються у вигляді двох ізоформ: 1,2 (або 2,3)-діацил-sn-гліцеринів (1,2-ДАГ) та 1,3-діацил-sn-гліцеринів (1,3-ДАГ) [4 – 6].

Фізіологічна цінність ДАГ у порівнянні з основним компонентом олії, триацилгліцеридами (ТАГ), в процесі переварювання та засвоєння пояснюється особливим положенням жирної кислоти гліцеринової основи і проявляється в процесі травлення [7]. Метаболічна трансформація традиційної олії передбачає стадію гідролізу, що каталізується панкреатичною ліпазою з утворенням вільних жирних кислот (ВЖК) та 2-моноацилгліцеринів (2-МАГ), які згодом абсорбуються кишковими клітинами, внаслідок чого відбувається синтез ТАГ метаболічним шляхом 2-МАГ [8]. У випадку ДАГ олії продуктом гідролізу є 1-моноацилгліцерини, які в процесі метаболізму трансформуються до гліцерину та ВЖК, що абсорбуються клітинами кишечника, оминаючи подальший ресинтез триацилгліцеринів [9]. В результаті, в процесі травлення не утворюється надмірна кількість жирових часточок у сироватці крові, які депонуються у спеціалізованих клітинах жирової тканини [10].

В той же час, на сьогоднішній день практично відсутні систематичні дослідження щодо впливу діацилгліцеринової олії на перебіг метаболічних процесів.

Виходячи з цього, метою дослідницької роботи було встановлення та

упорядкування даних стосовно функціональності діацилгліцеринової олії та її впливу на розвиток ожиріння та ліпідних аномалій.

Для реалізації поставленої задачі були проведені дослідження з використанням у якості біологічного матеріалу нелінійних білих щурів-самців на базі віварію Національного фармацевтичного університету. Маса тварин становила $150 \pm 4,79$ г, вік – 2 місяці. Під час експерименту тварини знаходилися при $t = 18 - 24$ °С, вологості 50 - 60 %, природному світловому режимі «день-ніч», у пластикових клітках, на збалансованому харчовому раціоні відповідно до діючих норм. Піддослідні мали вільний доступ до води та їжі.

Тварини були поділені на три групи – по 30 голів у кожній: I та II групи експонувалися визначеною кількістю триацилгліцеринової (соняшникової) та діацилгліцеринової олій відповідно. До складу дієти тварин контрольної групи вводилася рафінована дезодорована ТАГ олія у кількості, визначеній стандартним харчовим раціоном.

Для аналізу метаболічних властивостей досліджуваного продукту функціонального призначення було створено умови надлишкового надходження жирів при постійному рівні вуглеводів. Змодельована дієта створювала оптимальні умови для оцінки впливу олії на ліпідний обмін. Склад експериментальної дієти наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Експериментальний раціон піддослідних тварин (у г/100 г раціону)

Інгредієнти	I група	II група	Контрольна група
Діацилгліцеринова олія	0	20	0
Триацилгліцеринова олія	20	0	10
Протеїн	20	20	20
Вуглеводи	51,5	51,5	61,5
Вітаміни	1	1	1
Мінерали	3,0	3,0	3,0
Клітковина	4,5	4,5	4,5

Кожного дня здійснювався контроль фізіологічної активності з урахуванням летальності. Спостереження включали огляд за змінами у стані шкіри, очей, міху та слизової оболонки; соматоморна активність та характер поведінки. Спеціальна увага приділялася приросту маси у ході дослідження. Вагові показники кожної групи визначалися через рівні проміжки часу, які становили 1 тиждень.

Кінцеве зважування здійснювалось безпосередньо перед запланованою аутопсією.

Через 4 тижні після початку експерименту піддослідних тварин було декапітовано натще під рауш-наркозом (діетиловий етер) згідно «Європейської конвенції по захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та наукових цілей» [11]. Забій здійснювали шляхом артеріального кровопускання з сонної артерії без консерванту. Зразок крові кількістю 5 – 7 см³ витримували при температурі 37 °С протягом 30 хв. у термошафі, потім при температурі 5 °С протягом 30 хв. Після чого пробірки центрифугувалися при 4000 об/хв упродовж 15 хв.

Після декапітації було здійснено розтин грудної клітини та відділення печінки та жирової тканини для розрахунку питомої та абсолютної ваги [12]. Отримані дані оброблені за допомогою t-критерію Ст'юдента з поправкою Бонфероні. Розбіжності оцінювали як вірогідні, починаючи зі значення рівня довірчої ймовірності $p < 0,05$.

Результати наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Маса печінки та жирової тканини експериментальних тварин

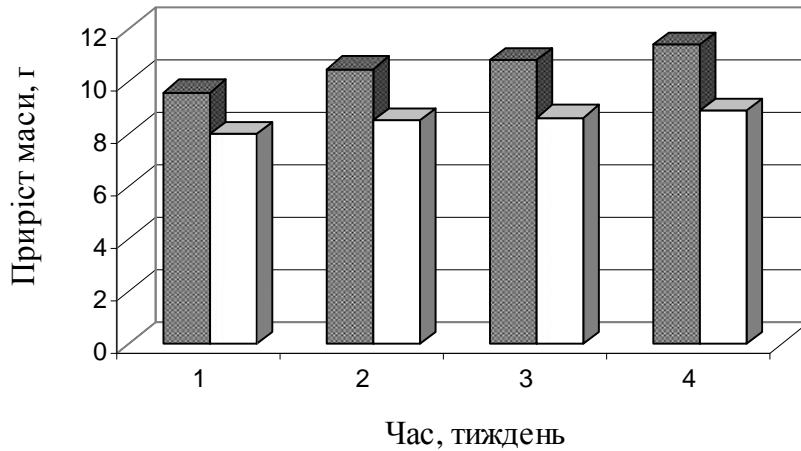
Питома вага, г/100 г маси тіла	I група	II група	Контрольна
Печінка	3,92±0,08	3,42±0,14	3,34±0,07
Жирова тканина	16,36±1,02	9,78±0,55	6,85±0,34

Аналіз даних, представлених в табл. 2, свідчить про те, що у тварин, які додатково отримували жири, відзначено збільшення відкладення жиру у жирових депо, однак у випадку прийому діацилгліцеринової олії воно менш виражене. У групі на діацилгліцериновій дієті в середньому відбувається зменшення питомої ваги печінки на 14 % на фоні зниження маси вісцерального жиру на 40 % порівняно з групою, яка споживала традиційну олію.

На рис. 1 представлено приріст маси тіла експериментальних груп, які експонувалися традиційною та діацилгліцериновою оліями відповідно.

За даними рис. 1 можна зробити висновок про те, що приріст маси тіла у групі, що вживала ДАГ-олію менше ніж у тварин, які експонувалися триацилгліцериновою олією: за перший тиждень споживання діацилгліцеринових жирів вказаний показник для II групи порівняно з I групою був менший на 16,5 %, за другий – на 18,8 %, протягом третього – на 20,3 %, за четвертий – на 22,3 %. За чотири тижня експерименту приріст маси тварин у

групі на ДАГ-раціоні у цілому був менший на 19,5 % у порівнянні з групою на ТАГ-раціоні.



■ При вживанні традиційної олії □ При вживанні олії, збагаченої ДАГ

Рис. 1. Приріст маси тіла піддослідних тварин протягом дослідження

Аналізи дослідних матеріалів проводились на базі кафедри біохімії Харківського національного медичного університету.

У сироватці крові та гомогенаті печінки визначались наступні біохімічні показники:

- неестерифіковані жирні кислоти (НЕЖК) та молекули середньої маси (МСМ) визначались методом [13];
- кетоніві тіла (КТ) визначались методом [14];
- глюкоза та загальні ліпіди визначались за допомогою наборів «FDelicit»;
- холестерин (ХС), ліпопротеїди високої щільності (ЛПВЩ), ТАГ, загальні фосфоліпіди (ФЛ) визначались ферментативно-фотометричним методом;
- ліпопротеїди дуже низької щільності (ЛПДНЩ) та ліпопротеїди низької щільності (ЛПНЩ) визначались біохімічним двостадійним методом з використанням розчинних реагентів [15].

Досліджені показники сироватки крові наведено в табл. 3.

Аналіз даних табл. 3 свідчить про те, що концентрація триацилгліцеринів сироватки крові у групі, яка споживала діацилгліцеринову олію менше на 37 % порівняно з групою, що експонувалася ТАГ-олією. Рівень холестерину у сироватці крові на 30 % менше через 4 тижні прийому дієтичної олії у порівнянні з традиційною. Вміст ліпопротеїдів низької щільності та ліпопротеїдів дуже низької щільності у групі на раціоні олії, збагаченої ДАГ менше на 23 %

та 27 % відповідно на фоні підвищення ЛПВЩ у сироватці крові на 50 % у порівнянні з групою на триацилгліцериновій дієті. Вміст фосфоліпідів сироватки крові вище на 23 % при експонуванні ДАГ-олією порівняно з ТАГ-аналогом. Крім того, при споживанні олії, збагаченої діацилгліцеринами, спостерігається краща утилізація неетерифікованих жирних кислот, про що свідчить зниження їх концентрації на 7 % у сироватці крові піддослідних групи II порівняно з групою I. У піддослідних, до складу раціону яких входила діацилгліцеринова олія спостерігались зниження концентрації кетонів на 20 % порівняно з групою на ТАГ раціоні. Кількість глюкози у II групі була меншою за її рівень для груп I та контрольної на 10 % та 4 % відповідно. У ході досліджень впливу діацилгліцеринів на основні метаболічні процеси організму не було виявлено проявів токсикологічного впливу згідно інтегрованого показника молекул середньої маси.

Таблиця 3

Ліпідний спектр та біохімічні показники сироватки крові

Показники	I група	II група	Контрольна
ТАГ, ммоль/л	2,380 ± 0,11	1,501 ± 0,153	0,812 ± 0,095
ХС, ммоль/л	3,458 ± 0,114	2,423 ± 0,077	2,911 ± 0,118
ФЛ, ммоль/л	1,431 ± 0,071	1,758 ± 0,081	1,631 ± 0,069
КТ, мкмоль/л	232,12 ± 15,49	185,92 ± 7,64	180,88 ± 3,18
Глюкоза, ммоль/л	6,631 ± 0,119	5,981 ± 0,321	6,240 ± 0,22
ЛПНЩ, ммоль/л	1,871 ± 0,086	1,441 ± 0,099	1,851 ± 0,107
ЛПДНЩ, ммоль/л	0,820 ± 0,11	0,602 ± 0,076	0,363 ± 0,042
ЛПВЩ, ммоль/л	0,455 ± 0,037	0,681 ± 0,042	0,681 ± 0,066
НЕЖК, ммоль/л	0,261 ± 0,009	0,244 ± 0,007	0,204 ± 0,012
МСМ, у.о.	0,081 ± 0,008	0,071 ± 0,006	0,070 ± 0,01

Результати аналізу печінки піддослідних тварин наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Ліпідний спектр печінки

Показники	I група	II група	Контрольна
ТАГ, ммоль/г	0,391 ± 0,017	0,261 ± 0,021	0,172 ± 0,007
ХС, ммоль/г	0,112 ± 0,006	0,101 ± 0,005	0,061 ± 0,006
ФЛ, ммоль/г	0,171 ± 0,009	0,191 ± 0,005 ^c	0,181 ± 0,004
Загальні ліпіди, мг/г	52,27 ± 1,23	51,64 ± 1,56	48,80 ± 0,93

За даними таблиці 4 спостерігається зниження рівня триацилгліцеринів та холестерину у печінці тварин, які експонувалися ДАГ-олією, відповідно на 35 % та 10 % у порівнянні з піддослідними, що знаходилися на дієті, до складу якої входила традиційна олія. В той же час рівень фосфоліпідів другої групи порівняно з першою підвищився на 10 %.

Узагальнюючи дані щодо вмісту триацилгліцеринів та холестерину, які представлені в табл. 3 та 4, можна зробити висновок, що при прийомі діацилгліцеринової олії відбувається зниження ресинтезу триацилгліцеринів в епітелії кишечника та їх транспорту з кишечника в печінку. Тобто ДАГ-олія перешкоджає розвитку жирової інфільтрації печінки, а також дозволяє запобігти накопиченню жирової маси та попередити розвиток тригліцеридемії та холестеринемії.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про те, що олія, збагачена діацилгліцерином є нетоксичною для організму. За своїми функціональними показниками вона є більш корисною для організму у порівнянні з традиційною рослинною олією, і може бути використана у складі повсякденного раціону харчування без додаткових рекомендацій та обмежень.

Список літератури: 1. Білецький С.В. Клініко-біохімічні маркери метаболічного синдрому при артеріальній гіпертензії у дорослих та дітей / [С.В. Білецький, Т.В. Казанцева, І.А. Зорій, О.А. Петринич] // Буковинський медичний вісник. – 2008. – Т. 2, № 1. 2. Ruotolo G. Dyslipidemia of the metabolic syndrome / G. Ruotolo, B.V. Howard // Current Cardiology Reports. – 2002 – Vol. 4 – P. 494 – 500. 3. Neeser J.R. Bioprocesses and biotechnology for functional foods and nutraceuticals / J.R. Neeser, J.B. German. – New York: Marcel Dekker. Inc., 2004. – 484 p. 4. Murase T. Dietary diacylglycerol suppresses high fat and high sucrose diet-induced body fat accumulation in C57BL/6J mice / [T. Murase, T. Mizuno, T. Omachi and oth.] // Journal of Lipid Research – 2001. – Vol. 42. – P. 372 – 378. 5. Nagao T. Dietary diacylglycerol suppresses accumulation of body fat compared to triacylglycerol in men in a double-blind controlled trial / [T. Nagao, H. Watanabe, N. Goto and oth.] // Journal of Nutrition – 2000. – Vol. 130. – P. 792–797. 6. Taguchi, H. Double-blind controlled study on the effects of dietary diacylglycerol on postprandial serum and chylomicron triacylglycerol responses in healthy humans / H. Taguchi, H. Watanabe, K. Onizawa, T. Nagao, N. Gotoh, T. Yasukawa, R. Tsushima, H. Shimasaki, H. Itakura // Journal of the American College of Nutrition – 2000. – Vol. 19. – P. 789–796. 7. Cao, J. Cloning and functional characterization of a mouse intestinal acyl-CoA : monoacylglycerol acyltransferase / J. Cao, J. Lockwood, P. Burn, Y. Shi // J. Biol. Chem. – 2003. – Vol. 278. – P. 13860–13866. 8. Cheng, D. Identification of acyl coenzyme A: monoacylglycerol acyltransferase 3, an intestinal specific enzyme implicated in dietary fat absorption / D. Cheng, T. C. Nelson, J. Chen, S. G. Walker, J. Wardwell-Swanson, R. Meegalla, R. Taub, J. T. Billheimer, M. Ramaker, J. N. Feder // J. Biol. Chem. – 2003 – Vol. 278. – P. 13611–13614. 9. Watanabe, H. Nutritional characterization of diacylglycerols in rats / K. Onizawa, H. Taguchi, M. Kobori, H. Chiba, S. Naito, N. Matsuno, T. Yasukawa, M. Hattori, H. Shimasaki // J. Jpn. Oil Chem. Soc. – 1997 – Vol. 46. – P. 301-307. 10. Tada, N. Physiological actions of diacylglycerol outcome // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2004 – Vol. 7. – P. 145-149. 11. Європейська конвенція

про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей: збірка договорів Ради Європи: Українська версія / пер. та ред. Є. М. Вишневський. – К.: Парламентське видавництво, 2000. – 654 с. **12.** Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / [под редакцией В. Меньшикова]. – М.: Медицина, 1987. **13.** Камышников В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. Камышников. – М.: Медпресс-информ, 2004. – 911 с. **14.** Базарнова М.А. Клінічна лабораторна діагностика. Практичні заняття з клінічної біохімії: навчальний посібник / М.А. Базарнова, З.П. Гетте. – К.: Вища школа, 1994. – 215 с. **15.** Friedwald W.T. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of preparation ultracentrifuge / W.T. Friedwald, R.I. Levy, D.S. Fredrickson // Clin. Chem. – 1972. – Vol. 18. – P. 499 – 509.

Надійшла до редколегії 22.03.10