

**І. Г. РАДЗІЄВСЬКА**, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ;  
**О. П. МЕЛЬНИК**, канд. хім. наук, асистент, НУХТ, Київ;  
**А. П. БЕЛІНСЬКА**, канд. техн. наук, ст. викл., НТУ «ХП»;  
**І. В. ЛISOVA**, доц., НТУ «ХП»;  
**Т. О. ОВСЯННІКОВА**, ст. викл., НТУ «ХП»

## ХОЛЕСТЕРОЛ ЯК БІОЛОГІЧНО АКТИВНИЙ КОМПОНЕНТ ЖИРІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

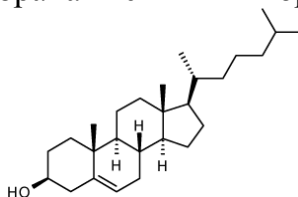
Приведено результати визначення вмісту стеролів у тваринних жирах хроматографічним методом, показано вплив споживання тваринних жирів на ймовірність формування атеросклерозу в організмі.

**Ключові слова:** захворювання, атеросклероз, холестерол, хроматографія.

**Вступ.** Відомо, що три чверті населення у більшості європейських країн страждають на захворювання, виникнення і розвиток яких пов'язані з харчуванням. Хворобами цивілізації вважаються надлишкова маса тіла, високий кров'яний тиск, атеросклероз, цукровий діабет, хвороби печінки, нирок, кишковика. Європейське регіональне бюро ВООЗ вважає, що біля 80% усіх захворювань так або інакше пов'язано з харчуванням, у тому числі 41% – з детермінантами харчування.

Останнім часом у науковій літературі з'являються результати численних досліджень щодо ролі окремих складових компонентів харчування у розвитку тих чи інших захворювань [1, 2]. Важливе значення серед яких надається холестеролу харчових продуктів, постійній і обов'язковій частині усіх клітин тваринного організму. Дослідники звернули увагу на участь холестеролу у патогенезі одного із розповсюджених захворювань – атеросклерозу, що стало основою для рекомендацій обмеженого надходження його з їжею.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Холестерол  $C_{27}H_{46}OH$  (старогрецькою *Χολή* – жовч і *στερεός* – твердий) – органічна сполука, високомолекулярний одноатомний спирт, що міститься в клітинних мембранах всіх живих організмів [3].



Близько 80 % холестеролу виробляється самим організмом (печінкою, кишківником, нирками, наднирковиками, статевими залозами), інші 20 % надходять з їжею. В тваринних жирах міститься 80 % холестеролу у вільному стані і 20 % у вигляді його ефірів з жирними кислотами [3]. В організмі людини він перетворюється на вітамін D, який необхідний для вироблення стероїдних гормонів, зокрема кортизолу, кортизону, альдостерону, жіночих статевих гормонів естрогену і прогестерону, чоловічого статевого гормону тестостерону, приймає участь у регулюванні проникності клітин та відіграє важливу роль в діяльності імунної системи. Під впливом ультрафіолетових променів холестерол епідермісу шкіри перетворюється на провітамін  $D_3$  [3, 4]. Холестерол не розчиняється у воді, і у чистому вигляді не може бути доставленим до тканин організму з кров'ю. У кров'яному руслі холестерол знаходиться у вигляді розчинних у воді комплексних сполук з білками-транспортерами. Такі комплексні сполуки називаються

ліпопротеїдами. Розрізняють такі групи ліпопротеїдів: високомолекулярні (*HDL*, ЛПВЩ, ліпопротеїди високої щільності) і низькомолекулярні (*LDL*, ЛПНЩ, ліпопротеїди низької щільності), що розрізняються молекулярною масою і ступенем розчинності комплексного з'єднання (схильністю до випадіння кристалів холестеролу в осад і до формування атеросклеротичних бляшок). Велика кількість ЛПНЩ корелює з атеросклеротичними порушеннями в організмі. Низькомолекулярні ліпопротеїди малорозчинні і схильні до формування атеросклеротичних бляшок в судинах. Коли кількість бляшок збільшується, судина закупорюється – виникає атеросклероз, який є причиною важких захворювань. Крім ішемічної хвороби серця він викликає аневризму аорти і ураження судин мозку, які ведуть до ішемічного інсульту. Ліпопротеїди високої щільності діють протилежним чином, очищуючи від його надлишків стінки судин і транспортують холестерол для утилізації в печінці. Високомолекулярні ліпопротеїди – легкорозчинна форма, яка не випадає в осад. Високий вміст ЛПВЩ в крові характерний для здорового організму. ЛПНЩ транспортують холестерол від печінки до клітини. Ці ліпопротеїди відносно нестійкі і під час переносу можуть втрачати холестерол, з якого формуються атеросклеротичні бляшки на стінках судин. ЛПВЩ працюють у зворотньому напрямку, вони приєднують надлишковий холестерол зі стінок судин і утилізують його в печінці. Надлишковий холестерол видаляється з організму у вигляді жовчних кислот через кишковик. Рівень ЛПНЩ в крові не повинен перевищувати 100 мг/дл, а для осіб з високим ризиком серцево-судинних захворювань – нижче 70 мг/дл. Якщо рівень низькомолекулярних ліпопротеїдів вище 160 мг/дл, слід дотримуватись дієти з метою його зниження. Вміст ЛПВЩ повинен становити не менше 1/5 загального рівня холестеролу [3-5].

**Мета досліджень, постановка проблеми.** Для формування індивідуальної корегуючої дієти необхідно кількісно визначати концентрацію різних класів ліпопротеїдів індивідуальних жирних кислот. Цього можна досягти, застосовуючи метод високоефективної рідинної хроматографії для формування повного уявлення про функціональну роль холестеролу в організмі людини.

**Матеріали досліджень.** Хроматографічним методом визначено вміст холестеролу в тваринних жирах за ДСТУ ISO 6799-2002 “Жири та олії тваринні і рослинні. Визначання складу стерінової фракції. Газохроматографічний метод (ISO 6799:1991, IDT)”. Предметом дослідження обрано: свинячий, яловичий, баранячий топлени жири та жир коров'ячого молока. Досліджувані зразки відповідають вимогам нормативно-технічної документації: ГОСТ 25292-82 “Жиры животные топлённые пищевые”, ДСТУ 4399:2005 “Масло вершкове”. Метод дозволяє розрізнити стероли рослинного (*Brassicasterol, Cam-pasterol, Stigmasterol at al.*) і тваринного походження (*Cholesterol, 7-Dehydrocholesterol*).

**Результати досліджень.** На рис.1 показано хроматограму визначення вмісту холестеролу на прикладі молочного жиру. Видно, що рослинні стероли відсутні в досліджуваному молочному жирі, піки з часом виходу 4,930 хв та 5,175 хв ідентифіковані як холестерол та 7-дегідрохолестерол, відповідно. Серед усіх досліджуваних зразків 7-дегідрохолестерол знайдено лише в молочному жирі, а в інших тваринних жирах він відсутній (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст холестеролу в жирах

Жир	Холестерол, мг%	7-дегідрохолестерол, мг%	Загальний вміст, мг% за даними С. Г. Лібермана
Молочний	99,4	0,6	-
Свинячий	164	-	74,5-126
Яловичий	163	-	75,0
Баранячий	127	-	29,0

Нормальний вміст холестерину в крові становить 1,9–2,1 г/л. Нестача холестеролу в крові (менше 1,5 г/л) викликає ураження наднирників, розростання щитоподібної залози. Кількість холестеролу в крові залежить від раціону харчування, його основне джерело – жиромістивні продукти тваринного походження [4, 5].

Найбільше холестеролу в субпродуктах (печінці, нирках, мозку 0,30–0,80%), яєчних жовтках (0,25–0,30 %), вершковому маслі (0,18–0,19 %), жирному м'ясі, особливо у свинині та яловичині (0,80–0,10 %),

твердих сирах (0,80–0,12 %), ковбасі і сосисках (0,60–0,11 %). Загальний вміст холестеролу в плазмі крові людини від 250 до 350 мг/100мл свідчить про помірну, а вище 350 мг/100мл – виражену гіперхолестеринемію, що супроводжується захворюваннями судин серця або мозку [4–6].

Первинними факторами ризику, що визначають розвиток ліпідного дисбалансу, є жири, зокрема насичені жири, і холестероли їжі. Результати досліджень показали, що на рівень холестеролу в плазмі крові впливає співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами, присутніми в раціоні харчування, або індекс атерогенності. Індекс атерогенності – це співвідношення потоків транспортування холестеролу в крові – в судини з печінки і з судин в печінку в складі ЛПНЩ і ЛПВЩ. ЛПВЩ здатні не тільки гальмувати утворення атеросклеротичної бляшки, але і сприяють її зворотному розвитку.

У нормі співвідношення атерогенних і антиатерогенних ліпідів не повинно перевищувати 3,5. Індекс атерогенності (ІА) понад 4 вказує на високий рівень розвитку атеросклерозу та ішемічної хвороби серця і вимагає призначення холестеролзнижувальної терапії. Однак, визначаючи ІА в крові, ми можемо свідчити лише про вже існуючий факт – кількість холестеролу, в основному, ліпопротеїдів низької щільності, які вже потрапили в організм людини. Тому доцільно оцінювати атерогенність харчового продукту або раціону харчування для подальшого корегування і прогнозування впливу раціону на здоров'я (табл. 2).

Таблиця 2 – Індеси атерогенності (ІА) жирів раціону людини

Найменування жиру	Спожито на 1 середньостатистичну людину, кг	Індекс атерогенності (ІА)	Частка індексу загалом, %
Молочний	7,200	2,03	64,9
Свинячий	5,598	0,52	0,36
Яловичий	2,245	0,80	0,15
Баранячий	0,181	0,97	0,02

З представлених даних видно, що баранячий жир має найбільший ІА, проте середньорічний обсяг споживання баранини людиною незначний. Максимальні ж значення отримані для молочного жиру, який переважає за рівнем атерогенності та кількісними показниками споживання. Підсумовуючи результати проведених досліджень можна визначити вплив споживання тваринних жирів на ймовірність формування атеро-

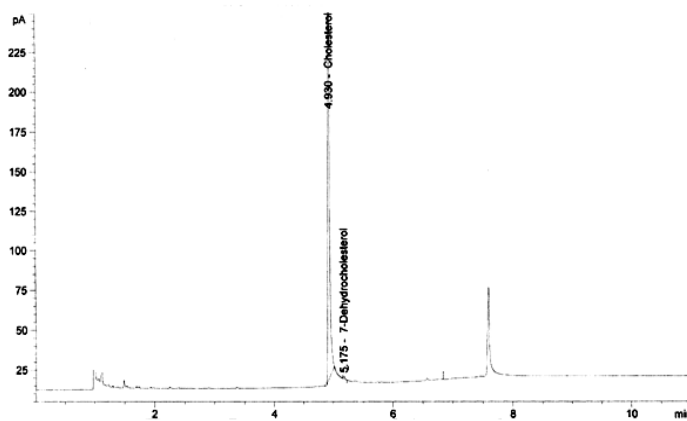


Рис.1 – Хроматограма вмісту холестеролу в молочному жирі

склерозу в організмі людини: в порядку зростання індексу атерогенності: свинячий (0,52) → яловичий (0,80) → баранячий (0,97) → молочний (2,03).

Одним з основних методів немедикаментозного лікування є дотримання дієти з обмеженим вживанням жирів тваринного походження і зниженням калорійності харчування. При цьому будь-яку корекцію слід починати з усунення факторів ризику, що сприяють прогресуванню атеросклерозу: куріння, гіподинамія, а також з нормалізації індексу маси тіла.

У дослідженнях *Veterans Administrations* дієтотерапія протягом восьми років призвела до зниження рівня загального холестеролу на 12,7% і зменшення частоти розвитку інфарктів міокарду на 20% [1, 6].

У дослідженні *Finnish Mental Hospital Study* за шестирічний період спостереження у 450 хворих обох статей віком 34–64 років на тлі дієти з низьким вмістом холестеролу відзначено зниження його рівня в крові на 15% до 5,8 ммоль/л. При цьому не було відзначено зниження загальної смертності в будь-якій з груп хворих [4].

Однак не в усіх випадках ідеально складена дієта виявлялась ефективною. Холестеролова теорія атеросклерозу, яка набула широкого поширення до цього часу виявилася неспроможною пояснити причини та механізми розвитку цього захворювання. Останнім часом, з'являються численні публікації [4, 6] про поліетиологічний характер цього захворювання та ряд теорій його виникнення: ліпідна, вірусна, стресова, генетична, гомоцистеїнова.

**Висновки.** Головним фактором, що знижує вміст холестеролу в крові, є максимально повне виключення з їжі пальмітинової кислоти і збільшення кількості есенціальних жирних кислот (лінолева С18:2, ліноленова С18:3, арахідонова, ейкозапентаєнова С20:4, докозагексаєнова С22:6). Їх важливим джерелом є жир риб холодних морів та рослинні олії лінолевої групи (лляна, соєва, кукурудзяна). Згідно з рекомендаціями ВООЗ, добова потреба кислот повинна складати 2 г.

Головна харчова олія України – соняшникова, на її частку припадає  $\frac{3}{4}$  вітчизняного виробництва олій. Основою жирнокислотного складу соняшникової олії є незамінна лінолева кислота, якій притаманна висока біологічна активність та здатність прискорювати метаболізм ефірів холестеролу. Соняшникова олія регулює обмін речовин, підвищує стійкість організму до інфекцій, нормалізує кровотворення. Це традиційний недефіцитний продукт щоденного попиту і споживання. Переважне споживання рослинних олій та виключення з раціону тваринних жирів нормалізуватиме холестероловий обмін у довготривалій перспективі.

**Список літератури:** 1. Самсонов М. А. Новое в профилактике и лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца, гиперлипидемии и других заболеваний [Текст] / М. А. Самсонов, В.Л. Исаев // Вопросы питания. – 1995. – № 4, – С. 33–34. 2. Доценко В.А. Теоретические и практические проблемы питания здорового и больного человека [Текст] / В.А. Доценко // Вопросы питания. – 2004. – №6. – С. 36–39. 3. Северин Е.С. Биохимия: [учебник для вузов] [Текст] / Северин Е.С., Пальцев М.А., Иванов А. А. – М.:ГЭОТАР- Медиа, 2003. – 784 с. 4. Медведев Ж. Холестерин – друг или враг? [Текст] / Ж. Медведев // Наука и жизнь. – 2008. – №1. – с. 12-94, №2. – с. 35-43. 5. Монастырский К. Функциональное питание [Текст] / К. Монастырский – СПб.: ГИОРД, 2000. – с. 373. 6. О холестерине замолвите слово [Электронный ресурс] // Популярная механика. – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/article/900-o-holesterine-zamolovite-slovo/>

Надійшла до редколегії 28.12.2013

УДК 665.238

Холестерол як біологічно активний компонент жирів тваринного походження / Радзівська І. Г., Мельник О. П., Белінська А. П., Лисова І. В., Овсяннікова Т. О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.116-120. – Бібліогр.: 6 назв. ISSN 2079-5459

Приведены результаты определения содержания стеролов в животных жирах хроматографическим методом, показано влияние потребления животных жиров на вероятность формирования атеросклероза в организме.

**Ключевые слова:** заболевание, атеросклероз, холестерол, хроматография.

**Cholesterol AS biologically active component of animal fats/ I. G. Radzievska, A. P. Miller, A. P. Belinskaya, I. V. Lisova, T. A. Ovsyannikova //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.116-120. Bibliogr.:6. ISSN 2079-5459**

The results of determination of the content of sterols in animal fats chromatographic method, shows the effect of consumption of animal fats on the probability of the formation of atherosclerosis.

**Keywords:** disease, atherosclerosis, cholesterol, chromatography.

**УДК 661.333**

*Д. В. ФІЛОНЕНКО*, здобувач, НТУ «ХПІ»;

*О. В. ШЕСТОПАЛОВ*, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ»

### **ЩОДО ПИТАННЯ РОЗКЛАДАННЯ ХЛОРИДУ АМОНІЮ В РЕАКТОРІ-ЗМІШУВАЧІ ВІДДІЛЕННЯ ДИСТИЛЯЦІЇ СОДОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

У статті розглянуті способи розкладання хлориду амонію. Розглянуті способи підвищення ефективності роботи реактора-змішувача розкладання хлориду амонію вапняним молоком. Проаналізовані шляхи удосконалення устаткування відділення дистиляції. Визначені напрями подальших досліджень.

**Ключові слова:** реактор-змішувач, кальцинована сода, дистиляція, відходи процесу гасіння, дрібна та велика фракції.

**Вступ.** Якщо проаналізувати витратні коефіцієнти за сировиною і енергією, які характеризують весь процес отримання кальцинованої соди, то стає очевидно, що значна частина цих показників визначається умовами проведення процесу регенерації аміаку. Наприклад, витрата вапняку і аміаку на 1 т соду, витрата пари на дистиляцію і інші витрати значною мірою залежать від умов ведення процесу в змішувачі і дистилері. Таким чином, для виявлення шляхів модернізації процесу отримання соди за способом Сольве необхідно достатньо глибоко вивчити процес регенерації аміаку і на підставі цього виявити резерви для економії матеріальних і енергетичних ресурсів. Для вирішення даної проблеми на сьогодні фахівцями різних країн виконано велику кількість експериментальних робіт, розроблено і вдосконалено устаткування і запропоновані нові способи і технологічні схеми регенерації аміаку, які мають свої переваги і свої недоліки.

Останнім часом розвиток і вдосконалення аміачного способу виробництва соди направлений, в основному, на створення потужніших і економічніших апаратів дистиляції, абсорбції, карбонізації, проектування нових типів вапняних і содових печей, розробку технологій утилізації твердих і рідких вторинних матеріальних ресурсів содового виробництва. Так, можна виділити роботи, в яких розкладання хлориду амонія проводилося з метою отримання аміаку і хлориду шляхом нагрівання його з оксидом заліза, марганцю, цинку, ванадію, хрому або їх з'єднань. Після виділення аміаку хлорований метал окисляли при нагріванні для виділення хлору [1]. Оскільки здійснити утилізацію хлору на содових підприємствах складно, інтерес представляє розкладання хлориду амонія на аміак і хлористий водень або аміак і хлористий кальцій [2]. Для скріплення хлористого водню застосовуються різні оксиди, істотною перешкодою тут є низький ступінь використання кисню.

© Д. В. ФІЛОНЕНКО, О. В. ШЕСТОПАЛОВ, 2014