

## ХРАНИТЕЛНИ ФОСФОЛИПИДИ ОТ МОРЕТО – ЦЕНЕН ИЗТОЧНИК НА ДЪЛГОВЕРИЖНИ ПОЛИНЕНАСИТЕНИ КИСЕЛИНИ С ПРОТЕКТИВЕН СЪРДЕЧНО-СЪДОВ ЕФЕКТ

Веселина Панайотова, Албена Мерджанова,  
Катя Пейчева, Диана Ат. Добрева

*Катедра по химия, Факултет по фармация,  
Медицински университет – Варна*

### РЕЗЮМЕ

През последните години морските организми са във фокуса на редица изследвания, свързани със изолране и идентифициране на нови природни продукти. Те се характеризират с високо съдържание на дълговерижни полиненаситени мастни киселини (ПНМК), фосфолипиди, стероли, мастноразтворими витамини и др. Морските липиди са богати на омега-3 ПНМК, предимно ейкозапентаенова киселина (ЕРА, 20:5n-3) и докозаhexаенова киселина (ДНА, 22:6n-3), които имат клинично доказани благоприятни ефекти върху сърдечно-съдовото здраве.

Напоследък все по-голямо внимание се обръща на морски организми, богати на омега-3 мастни киселини, свързани под формата на фосфолипиди, т.к. свързани с фосфолипидите те се усвояват по-лесно и по-пълноценно в стомашно-чревният тракт поради факта, че фосфолипидите са естествени емулгатори, подобряващи резорбцията на хранителните вещества при човека.

*Ключови думи: фосфолипиди, полиненаситени мастни киселини, сърдечно-съдово здраве*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Фосфолипидите (ФЛ) играят важна роля в редица жизнени процеси и са основен компонент на клетъчните мембрани. Това е причината днес много от свойствата им – химична структура, хидратация, фазови преходи, самоорганизиране и др. да са добре изучени. Фосфолипидите се състоят от глицерол, висши мастни киселини, фосфатна група (най-често в sn-3 позиция). Фосфатната група е допълнително свързана с органична база или съединение с хидроксилна група, в зависимост от които се класифицират различните фосфолипиди.

Фосфатидилхолинът (ФХ) или още лецитин, фосфатидилетаноламинът (ФЕ), наричан кефалин, фосфатидилсеринът (ФС) и фосфатидили-

## MARINE DIETARY PHOSPHOLIPIDS – A VALUABLE SOURCE OF VERY LONG CHAIN POLYUNSATURATED FATTY ACIDS WITH PROTECTIVE EFFECT ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Veselina Panayotova, Albena Merdzhanova,  
Katya Peycheva, Diana A. Dobрева

*Department of Chemistry, Faculty of Pharmacy,  
Medical University of Varna*

### ABSTRACT

In recent years, marine organisms have been in the focus of numerous studies related to identification and extraction of new natural products. They are characterized by high content of long-chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs), phospholipids, sterols, fat-soluble vitamins and others. Marine lipids are rich in omega-3 PUFA, predominantly eicosapentaenoic acid (EPA, 20: 5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22: 6n-3) that has shown to have many beneficial effects on the cardiovascular system.

More and more attention has recently been paid to marine organisms high in omega-3 fatty acids bonded to phospholipids because they are more digestible in the gastrointestinal tract due to the fact that phospholipids are natural emulsifiers that improve the absorption of nutrients in humans.

*Keywords: phospholipids, polyunsaturated fatty acids, cardiovascular health*

### INTRODUCTION

Phospholipids (PLs) play a crucial role in a number of biochemical processes and are essential elements of cell membranes. This is probably the reason why today many of their properties – chemical structure, hydration, phase transitions, self-organization, etc. are well studied. PLs consist of glycerol, fatty acids, phosphate (usually at sn-3 position). PLs are classified according to the type of compound that is bonded to the phosphate group. It could be an organic base or a hydroxyl-containing compound.

Phosphatidylcholine (PC) or lecithin, phosphatidylethanolamine (PE), usually known as cephaline, phosphatidylserine and phosphatidylinositol (PI) (Fig. 1) are the most abundant PLs in animal and plant cell membranes. Phosphatidylethanolamine and phosphatidylserine are the main components of most microorganisms. Phosphatidylinositol is found in all membranes. It comprises up to 10% of brain phospholipids.

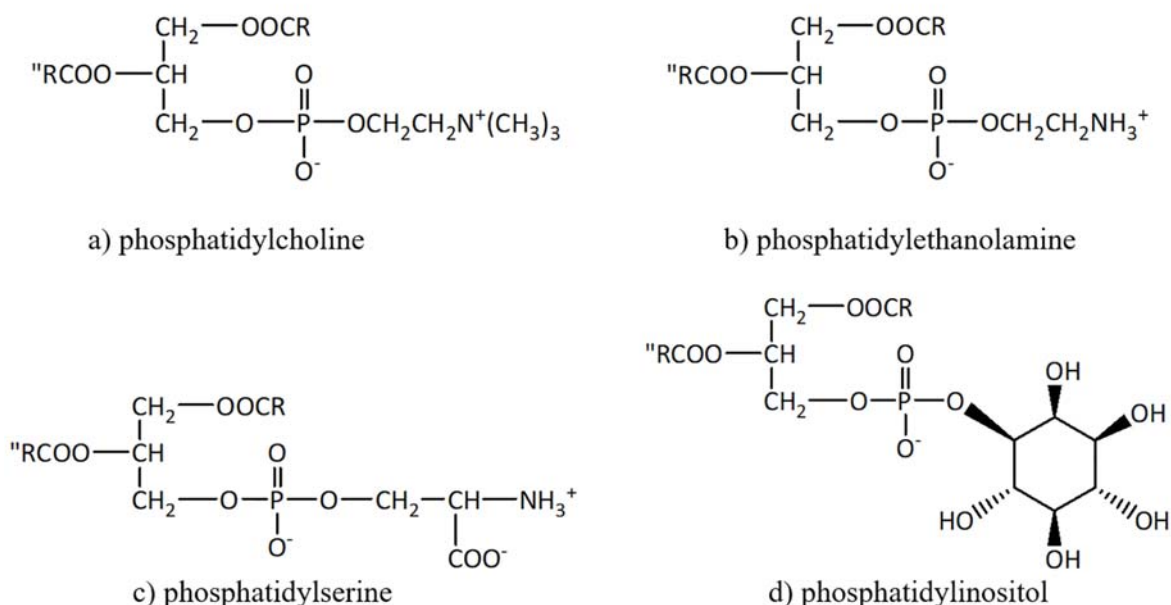


Fig. 1. Structures of the most common phospholipids in living cells

нозитолът (ФИ) (Фиг. 1) са най-често срещаните фосфолипиди в мембраните на животинските и растителните клетки. Фосфатидилетаноламинът и фосфатидилсеринът са основни компоненти при много микроорганизми. Фосфатидилинозитолът е структурен компонент на всички клетъчни мембрани. В мозъчните клетки 10% от фосфолипидите са именно фосфатидилинозитол.

Фосфолипидите, екстрахирани от хранителни продукти (соя, яйчен жълтък, мляко или морски организми), се дефинират като хранителни фосфолипиди. Фосфолипидите от естествен произход (растителен или животински) обикновено съдържат по една ненаситена киселина в позиция sn-2. Тя може да бъде олеинова, алфа-линоленова или линолова (при сухоземните растения), или арахидонова (обикновено с животински произход), или ейкозапентаенова и/или докозахексаенова (с морски произход) и др. В позиция sn-1 обикновено фосфолипидите са свързани с наситени мастни киселини (като стеаринова или палмитинова).

Фосфолипидите намират широко приложение в хранителната индустрия, поради голямата си стабилност срещу окисление и висока степен на бионаличност. Освен това, фосфолипидите в диетата действат като емулгатор, като облекчават храносмилането и подобряват усвояването на мастните киселини, с което повишават хранителната стойност на храната (9). Хранителните фосфолипиди се очертават като едни обещаващи

PLs extracted from food products (soy, egg yolk, milk or marine organisms) are defined as dietary PLs. PLs of natural origin (plant or animal) usually contain one unsaturated acid in position sn-2. This could be oleic, alpha-linolenic or linoleic (in terrestrial plants) or arachidonic (usually of animal origin) or eicosapentaenoic and/or docosahexaenoic (marine origin), etc. In sn-1 position, PLs are generally bonded to saturated fatty acids (such as stearic or palmitic acids).

PLs are widely used in the food industry because of their high oxidation stability and high bioavailability. In addition, PLs in the diet act as an emulsifier, easing digestion and improving fatty acid absorption in the intestine and thus increasing the nutritional value of food (9). Dietary phospholipids have emerged as promising sources of biologically active lipids with wide-ranging effects on inflammation, cholesterol metabolism and high-density lipoprotein function.

### The Importance of Marine Phospholipids

Marine organisms are subjected to continuous stress caused by various environmental factors such as salinity, temperature, ultraviolet radiation, mechanical force of waves, etc. Their unique abilities for physiological and biochemical adaptations have led to the synthesis of a wide variety of biologically active metabolites with unique structures and biological effects (3). Marine lipids are rich in the so-called very long chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs), predominantly eicosapentaenoic acid (EPA,

източници на биологично активни липиди с широкоспектърни ефекти върху процеси свързани с възпалението, метаболизма на холестерола и функцията на липопротеините с висока плътност.

### Значение на морските фосфолипиди

Морските организми са подложени на непрекъснат стрес, предизвикан от различни фактори на средата като температурни колебания, ултравиолетово облъчване, механичната сила на вълните и др. Уникалните им възможности за физиологични и биохимични адаптации водят до синтезирането на голямо разнообразие от биологично активни метаболити с уникални структури и биологични ефекти (3). Морските липиди са богати на дълговерижни омега-3 полиненаситени мастни киселини (ПНМК), предимно ейкозапентаенова киселина (ЕРА, 20:5n-3) и докозахексаенова киселина (ДНА, 22:6n-3), които имат клинично доказан благоприятен ефект върху човешкото

20:5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3). Their benefits are associated with numerous effects on human health - improved cardiovascular health, improvement of cognitive functions, reduction of inflammation, etc. Recently, more and more attention has been paid to marine organisms rich in PUFAs bonded to PLs. Such fatty acids are easier to digest in the gastrointestinal tract due to the fact that PLs are natural emulsifiers that improve the absorption of nutrients. Marine omega-3 PLs are PLs containing omega-3 very long chain PUFA derived from marine organisms. This makes them different from PLs from plant sources, as they do not contain such long-chain fatty acids (1,4,8,13).

### Marine Sources of Dietary Phospholipids

Table 1 shows the content of total lipids, PLs, and the amounts of EPA and DHA in the PLs from various products. PLs derived from terrestrial plants do not contain very long chain omega-3 PUFA (7,11,12).

Table 1. Total lipids, phospholipids, EPA and DHA in phospholipids in various food products (data expressed as %)

Product	Total lipids	PL, %	DHA+EPA, bonded to PL, %	Reference
Egg yolk	27	28	1.02 % DHA only	(5)
Flaxseed	34.2-44.4	0.6-1.0	-	(12)
Lecithin:				
soybean	100	65-75	-	(11)
soybean	53	58	-	(7)
sunflower	53	51	-	(7)
rapeseed	53	49	-	(7)
egg	25	24	2 % DHA only	(7)
Fish	10-15	1-1.5		(2)
Fish roe		38-75	30	(2)
Seaweed	1-5	10-20		(6)
	3-5	10.6-18.4	5.4-8.3	(14)
Krill	14-16	40	23.6-28.1% EPA 16.7-21.0% DHA	(2)
Shellfish	2-5	39.9-74.1	30-40 % EPA+DHA	Unpublished data

здраве. Приемът им е свързан с редица полезни ефекти – подобро сърдечно-съдово здраве, подобрене на когнитивните функции, понижаване на възпалението и др. Напоследък все по-голямо внимание се обръща на морски организми, богати на омега-3 мастни киселини, свързани под формата на фосфолипиди, т.к. свързани с фосфолипидите те се усвояват по-лесно и по-пълноценно в стомашно-чревния тракт поради факта, че

Egg yolk contains DHA, but in very small amounts. It has been found that incorporating fish oil in laying hens' diet has led to a significant increase in EPA and DHA levels in the egg yolk, compared to a diet rich in vegetable oils (rapeseed, soy, olive oil, etc.) (10). In seaweeds 10 to 20% of the lipids are PLs, which contain 5.4-8.3% EPA + DHA (6,14). In the past years, marine shellfish, krill oil, fish roe and other marine organisms are seen as promising sources of

фосфолипидите са естествени емулгатори, подобряващи резорбцията на хранителните вещества при човека. Морските омега-3 фосфолипиди са фосфолипиди, съдържащи омега-3 дълговерижни ПНМК, получени от морски организми. Това ги прави различни от фосфолипидите от растителни източници, тъй като те не съдържат омега-3 дълговерижни ПНМК (1,4,8,13).

### **Морски източници на хранителни фосфолипиди**

В Таблица 1 е представено съдържанието на общи липиди, фосфолипиди, както и количествата на ЕРА и ДНА във фосфолипидите в различни продукти. Фосфолипидите извлечени от сухоземни растения не съдържат дълговерижни омега-3 ПНМК (7,11,12).

Яйчният жълтък съдържа ДНА, но в много малки количества. Установено е, че влагането на рибено масло в храната на кокошките-носачки води до значително повишение на нивата на ЕРА и ДНА в яйчния жълтък, спрямо диета богата на растителни масла (рапично, соево, маслиново и други) (10). При водораслите от 10 до 20% от липидите са фосфолипиди, в състава на които се откриват 5.4-8.3% ЕРА+ДНА (6,14). В последните години за много обещаващи източници на дълговерижни ПНМК се разглеждат морските мекотели, маслото от крил, рибния хайвер и др. Съдържанието на фосфолипиди в тях варира от 20 до 80% от липидите им, като количествата на ЕРА и ДНА могат да достигнат до 30% от тях (2).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В съвременния свят фосфолипидите се извличат предимно от растителни източници (най-често соя – соев лецитин) и яйца. Тези фосфолипиди не съдържат дълговерижни омега-3 ПНМК или те са в много малки количества. Използват се широко като съставки в хранителната промишленост, фармацевтията и козметиката. В последно време търсенето на алтернативни източници нараства с огромни темпове. Такива източници са мляко, рибни продукти, крил, хайвер, водорасли и др. Фосфолипидите се използват широко и при производството и преработката на печива, разтворими напитки, млечни продукти, шоколадови изделия и маргарин. Въпреки това, съвременната диета страда от липсата на хранителни фосфолипиди. Консумацията на рафинирани масла и преработени храни води до намален прием. Изучаването на морските фосфолипиди в последните

very long chain PUFA. Their PL content ranges from 20 to 80% of their lipids, with EPA and DHA levels reaching up to 30% (2).

### **CONCLUSION**

In the modern world, PLs are extracted mainly from plant sources (predominantly soybean lecithin) and egg yolk. These PLs do not contain very long chain omega-3 PUFA or they are in very small amounts. Dietary PLs are widely used as food ingredients, in pharmaceutical and cosmetic industries. Recently, the demand for alternative sources of phospholipids has risen rapidly. Such sources include dairy and fish products, krill, roe, algae and others. PLs are widely used in the manufacture and processing of baked products, beverages, dairy products, chocolate products and spreads. However, the modern diet suffers from lack of dietary phospholipids. Consumption of refined oils and processed foods leads to a reduced intake. The exploration of marine PLs in recent years has opened up new opportunities for their use as exclusive natural sources of very long chain omega-3 PUFAs in the human diet that have clinically proven beneficial effects on cardiovascular health.

#### ***Address for correspondence:***

Veselina Panayotova  
Department of Chemistry  
Faculty of Chemistry  
Medical University of Varna  
84 Tzar Osvoboditel Blvd  
9000 Varna  
e-mail: veselina.ivanova@hotmail.com

### **REFERENCES**

1. Baum SJ, Kris-Etherton PM, Willett WC, Lichtenstein AH, Rudel LL, Maki KC, et al. Fatty acids in cardiovascular health and disease: a comprehensive update. *J Clin Lipidol.* 2012;6:216-34. doi: 10.1016/j.jacl.2012.04.077.
2. Burri L, Hoem N, Banni S, Berge K. Marine omega-3 phospholipids: metabolism and biological activities. *Int J Mol Sci.* 2012;13:15401–19. doi: 10.3390/ijms131115401.
3. Evans-Illidge EA, Logan M, Doyle J, Fromont J, Battershill CN, Ericson G, et al. Phylogeny Drives Large Scale Patterns in Australian Marine Bioactivity and Provides a New Chemical Ecology Rationale for Future Biodiscovery. *PLoS ONE.* 2013;8(9):e73800. doi:10.1371/journal.pone.0073800.
4. Jing K, Wu T, Lim K. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cancer. *Anticancer*

години открива нови възможности за използването им като изключителни естествени източници на дълговерижни n-3 ПНМК в човешката диета, които имат клинично доказани благоприятни ефекти върху сърдечно-съдовото здраве.

Адрес за кореспонденция:

Веселина Панайотова  
Катедра по химия  
Факултет по фармация  
Медицински университет – Варна  
Бул. „Цар Освободител“ 84  
9000 Варна  
e-mail: veselina.ivanova@hotmail.com

- Agents Med Chem. 2013;13:1162-77. doi : 10.2174/18715206113139990319.
5. Kovacs-Nolan J, Phillips M, Mine Y. Advances in the value of eggs and egg components for human health. J Agric Food Chem. 2005;53:8421–31. doi: 10.1021/jf050964f.
  6. Kumari P, Kumar M, Reddy C, et al. (2013b) In: Functional Ingredients From Algae for Foods and Nutraceuticals (ed) Dominguez H, Woodhead Publishing Ltd pp 87-134
  7. Lecithins and Phospholipids, American Lecithin Company, August, 2014, <http://www.ethorn.com/ssw/files/American%20Lecithin%20Company.pdf>
  8. Lorente-Cebrián S, Costa AG, Navas-Carretero S, Zabala M, Martínez JA, Moreno-Aliaga MJ. Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence. J Physiol Biochem. 2013;69(3):633–51.
  9. Mendis E, and Kim SK. Present and Future Prospects of Seaweeds in Developing Functional Foods, In: Kim SK, editor. Marine medicinal foods: Implications and applications, macro and microalgae. USA:Academic press; 2011. p. 1-16.
  10. Omid M, Rahimi S, Ali M, Torshizi K. Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources. Veterinary Research Forum. 2015; 6(2):137 – 41.
  11. Scholfield C. Composition of soybean lecithin. J Am Oil Chem Soc.1981;58:889-91. doi:10.1007/BF02659652
  12. Teneva O, Zlatanov M, Antova G, Angelova-Romova M, Marcheva M. Lipid composition of flaxseeds. Bulg Chem Commun. 2014;46(3):465-472
  13. Георгиев Б. Профилактични ефекти на маслото от крил. Наука Кардиология. 2014;3:146-152
  14. Panayotova, V. “Determination of biologically active substances in Black Sea algae//Определяне на биологично активни вещества в черноморски водорасли”. Doctoral thesis, Medical University – Varna, 2014.