

Ovo-phospholipids. Innovative phosphatides for the food, pharmaceutical and cosmetics industries

Ovo-fosfolipidy. Innowacyjne fosfatydy dla przemysłu spożywczego, farmaceutycznego i kosmetycznego



DOI: 10.15199/62.2024.10.11

A review, with 50 refs., of the properties of phospholipids, their role in human metabolism, the method of obtaining ovo-phospholipids from dried chicken egg yolk by alc. extraction, and then the potential for use in the food, pharmaceutical, cosmetic, biomedical industries, as well as in the prodn. of dietary supplements, nutraceuticals and health-promoting functional foods were presented. The great potential of ovo-phospholipids in innovative products with health-promoting and medical properties was demonstrated.

Keywords: ovo-phospholipids, obtaining technology, application in food production, pharmacy, cosmetology

Przedstawiono budowę chemiczną i właściwości fosfolipidów, ich rolę w metabolizmie człowieka, sposób otrzymywania ovo-fosfolipidów z suszonego żółtka jaj kurzych metodą ekstrakcji alkoholowej, a następnie możliwości wykorzystania w przemyśle żywnościowym, farmaceutycznym, kosmetycznym, w biomedycynie, a także w produkcji suplementów diety, nutraceutyków i prozdrowotnej żywności funkcjonalnej. Wykazano duży potencjał ovo-fosfolipidów w innowacyjnych produktach o właściwościach prozdrowotnych i medycznych.

Słowa kluczowe: ovo-fosfolipidy, technologia otrzymywania, zastosowanie w produkcji żywności, farmacji, kosmetyce

Biologiczne znaczenie fosfolipidów (PL) było już jasne dla J.L.W. Thudichuma (niemiecko-brytyjski lekarz i biochemik), który w 1884 r. napisał: *Fosfolipidy są centrum, życiem i chemiczną duszą całej bioplazmy, zarówno roślin, jak i zwierząt*. Jednak przez długi czas znaczenie PL było uważane za bardziej strukturalne niż funkcjonalne, a farmakolodzy przeoczyli fakt, że po uwolnieniu w przestrzeni pozakomórkowej lub podaniu do organizmu mogą wywierać silne działanie farmakologiczne¹⁾.

Fosfolipidy (nazywane też fosfatydami lub fosfolipidami) to grupa związków, które oprócz reszt glicerolu i wyższych kwasów tłuszczowych zawierają resztę kwasu fosforowego związanego z organiczną zasadą azotową, np. choliną. Fosfolipidy występują w każdej komórce organizmów żywych oraz pełnią tam niezwykle ważne funkcje biologiczne^{2, 3)}.

W ostatnim czasie termin „fosfolipidy” coraz częściej pojawia się w kontekście nowych suplementów diety oraz innych produktów, w tym medycznych i kosmetycznych. W literaturze tym substancjom poświęcono wiele uwagi, zwłaszcza w opracowaniach medycznych, biologicznych, a także w technologii żywności. Ich autorzy koncentrowali się przede wszystkim na PL pochodzenia roślinnego, głównie zawartych w nasionach roślin oleistych^{4, 5)}. Wydaje się, że jeszcze nie doceniono ani w literaturze, ani w praktyce przemysłowej wartości PL pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza występujących w kurzych jajach (ovo-fosfolipidy, OPL)⁶⁻⁸⁾. Można jednak przypuszczać, że OPL staną się obszarem zainteresowań technologów żywności, farmaceutów i kosmetologów. Jest coraz więcej doniesień o ich prozdrowotnych właściwościach, co można



Prof. dr hab. inż. Tadeusz TRZISZKA (ORCID: 0000-0002-0459-370X) w roku 1972 ukończył studia na Akademii Rolniczej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Pracuje w Instytucie Inżynierii Rolniczej UPWr. Jest członkiem kilku organizacji i stowarzyszeń naukowych krajowych i zagranicznych, doktorem *honoris causa* Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu (2019 r.). Specjalność – technologia drobiu i jaj, technologie procesowe, w szczególności innowacyjne technologie produkcji suplementów diety, nutraceutyków i żywności funkcjonalnej, zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. W ostatnich ośmiu latach szcze-

gólną uwagę poświęcił gospodarce obiegu zamkniętego (GOZ) i energii odnawialnej (OZE) na rzecz zrównoważonego rozwoju środowiska naturalnego oraz monitoringu łańcucha żywnościowego „od pola do stołu”.

* Adres do korespondencji:

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37B, 51-630 Wrocław, tel.: +48 601-716-618, e-mail: tadeusz.trziszka@upwr.edu.pl



Prof. dr hab. Antoni SZUMNY (ORCID: 0000-0001-9058-1598) w roku 1997 ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Jest doktorem chemii, profesorem w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Pracuje w Katedrze Chemii Żywności i Biokatalizy Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Współpracuje z jednostkami naukowymi z wielu krajów świata (m.in. z Japonii, Hiszpanii, Malezji). Jest członkiem dwóch komitetów naukowych PAN. Specjalność – analiza i ocena jakości surowców roślinnych, suplementów diety, preparatów farmaceutycznych, jak również surowców odpadowych.

wykorzystać w terapii przeciwstarzeniowej (*anti-aging*) oraz w walce z chorobami cywilizacyjnymi^{9, 10}.

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania PL, a w szczególności OPL w przemyśle żywnościowym, farmaceutycznym, kosmetycznym, a konkretnie w produkcji suplementów diety, nutraceutyków, kosmeceutyków i prozdrowotnej żywności funkcjonalnej.

Budowa chemiczna, właściwości i funkcje fosfolipidów w organizmie

Fosfolipidy to amfifilowe cząsteczki zbudowane z hydrofilowego (polarnego) rdzenia glicerolu, do którego przyłączona jest polarna reszta kwasu fosforowego zestryfikowana choliną lub etanoloaminą, seryną lub inozytem oraz reszt dwóch kwasów tłuszczowych (*sn-1* i *sn-2*) stanowiących część hydrofobową. Fosfolipidy można podzielić na glicerofosfolipidy, pochodne glicerolu, gdzie alkoholem jest glicerol, oraz sfingofosfolipidy, pochodne 18-węglowego nienasyconego aminoalkoholu. Strukturę chemiczną PL na przykładzie fosfatydylocholi (PC) przedstawiono na rys. 1.

Główną rolą PL w organizmie żywym jest budowa błon komórkowych. Błony komórkowe stanowią naturalne ograniczenia wszystkich komórek zwierzęcych, w tym także komórek tworzących ludzki organizm. Dzięki hydrofilnym i hydrofobowym właściwościom cząsteczki te są w stanie stworzyć tzw. dwuwarstwę lipidową, która skutecznie i selektywnie izoluje wnętrze komórki od otoczenia.

Fosfolipidy zapewniają także płynność błony komórkowej oraz jej półprzepuszczalność, co umożliwia komunikowanie się komórki z otaczającymi ją strukturami oraz wymianę materii i informacji pomiędzy komórką a prze-

strzenią pozakomórkową. Za sztywność oraz trwałość błony komórkowej odpowiadają m.in. cząsteczki cholesterolu, które występują pomiędzy cząsteczkami poszczególnych PL. Dodatkowo w niektórych sytuacjach PL mogą zostać rozłożone przez enzymy komórkowe w celu dostarczenia energii. Pochodne PL pełnią także funkcję regulującą przebieg określonych procesów wewnątrz komórki. Umożliwiają one także nawilżanie powierzchni w organizmie człowieka narażonych na siły tarcia, takich jak np. powierzchnie stawowe lub pęcherzyki płucne^{2, 3}.

Z biologicznego punktu widzenia najważniejszymi PL są: fosfatydylocholina (PC) i fosfatydyloetanolamina (PE), a następnie lizofosfatydylocholina (LPC), fosfatydyloinozytol (PI), fosfatydyloseryna (PS), sfingomieline (SM), plazmalogeny (PG), kwas fosfatydowy (PA) i kardiolipina (CL). Ich rola w funkcjonowaniu komórek jest dość dobrze poznana, ale nie w pełni, dlatego też prowadzone są dalsze badania naukowe¹⁰⁻¹⁴.

Duże zainteresowanie PL wynika nie tylko z ich unikatowych właściwości i wartości odżywczej, ale także ich chemicznej „plastyczności”. Dzięki postępom wiedzy i technologii chemicznej możliwa jest modyfikacja enzymatyczna i synteza chemiczna PL do różnych zastosowań praktycznych. Obecnie znane są sposoby otrzymywania nowych analogów PL zawierających fragmenty biologicznie aktywnych związków niewystępujących w PL naturalnie (tzw. koniugaty fosfolipidowe) oraz PL wzbogaconych w konkretne kwasy tłuszczowe o właściwościach prozdrowotnych (tzw. strukturyzowane fosfolipidy)^{11, 15}.

W Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu od lat prowadzone są badania nad chemoenzymatycznym otrzymywaniem glicerofosfolipidów o znaczeniu prozdrowotnym

(tzw. superfosfolipidów), które oprócz kwasów tłuszczowych występujących w fosfolipidach naturalnie zawierają biologicznie aktywne związki, takie jak izomery sprzężonego kwasu linolowego (CLA), fragment związku steroidowego (dehydroepiandrosteronu, DHEA) i niesteroidowe związki przeciwzapalne (NLPZ). Prowadzone są także badania nad wykorzystaniem lipaz i fosfolipaz do wzbogacania naturalnych PL w bioaktywne wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA)

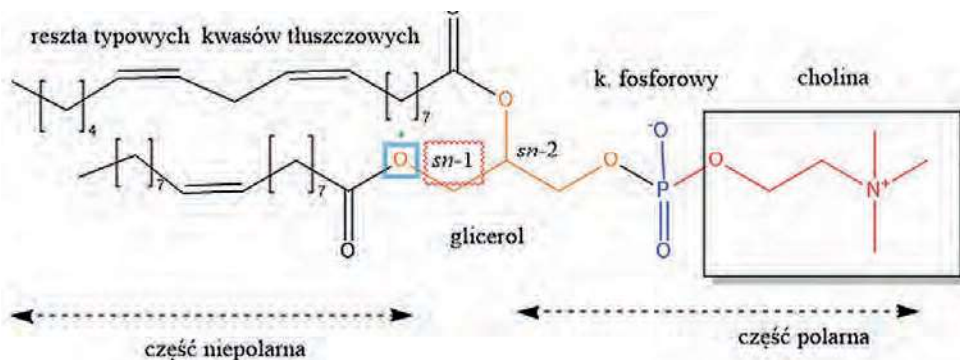


Fig. 1. Structure of phospholipids on the example of phosphatidylcholine (PC)

Rys. 1. Struktura fosfolipidów na przykładzie fosfatydylocholi (PC)



Mirosław ZAWADZKI jest prezesem Stowarzyszenia Producentów Sektora Rolno-Spożywczego „Verus” w Warszawie. Jego zainteresowania naukowe to zarządzanie projektami z zakresu produkcji zwierzęcej (dobrostan zwierząt), żywienia człowieka, ekologii i ochrony środowiska. Jest popularyzatorem nauki, beneficjentem wielu grantów zarówno naukowo-badawczych, edukacyjnych, jak i popularyzatorskich.



Mgr inż. Łukasz TRZISZKA, w roku 2012 ukończył studia z zakresu automatyki i robotyki na Politechnice Wrocławskiej, a także studia podyplomowe „Systemy zarządzania jakością oraz bezpieczeństwo żywności” na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Jest prezesem zarządu w firmie Technox sp. z o.o. zajmującej się produkcją innowacyjnych suplementów diety opartych na ovo-fosfolipidach.

z rodziny *n-3* i *n-6*, a także w sprzężone kwasy tłuszczowe (np. kwas punikowy) i izomery *cis-9*, *trans-11*, *trans-10*, *cis-12 CLA*^{11, 16-19}).

Należy podkreślić, że fosfolipidy ze względu na ich amfifilowy charakter doskonale nadają się do mieszania zarówno ze związkami hydrofobowymi, jak i hydrofilnymi, co ma istotne znaczenie w technologii żywności. Tworzą układy dyspersyjne z białkami rozpuszczalnymi w wodzie, tłuszczami, mieszaninami białkowo-tłuszczowymi, witaminami i innymi substancjami organicznymi, takimi jak polifenole i terpeny. Właściwości te można wykorzystać do wytwarzania nutraceutyków, preparatów biomedycznych i kosmetycznych.

Źródła fosfolipidów ze szczególnym uwzględnieniem żółtka jaja

Fosfolipidy obecne w ludzkim organizmie są zarówno produkowane przez określone tkanki, jak i przyswajane wraz z pożywieniem. Największe ilości PL znajdują się m.in. w żółtku jaj, mniej w wątrobie zwierząt gospodarskich (drób, bydło, trzoda chlewna), nasionach roślin oleistych (soja, rzepak, słonecznik), rybach morskich i słodkowodnych, owocach morza (krewetki, kryl, algi) i różnych orzechach. Bardzo mało PL zawierają produkty mleczne (nabiał) oraz warzywa i owoce^{5, 8, 10}. Zawartość PL (i ich frakcji) w wybranych produktach żywnościowych (lub surowcach) zestawiono w tabeli. Jak widać „bezkonkurencyjne” jest żółtko jaja (kurzego), które zawiera najwięcej PL (10,3 g/100 g żółtka) oraz duże stężenia PC i PE, a także SM i LPC w porównaniu z innymi źródłami, w tym z soją i rzepakiem (nasiona). Zwraca uwagę bardzo mała zawartość PL w mleku krowim (zaledwie 34 mg/100 g mleka) oraz w produktach roślinnych. W składzie tych ostatnich nie ma PS, SM i LPC (z wyjątkiem pszenicy), natomiast w orzeszkach ziemnych i soi występuje PA²⁰.

O wyjątkowości żółtka jaj świadczą wyniki ostatnich badań autorów chińskich²¹. Stwierdzili oni w żółtku jaja niezwykle bogaty profil lipidowy. Za pomocą metod chromatografii cieczowej i tandemowej spektrometrii mas wyodrębnili łącznie 702 rodzaje (frakcje) lipidów, w tym głównie 136 triglicerydów, 112 fosfatydylocholiny, 104 fosfatydyloetanoloaminy, 50 lizofosfatydylocholiny i 41 diglicerydów. Nie ma w przyrodzie drugiego podobnego źródła PL jak żółtko jaja.



Prof. dr hab. inż. Zbigniew DOBRZAŃSKI (ORCID: 0009-0009-7593-1866) w roku 1970 ukończył studia w Wyższej Szkole Rolniczej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu). Stopień doktora uzyskał w 1975 r., doktora habilitowanego w 1984 r., a tytuł profesora nauk rolniczych otrzymał w 1991 r. Jest byłym kierownikiem Katedry Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt, a obecnie pełni funkcję dyrektora Otwartego Uniwersytetu Trzeciego Wieku UPWr. Specjalność – problematyka zootechniczna (technologie produkcji mięsa, jaj, mleka), ekologiczna (zagospodarowanie odpadów z produkcji zwierzęcej oraz z przetwórstwa ryb, wykorzystanie naturalnych surowców glinokrzemianowych i huminowych w żywieniu zwierząt) oraz ekotoksykologia (chemia pasz, żywności i środowiska, ze szczególną rolą metali toksycznych).

Obecne na rynku PL są produktami otrzymanymi ze szlamów poekstrakcyjnych z przetwórstwa nasion roślin oleistych, głównie soi, słonecznika i rzepaku. Istnieją zastrzeżenia co do fosfolipidów pochodzenia roślinnego, ze względu na możliwe modyfikacje genetyczne, zwłaszcza soi⁴). Fosfolipidy izolowane z surowca jajczarskiego (ovo-fosfolipidy, OPL) mają niewielki udział w ogólnej produkcji PL, chociaż w ostatnich latach zainteresowanie nimi wzrasta ze względu na możliwość ich wykorzystania nie tylko w produkcji suplementów diety i kosmetyków, ale przede wszystkim w produkcji żywności funkcjonalnej⁶⁻⁸). Ważny jest fakt, że OPL zawierają kwasy tłuszczowe z grupy omega-3, zwłaszcza kwas dokozaheksaenowy (DHA), a nawet eikozapentaenowy (EPA), które nie występują w PL roślinnych^{4, 5}), co generalnie warunkowane jest systemem żywienia niosek i składem mieszanki paszowej.

Wiele kontrowersji wywołuje jednak relatywnie duża zawartość cholesterolu w żółtku jaja. Cholesterol, głównie w postaci HDL, nie wpływa negatywnie na zdrowie człowieka. Ponad 95% cholesterolu obecnego w żółtku jaja jest uważane za wolny cholesterol, który odgrywa ważną rolę w utrzymaniu struktury lipoprotein. Częsteczki cholesterolu są upakowane między PL, które pomagają utrzymać równowagę hydrofilno-hydrofobową^{22, 23}).

Technologia otrzymywania ovo-fosfolipidów

Z wszystkich surowców i produktów żywnościowych najwięcej PL zawiera żółtko jaj kurzych. Dodatkowo OPL występują w otoczeniu innych życiodajnych substancji, w tym protein i witamin, dlatego z technologicznego punktu widzenia trudno jest otrzymać OPL w czystej postaci chemicznej, co byłoby związane z dużymi kosztami. Ponadto dodatkowy udział innych biosubstancji zawartych w żółtku podwyższa ich wartość biologiczną i żywieniową. Dlatego zdecydowano o produkcie finalnym jako preparacie ovo-fosfolipidowym (POF), o zawartości ponad 80% fosfolipidów.

Technologie otrzymywania OPL opisano w dwóch patentach^{24, 25}). Surowcem wyjściowym jest suszone żółtko otrzymane w technologii suszenia rozpyłowego w temperaturze wlotowej 170°C i wylotowej 60°C. Suszone żółtko poddano ekstrakcji alkoholem etylowym, który był odparowywany pod zmniejszonym ciśnieniem. Tak otrzymana masa o konsystencji pasty (rys. 2), czyli POF, wykazuje wysoką trwałość przechowalniczą (ponad 2 lata) w warunkach chłodniczych. Preparat ovo-fosfolipidowy jest surowcem wyjściowym do produkcji suplementów diety i żywności funkcjonalnej, a także innych zastosowań. Obecnie firma Technox (Wrocławski Park Technologiczny) wykorzystuje opatentowane technologie^{24, 25}) do produkcji suplementów diety, a w przyszłości do produkcji żywności funkcjonalnej.

Preparat ovo-fosfolipidowy poddano podstawowym analizom chemicznym w laboratoriach Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wg standardowych metod analitycznych²⁶). Jego

Table. Composition of the phospholipid fraction from various food products²⁰⁾

Tabela. Skład frakcji fosfolipidowej w różnych produktach żywnościowych²⁰⁾

Produkt	Lipidy, g/100 g	Razem PL, mg/100 g	Fosfolipidy, mg/100 g					
			PC	PE	PI	PS	SM	LPC
Pochodzenia zwierzęcego								
Żółtko jaja	31,8	10 306	6771	1917	64	-	486	419
Wątroba wieprzowa	9,7	2901	1690	618	209	38	131	61
Wołowina	4,1	660	407	207	-	-	46	-
Ryby morskie (dorsz)	2,2	580	331	128	23	29	29	6
Mleko krowie	3,7	34	12	10	2	1	9	-
Pochodzenia roślinnego								
Soja (dojrzała)	20,8	2038	917	536	287	-	-	102*
Rzepak (nasiona)	44,5	1535	747	127	282	-	-	-
Orzeszki ziemne	48,5	620	270	50	150	-	-	25*
Pszenica (ziarno)	2,5	667	49	19	-	-	-	476
Szpinak	0,3	157	37	36	11	-	-	-

PL – fosfolipidy, PC – fosfatydylocholina, PE – fosfatydyloetanolamina, PI – fosfatydyloinozytol, PS – fosfatydyloseryna, SM – sfingomielina, LPC – lizofosfatydylocholina, *PA – kwas fosfatydylowy

podstawowy skład jest następujący: s.m. 94%, zawartość lipidów 81,3% (w tym PC 76,7%, PE 20,1%, inne PL 3,2%), białko 8,9%, inne 3,8% (m.in. witaminy).

Potencjalne możliwości wykorzystania ovo-fosfolipidów

Szczególnie szerokie możliwości zastosowania fosfolipidów, zwłaszcza OPL, uwidaczniają się w żywności funkcjonalnej. Na rynkach światowych żywność funkcjonalna znana jest od ponad 30 lat, a jej kreatorem jest Japonia. W Europie wdrażanie żywności funkcjonalnej jest opóźnione, a zwłaszcza w Polsce jest to mało znana forma i w ogóle niedoceniana jako żywność prozdrowotna. Żywność funkcjonalna jest to żywność w postaci konwencjonalnej, której udowodniono korzystny wpływ na poprawę stanu zdrowia, poprawę samopoczucia i/lub zmniejszenie ryzyka chorób. Może obniżyć ryzyko choroby, wpływając na poprawę jakości życia^{27, 28)}. Żywność funkcjonalna może być tworzona na bazie produktów mleczarskich, przetworów zbożowych, owocowych i warzywnych.

Fosfolipidy są doskonałymi emulgatorami i środkami „smarnymi” w zastosowaniu w przemyśle spożywczym i kosmetycznym. Są również skutecznymi środkami zwiłżającymi do rozpuszczania lub zwiększania aktywności emulgującej białek w żywności, a także wykazują właściwości antyutleniające. Lizofosfolipidy (LPL) mogą zwiększać zdolność emulgacyjną i poprawiać stabilność emulsji, co jest ważne w produkcji majonezu i sosów. PL mogą też zwiększać zdolności pianotwórcze i kapsułkujące^{7, 29)}.

Podobnie liposomy przygotowane z PL są wykorzystywane jako nośniki leków, ponieważ mogą chronić biosubstancje przed trawieniem w żołądku, poprawiać biodostępność w jelitach, zmniejszać toksyczność leków i dostarczać leki do miejsc docelowych. Ponadto fosfatydylocholina (PC) i lizofosfatydylocholina (LPC) w mieszanych micelach

lipidowych tworzą dobry i skuteczny systemem dystrybucji substancji aktywnej w lekach³⁰⁾.

Generalnie PL, w tym OPL, są jednymi z najważniejszych substancji biologicznych, zwłaszcza dla funkcji mózgu i serca, wątroby i nerek. Przyczyniają się do obniżenia poziomu cholesterolu i triglicerydów. Na podstawie badań przedklinicznych stwierdzono, że fosfatydylocholina jaj i sfingomielina prawdopodobnie regulują wchłanianie cholesterolu i ograniczają stany zapalne. W badaniach klinicznych udowodniono, że spożycie PL z jaj wiąże się z korzystnymi zmianami w biomarkerach surowicy związanych z funkcją HDL³¹⁾. Dieta wzbogacona w fosfolipidy pochodzenia jajowego spowodowała znaczną poprawę funkcji śródbłonna naczyń krwionośnych i znaczny spadek skurczowego ciśnienia krwi w ciągu dnia u pacjentów z zespołami metabolicznymi³²⁾.

Fosfolipidy wpływają na ogólne funkcje umysłowe dzięki obecności w ich składzie cholicy, która jest także niezbędna do produkcji ważnego neuroprzekaźnika w postaci acetylocholicy. Jak wiadomo, substancja ta wpływa na funkcje mózgu, wzmacnia pamięć i koncentrację, pobu-



Fig. 2. Crude ovo-phospholipid

Rys. 2. Surowy ovo-fosfolipid

dza w naszym mózgu fazę snu REM. Suplementacja PL we wczesnym okresie życia wzmacnia procesy poznawcze przez całe życie³³). Ponadto suplementacja PL może być zalecana zarówno w profilaktyce, jak i w terapii, chociażby za względu na ich działanie ochronne oraz regeneracyjne. Szczególnie może to mieć znaczenie w przypadku, gdy doszło do uszkodzenia wątroby w wyniku zatruc toksynami, alkoholem lub jej uszkodzenia w wyniku przewlekłego zapalenia^{34, 35}). Ponadto PL mają zdolności regeneracyjne skóry i przywracają jej funkcje po urazach, a w szczególności PS stymuluje apoptozę komórek uszkodzonych przez promieniowanie UV³⁶).

Z kolei postępy w badaniach nad lizofosfolipidami doprowadziły do opracowania nowych metod leczenia chorób autoimmunologicznych, a wiele innych jest na wcześniejszych etapach rozwoju dla różnych chorób, takich jak zaburzenia włóknienia, choroby naczyniowe i nowotwory³⁷). Inni autorzy³⁸) zwracają uwagę na zmiany w zawartości PC i/lub PE w różnych tkankach, co związane jest z zaburzeniami metabolicznymi, takimi jak miażdżyca, insulinooporność i otyłość. W ten sposób fosfolipidy te (PC i PE) stają się biomarkerami tych cywilizacyjnych chorób, a z drugiej strony mogą wskazywać na ich zastosowanie terapeutyczne.

Fosfolipidy są atrakcyjnymi składnikami produktów kosmetycznych ze względu na swoje naturalne właściwości jako emulgatory. Dodatkowo PL nasycone są stosowane jako związki powierzchniowo czynne, podczas gdy PL nienasycone są odpowiednie do zwiększenia penetracji skóry^{39, 40}).

W ostatnich latach wykorzystuje się nanotechnologię do produkcji kosmetyków z wykorzystaniem PL. Są one stosowane jako emulgatory w nanoemulsjach oraz jako składnik nanoliposomów⁴¹).

Reasumując, PL są kluczowymi substancjami życia pełniącymi istotne funkcje fizjologiczne w organizmie. Ponadto odgrywają ważną rolę w przeciwdziałaniu chorobom cywilizacyjnym, stąd też wzrasta zainteresowanie tymi związkami zarówno w medycynie klinicznej, jak i w przemyśle żywnościowym. Rosnąca wiedza o lipidach, w tym PL, oraz szerokie możliwości ich zastosowań przyczyniły się do powstania nowej nauki lipidomiki, której celem jest analiza jakościowa i ilościowa lipidów komórkowych, ich struktury, funkcji, dynamiki reakcji wszelkich zaburzeń układów biologicznych. Dzięki temu można lepiej zrozumieć, jakie są relacje pomiędzy lipidami dostarczonymi do naszego organizmu a stanem naszego zdrowia⁴²).

Badania nad fosfolipidami w projekcie Ovocura

Nie ma w przyrodzie drugiego bardziej doskonałego surowca spożywczego niż jaja. Zniesione i zapłodnione jajo kurze po dostarczeniu energii w postaci ciepła (39°C przez 21 dni) przeistacza się w żywy organizm (pisklę), zdolny do wzrostu i dalszego rozwoju. Jedynie energia (w postaci ciepła) była potrzebna do wzbudzenia życia. Zatem wszyst-

kie niezbędne substancje potrzebne do stworzenia życia są zawarte w jajach⁴³). Ten aspekt leży u podstaw przygotowania projektu pod akronimem Ovocura, realizowanego z funduszy europejskich w latach 2009–2013 pt. „Innowacyjne technologie produkcji biopreparatów na bazie nowej generacji jaj”, projekt POIG 01.03.01-00-133/08.

Surowcem do badań eksperymentalnych i pilotażowych były tzw. jaja wzbogacane, otrzymywane w wyniku żywienia niosek odpowiednim zestawem składników naturalnych, pozwalającym na wbudowanie w strukturę fosfolipidów żółtka wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Tego typu technologia jest relatywnie kosztowna, ale wiadomo, że można w sposób pośredni korzystnie zmienić skład lipidów żółtka. Po wprowadzeniu do paszy m.in. suszonych alg morskich i oleju lnianego nastąpił w żółtku jaj wzrost PUFA, w tym kwasów z rodziny *n*-3 (ALA, EPA, DHA) i *n*-6 (LA, ARA)^{12, 44}). Tak wzbogacone jaja były wybijane mechanicznie, żółtka oddzielone od białka i poddane standardowej procedurze badań laboratoryjnych²⁶).

W projekcie było zatrudnionych 231 osób, opublikowano ponad 120 prac naukowych, wykonano 40 doktoratów, zgłoszono 26 patentów, w tym 6 z obszaru OPL. Wyniki projektu przedstawiono na ponad 50 konferencjach, w tym wielu międzynarodowych.

Wykazano następujące działania prozdrowotne OPL: efekt regulacji/obniżania ciśnienia tętniczego⁴⁵), efekt antystresowy⁴⁶) i właściwości przeciwlękowe⁴⁷), działanie przeciwpalne⁴⁸) i antyoksydacyjne⁴⁹) oraz detoksykacyjne (ołów)⁵⁰).

Patenty^{24, 25, 45–50}), obejmujące możliwości zastosowania OPL, stanowią szeroką platformę rozwoju produktów innowacyjnych do wykorzystania do celów biomedycznych, w kosmetyce i w żywności funkcjonalnej.

Otrzymano: 01-09-2024

Zrecenzowano: 05-09-2024

Zaakceptowano: 03-10-2024

Opublikowano 21-10-2024

LITERATURA

- [1] G. Pepeu, M.G. Vannucchi, P.L. Di Patre, [w:] *Phospholipids* (red. I. Hanin, G. Pepeu), Springer, Boston 1990.
- [2] N.V. Bhagavan, *Medical biochemistry*, Academic Press, San Diego 2002.
- [3] T. Sakuragi, S. Nagata, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2023, **24**, 576.
- [4] M. Deleu, G. Vaca-Medina, J.F. Fabre i in., *Colloids Surf. B.* 2010, **80**, 125.
- [5] N. Sun, J. Chen, D. Wang, S. Lin, *Trends Food Sci. Technol.* 2018, **80**, 199.
- [6] E.D.N.S. Abeyrathne, X. Nam, K.C. Huang i in., *Food Sci. Biotechnol.* 2022, **31**, 1243.
- [7] J. Li, J. Zhai, L. Gu i in., *Trends Food. Sci. Technol.* 2021, **115**, 12.
- [8] K. Parcho, A. Bartoszek-Pączkowska, *Post. Hig. Med. Dośw.* 2016, **70**, 1343.
- [9] L.G. Nicolson, M.E. Ash, *BBA Biomembr.* 2014, **1838**, 1657.
- [10] N. Xiao, Y. Zhao, Y. Yao i in., *J. Agric. Food Chem.* 2020 **68**, 1948.
- [11] A. Chojnacka, N. Niezgoda, *Wiad. Chem.* 2023, **77**, 449.
- [12] E. Siepka, Ł. Bobak, W. Gładkowski, *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 2015, **99**, nr 2, 15.
- [13] N.E. Braverman, A.B. Moser, *BBA Mol. Basis Dis.* 2012, **1822**, 1442.
- [14] M.C.F. Messias, G.C. Mecatti, D.G. Priolli i in., *Lipids Health Dis.* 2018, **17**, 41.
- [15] D.A. Smuga, M. Smuga, A. Świzdor i in., *Steroids* 2010, **75**, 1146.
- [16] N. Niezgoda, P. Mituła, K. Kempieńska i in., *Aust. J. Chem.* 2013, **66**, 354.
- [17] A. Chojnacka, W. Gładkowski, A. Gliszczyńska i in., *Catal. Commun.* 2016, **75**, 60.
- [18] A. Gliszczyńska, N. Niezgoda, W. Gładkowski i in., *PLoS ONE* 2016, **11**, 172350.
- [19] M. Kłobucki, A. Grudniewska, D.A. Smuga i in., *Steroids* 2017, **118**, 109.
- [20] J.L. Weihrauch, Y.S. Son, *JAOCs* 1983, **60**, 1971.
- [21] X. He, J. Wang, Y. Wang i in., *J. Food Comp. Anal.* 2023, **115**, 104880.
- [22] H. Kuang, F. Yang, Y. Zhang i in., *Cholesterol* 2018, 6303810.
- [23] H.D. Griffin, *World Poult. Sci. J.* 1992, **48**, 101.

- [24] Pat. pol. 217018 B1 (2014).
 [25] Pat. pol. 218452 B1 (2014).
 [26] Z. Dobrzański, Ł. Bobak, H. Beń, T. Trziszka, *World's Poult. Sci. J.* 2013, **69**, 1.
 [27] P. Waszkiewicz-Robak, *Przem. Spoż.* 2003, **57**, nr 3, 12.
 [28] S. Kaur, M. Das, *Food Sci. Biotechnol.* 2011, **20**, 861.
 [29] L. Cui, E.A. Decker, *J. Sci. Food Agric.* 2016, **96**, 18.
 [30] C. Chai, J. Park, *Food Chem.* 2024, **432**, 137228.
 [31] C.N. Blesso, *Nutrients* 2015, **13**, nr 4, 2731.
 [32] K. Skórkowska-Telichowska, J. Kosińska, M. Chwojnacka i in., *Adv. Med. Sci.* 2016, **174**, 61169.
 [33] M. Schverer, S.M. O'Mahony, K.J. O'Riordan i in., *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2020, **111**, 183.
 [34] K.J. Gundermann, S. Gundermann, M. Drozdzik i in., *Clin. Exp. Gastroenterol.* 2016, **9**, 105.
 [35] A.I. Dajani, B. Popovic, *World J. Clin. Cases* 2020, **8**, nr 21, 5235.
 [36] A. Gęgotek, W. Łuczaj, E. Skrzydlewska, *Antioxidants (Basel)* 2021, **10**, nr 4, 578.
 [37] K. Kano, J. Aoki, T. Hla, *Annu. Rev. Pathol.* 2022, **17**, 459.
 [38] van der J.N. Veen, J.P. Kennelly, S. Wan i in., *Biochim. Biophys. Acta Biomembr.* 2017, **1859**, 1558.
 [39] A. Ahmad, H. Ahsan, *Biomed. Dermatol.* 2020, **4**, 12.
 [40] P. Hoogevest, A. Fahr, [w:] *Nanocosmetics* (red. J. Cornier, C. Keck, M. Voord), Springer, Cham (Switzerland) 2019.
 [41] Guidance for Industry, *Safety of nanomaterials in cosmetic products*, Food & Drug Administration (FDA), Silver Spring (USA) 2014.
 [42] M. Wenk, *Nat. Rev. Drug Discov.* 2005, **4**, 594.
 [43] T. Trziszka (red.), *Jajczarstwo*, Wyd. AR, Wrocław 2000.
 [44] W. Gładkowski, G. Kielbowicz, A. Chojnacka i in., *Food Chem.* 2011, **126**, 1013.
 [45] Pat. pol. 217022 B1 (2014).
 [46] Pat. pol. 227503 B1 (2014).
 [47] Pat. pol. 217021 B1 (2014).
 [48] Pat. pol. 227388 B1 (2014).
 [49] Pat. pol. 235603 B1 (2014).
 [50] Pat. pol. 224134 B1 (2014).



Technox sp. z o.o. we Wrocławskim Parku Technologicznym jest obecnie jedynym w Polsce producentem ovo-fosfolipidów w oparciu o własny patent i licencję zakupioną w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Na tej podstawie firma utworzyła linię produktową **OVOBIOVITA®**, której koronnymi produktami są **Initium**, **CorCordium** i **AdVitam**. Produkty te utworzone są na bazie ovo-fosfolipidów połączonych z ekstraktami z ziół oraz witaminami i minerałami. Mają istotne znaczenie w profilaktyce i wspomaganiu terapii chorób cywilizacyjnych. Wszystkie te składniki są znane w literaturze naukowej, dlatego ich obecność w recepturze nie wymaga uzasadnienia.

Jednak należy podkreślić, że nie są to leki, ale preparaty o charakterze profilaktycznym i wspomagające terapię wobec chorób cywilizacyjnych. W oparciu o przeprowadzone badania, istniejącą wiedzę naukową i prowadzone obserwacje można wylistować następujące działania tych preparatów:

Ovobiovita Initium

- przyczynia się do szybszej regeneracji i odbudowy organizmu,
- wspomaga organizm w okresie rewitalizacji po przebytych chorobach i terapiach (również po chemioterapii),
- wzmacnia organizm w trakcie długotrwałego wysiłku umysłowego i/lub fizycznego,
- wspomaga pracę układu sercowo-naczyniowego,
- reguluje ciśnienie tętnicze,
- wspomaga organizm w walce ze skutkami stresu,
- poprawia koncentrację i pamięć,
- reguluje pracę wątroby i nerek,
- podnosi odporność psychofizyczną,

Ovobiovita AdVitam

- przyczynia się do stymulowania układu immunologicznego,
- wspomaga prawidłowe funkcjonowanie układu oddechowego oraz układu krążenia,
- podnosi ogólną odporność organizmu,
- stymuluje organizm do walki z bakteriami, wirusami oraz grzybami,
- tworzy naturalną barierę organizmu przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi,
- chroni organizm przed działaniem wolnych rodników,
- chroni komórki przed stresem oksydacyjnym,
- zawarte składniki wykazują charakter chemoprewencyjny,

Ovobiovita CorCordium

- wspomaga prawidłową funkcję serca i mikrokrążenie,
- przyczynia się do wzmocnienia i uszczelnienia naczyń krwionośnych,
- wspomaga ochronę organizmu przed udarem oraz zawałem,
- wspomaga ochronę organizmu przed zatorami,
- rozszerza naczynia wieńcowe i mózgowie,
- stymuluje prawidłowy przepływ oraz natlenienie krwi,
- przyczynia się do zwiększenia siły skurczowej mięśnia sercowego,
- wspomaga stabilizację ciśnienia krwi