

# Wątroba – w jaki sposób możemy wspierać i chronić jej pracę?

## The liver – how can we support and protect her work?

mgr farm. Mateusz Jabłoński

■ **Słowa kluczowe:** wątroba, choroby wątroby, NAFLD, polekowe uszkodzenie wątroby, działanie hepatoprotekcyjne, enzymy wątrobowe, kurkuma, ostropest, cykorja, karczoch, sylimaryna, cynaryna, kurkumina, UDCA, TCA, LOLA, fosfolipidy.

■ **Keywords:** liver, liver disease, NAFLD, drug liver injury, hepatoprotective effect, liver enzymes, Curcuma longa, Silybum marianum, Cichorium intybus, Cynara scolymus, sylimarin, cynarin, curcumin, UDCA, TCA, LOLA, phospholipids.

■ **Abstract:** The liver is the largest secretory organ in the body. Responsible for a number of metabolic transformations and detoxification of potentially harmful compounds. It should therefore be supported by the use of certain substances, both natural and synthetic. Natural preparations include, for example, Curcuma longa, Silybum marianum, Cichorium intybus, Cynara scolymus. For synthetic m.in.: UDCA, TCA, phospholipids and LOLA. The article presents the mechanisms of action of the various unions and the potential benefits of taking them.

### ■ Wprowadzenie

Wątroba stanowi największy gruczoł wydzielania wewnętrznego. W zależności od osobnika stanowi ona ok. 2% całkowitej masy ciała człowieka [1,2]. Z racji złożonej budowy i rozmaitych funkcji, dbanie o prawidłowy stan tego narządu wydaje się być czymś oczywistym. Zwłaszcza że z powodu wykonywanych czynności jest ona stale narażona na oddziaływanie związków toksycznych i szkodliwych [3]. Niestety, bardzo często zapominamy o niej aż do momentu, w którym objawy sygnalizują poważne uszkodzenie. W tym artykule zostaną przedstawione najważniejsze, obecnie znane substancje (zarówno naturalne, jak i syntetyczne), które odgrywają ważną rolę w profilaktyce i terapii schorzeń wątroby.

Wątroba to przede wszystkim organ odpowiedzialny za metabolizm licznych, ważnych dla homeostazy organizmu związków. Uczestniczy ona zatem w przemianach białek, tłuszczów i węglowodanów [1,2,4]. Poza czynnościami metabolicznymi wątroba bierze udział w procesach trawienia – w związku z produkowaniem i wydzielaniem żółci [1,3]. Żółć jest niezbędna do właściwego trawienia i wchłaniania lipidów w obrębie przewodu pokarmowego. Wątroba odpowiada także za syntezę większości białek krążących we krwi [4].

Z powodów anatomicznych i fizjologicznych wątroba jako pierwsza ma kontakt z licznymi związkami wchłanianymi na poziomie jelit, co sprawia, że jest niezastąpionym organem detoksykacyjnym organizmu, unieszkodliwia-

jącym liczne substancje, które dostają się do organizmu [1,2,4]. Ta właściwość sprawia, że wątroba jest stale narażona na niepożądane działanie wielu potencjalnie toksycznych związków. Do takich zalicza się m.in. alkohol czy powszechnie stosowane substancje lecznicze. Właśnie dlatego dbanie o prawidłowy stan narządu i wspieranie go w sytuacjach nadmiernego obciążenia jest tak ważne.

### ■ Schorzenia najczęściej dotykające wątrobę

Choroby wątroby to obecnie duży i stale rosnący problem [5]. Alkohol, leki, substancje hepatotoksyczne, wirusy, nadwaga i otyłość, brak ruchu i aktywności fizycznej – to główne czynniki ryzyka wystąpienia poważnych uszkodzeń wątroby [3,5]. W wyniku ich oddziaływania mogą się pojawić takie schorzenia jak:

- alkoholowa choroba stłuszczeniowa wątroby,
- niealkoholowa stłuszczeniowa choroba wątroby (NAFLD),
- wirusowe zapalenia wątroby,
- polekowe uszkodzenia wątroby,
- marskość wątroby,
- rak wątroby,
- kamica pęcherzyka i dróg żółciowych [5].

W wyniku uszkodzeń w obrębie wątroby dochodzi do zmian w sposobie jej funkcjonowania, które najczęściej uwidaczniają się w poziomach surowiczych transaminaz: alaninowej (ALT) i asparaginiowej (AST) [5]. Zmiany w stężeniach krążących w krwiobiegu enzymów wątrobowych to zwykle pierwszy i bardzo ważny objaw niepokojących przemian w obrębie wątroby.

### Niealkoholowa stłuszczeniowa choroba wątroby (NAFLD)

NAFLD to choroba hepatocytów, objawiająca się nagromadzeniem w ich wnętrzu znacznej ilości lipidów. Aby postawić rozpoznanie NAFLD, lipidy te powinny stanowić co najmniej 5% masy całej wątroby (w warunkach normalnych jest to poniżej 5%) [6,7,8].

Schorzenie najczęściej uwidacznia się podczas badania USG, w którym stwierdza się stłuszczenie wątroby [5]. Do rozwoju choroby najbardziej przyczynia się insulinooporność, która sprzyja m.in. nadmiernej syntezie triglicerydów oraz cholesterolu, nadmiernej glikogenolizie i kumulacji triglicerydów w hepatocytach [7]. Do tego typu sytuacji predysponują m.in.:

- podeszły wiek,
- cukrzyca typu 2,
- otyłość,
- płeć męska [7,8].

Poza wspomnianym nadmiarem triglicerydów i cholesterolu czynnikiem istotnie wpływającym na przebieg choroby jest stres oksydacyjny i związana z nim peroksydacja lipidów [5]. **NAFLD to pierwszy krok do marskości wątroby i raka tego narządu.**

### Polekowe uszkodzenia wątroby; interakcje

Polekowe uszkodzenia wątroby są coraz bardziej powszechne, głównie z powodu polipragmatyzacji i przedawkowywania leków. Szczególnie widoczne są one u osób po 50. r.ż. [5].

Wśród bardzo licznych substancji mogących ujawnić **działanie hepatotoksyczne** są stosowane przewlekłe i często przedawkowywane:

- antybiotyki (m.in. amoksycylina + kwas klawulonowy, makrolidy);
- leki przeciwdepresyjne i neuroleptyki (zwłaszcza neuroleptyki atypowe, w szczególności rysperydon, kwetiapina i olanzapina, ale także leki starszych generacji, m.in. amitryptylina, chlorpromazyna);
- NLPZ-y (także paracetamol, zwłaszcza w skojarzeniu z niedożywieniem i alkoholem);
- leki przeciwzapalne stosowane w chorobach zapalnych jelit (sulfasalazyna);
- leki przeciwgruźlicze [5,6,9,10,11];
- statyny (zwłaszcza atorwastatyna);
- leki stosowane w reumatologii: wymienione

# Floradix na Wątrobę

## Płynna ziołowa formuła



suplement diety

- Płynna, łatwo przyswajalna formuła
- Wspomaga pracę wątroby
- Wspiera proces trawienia
- Reguluje pracę jelit

**Nie zawiera konserwantów.**  
**Produkt bezglutenowy.**  
**Odpowiedni dla wegetarian i wegan.**



Naturalne toniki Floradix® 100 lat zaufania w Niemczech. Teraz także w Polsce.

powyżej NLPZy (w tym do niedawna stosowane w dużych dawkach salicylany), metotrexat, sulfonamidy, tetracykliny (doksycyklina);

- barbiturany;
- doustne środki antykoncepcyjne;
- liczne leki przeciwnowotworowe (np. dokso-rubicyna, cyklofosfamid);
- leki hipoglikemizujące;
- leki moczopędne.

Polekowe uszkodzenia wątroby przebiegają zwykle bezobjawowo. Może jednak wystąpić w trakcie ich trwania **żółtaczką i gorączką**, a także – co szczególnie charakterystyczne – **świąd skóry** [5]. Należy pamiętać, że:

- objawy hepatopatii polekowych może indukować aż 900 różnych leków;
- 20-40% przypadków niewydolności wątroby jest indukowanych przez leki;
- 75% idiosynkratycznych reakcji wątrobowych jest pochodzenia polekowego;
- 2-5% pacjentów hospitalizowanych z powodu żółtaczki ma cechy polekowego uszkodzenia wątroby [12,13].

### ■ Leczenie schorzeń mięszu wątroby Substancje pochodzenia roślinnego wykazujące działanie hepatoprotekcyjne

Obecnemu rozwojowi nauk farmaceutycznych i medycznych zawdzięczamy mnogość substancji i związków pozytywnie wpływających na wątrobę. Warto jednak wybrać te, których skuteczność i bezpieczeństwo zostały potwierdzone w badaniach naukowych. Co więcej, nie wszystkie popularne preparaty wspomagające pracę i ochronę wątroby zawierają gwarantujące ten efekt składniki. A zatem – co powinien zawierać preparat, aby mógł on faktycznie wspierać funkcjonowanie tego niezwykle ważnego narządu?

#### **Cykoria podróżnik (*Cichorium intybus*)**

Surowcem wykorzystywanym w przemyśle farmaceutycznym jest korzeń cykorii [14,15]. Su-

rowiec zawiera liczne związki farmakologicznie czynne, w tym głównie: kwasy fenolowe (cykoriowy, chlorogenowy), hydroksykumaryny (cykorynę), laktony seskwiterpenowe, polisacharydy i inulinę [14,15]. Polisacharydy działają wielokierunkowo, w tym przeciwutleniająco i przeciwzapalnie [14]. Cykoria może indukować utlenianie i transport kwasów tłuszczowych, a także zmniejszać biosyntezę lipidów. Ma to związek z pobudzającym wpływem na aktywność AMPK [12,16]. Aktywacja kinazy białkowej aktywowanej przez AMP (AMPK) wiąże się właśnie z hamowaniem syntezy kwasów tłuszczowych i cholesterolu, co może być przydatne w kontekście spowolnienia lub zapobieżenia rozwojowi NAFLD [14]. Cykoria chroni więc komórki wątroby przed uszkodzeniami i zmniejsza niekorzystne efekty tzw. stresu oksydacyjnego (fenole zawarte w surowcu mają właściwości antyoksydacyjne) [16]. Dodatkowo działa żółciopędnie i żółciotwórczo [15]. Znajduje tym samym zastosowanie w leczeniu i zapobieganiu NAFLD, w leczeniu zastoju w obrębie dróg żółciowych, a także w niestrawności [15,17].

#### **Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*)**

Ziele dziurawca zawiera przede wszystkim nadtodiantrony (hiperycynę) i floroglucyny (hiperforynę) [15]. Związki te działają rozkurczowo na mięśnie gładkie, a poza tym antyseptycznie i żółciopędnie. Dziurawiec rekomendowany jest w terapii wirusowego zapalenia wątroby i w schorzeniach dróg żółciowych [15].

#### **Karczoch zwyczajny (*Cynara scolymus*)**

W tym przypadku surowcem są liście karczocha [15]. Najważniejszym związkiem aktywnym jest cynaryna, czyli kwas 1,5-dikawoilochinowy [18]. Poza nią występują także kwasy fenolowe.

Karczoch znany był już starożytnym Grekom i Rzymianom, jako element ówczesnej diety i medycyny [3]. Zawarta w nim cynaryna to ważny składnik przeciwutleniająco

śliny. Odznacza się ona właściwościami hepatoprotekcyjnymi – przeciwdziała stłuszczeniu wątroby (zmniejszając syntezę cholesterolu) i zwiększa wydzielanie żółci [18]. Cynaryna zapobiega również zmianom miażdżycowym i chroni miąższ wątroby przed uszkodzeniami [13]. Stosowanie karczocha pozytywnie wpływa na poziomy surowicze enzymów wątrobowych, sprzyjając spadkowi ich stężeń we krwi, co potwierdza ochronne działanie związków karczocha na miąższ wątroby (działanie odtruwające) [19]. Karczoch zapobiega i leczy choroby wątroby związane ze stresem oksydacyjnym dzięki swoim właściwościom przeciwutleniającym [20]. Przyczynia się także do intensyfikacji procesów regeneracyjnych w obrębie hepatocytów [15].

### **Mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*)**

Wykorzystuje się przede wszystkim korzeń mniszka [21]. Surowiec zawiera głównie: cholinę, asparaginę, laktony seskwiterpenowe i triterpeny. Mniszek wykazuje działanie przeciwutleniające, a także wpływa na metabolizm ksenobiotyków. Przyczynia się do spadku poziomu cholesterolu. W związku z tym może być stosowany pomocniczo w terapii schorzeń wątroby przebiegających z zaburzeniem ilości lipidów, cholesterolu i po uszkodzeniach związkami toksycznymi.

### **Ostropest plamisty (*Silybum marianum*)**

Roślina ta znana jest już od starożytności [15]. Należy do rodziny astrowatych [22]. Surowcem farmaceutycznym jest owoc ostropestu. Zawiera on liczne związki, m.in. sylimarynę, będącą wspólną nazwą dla kompleksu flawonolignanów, wśród których najsilniejsze działanie wykazuje sylibina [23]. Sylimaryna:

- jest silnym antyoksydantem i wymiata wolne rodniki, przyczyniające się do rozwoju uszkodzeń wątroby;
- zmniejsza stężenie cholesterolu;
- zwiększa integralność i stabilność błon ko-

mórkowych hepatocytów poprzez stymulację polimerazy RNA i wzrostu syntezy białek błonowych – działanie ochronne i regeneracyjne;

- działa przeciwzapalnie na drodze zmniejszania ilości prozapalnych: TNF- $\alpha$ , INF-gamma, IL-2;
- chroni przed wnikaniem do wnętrza hepatocytów toksyn [15,22,23].

Ostropest plamisty chroni zatem komórki wątroby przed toksycznymi związkami (w tym niektórymi lekami) i zmniejsza stopień stłuszczenia wątroby [15]. Znajduje zastosowanie m.in. w leczeniu wirusowych zapaleń wątroby, alkoholowej i niealkoholowej stłuszczeniowej choroby wątroby, schorzeń wynikających z nadmiernego przyjmowania leków lub nadmiernego oddziaływania toksyn [22].

### **Ostryż długi (*Curcuma longa*)**

W praktyce wykorzystuje się głównie kłącze kurkumy [5]. Zawiera ono m.in. kurkuminoidy (kurkuminę), kwasy fenolowe i seskwiterpeny znajdujące się w olejku [5,15]. Roślina znana jest na całym świecie jako ceniona przyprawa. Główny związek aktywny, czyli kurkumina, działa silnie żółciopędnie i żółciotwórczo [15]. Pobudza również wydzielanie soków trawiennych, przez co ułatwia trawienie i wchłanianie cennych metabolitów. Dodatkowo usprawnia przepływ żółci przez drogi żółciowe.

Dzięki swoim właściwościom przeciwutleniającym chroni komórki wątroby przed toksynami i zatruciem (m.in. paracetamolem) [5]. Przeciwdziała powstawaniu uszkodzeń wątroby na drodze utleniania przez wolne rodniki m.in. lipidów. Kurkumina hamuje także rozwój stanu zapalnego poprzez hamowanie syntezy prostaglandyn [5,15]. Znajduje zastosowanie w terapii niewydolności wątroby, w przypadku stanów zapalnych tego narządu i w kontekście zatruc (w tym lekami) [15].

### **Substancje nie pochodzące z roślin o działaniu hepatoprotekcyjnym**

Poza wymienionymi powyżej przykładami fitoterapii dzisiejsza farmacja dysponuje także boga-



tym zasobem związków syntetycznych wspierających prawidłowe funkcjonowanie wątroby. Do najważniejszych zaliczyć można poniżej wymienione substancje.

### **Fosfolipidy**

Fosfolipidy (m.in. fosfatydylocholina) to główne składniki błon komórkowych – również hepatocytów. Ich obecność w strukturach błon plazmatycznych przyczynia się do zapewnienia im stabilności i integralności, co skutecznie chroni wnętrze komórek przed czynnikami szkodliwymi [8,24]. Na dodatek należy wspomnieć, że fosfolipidy stanowią składową niezbędną do syntezy VLDL – związku regulującego poziom lipidów w organizmie [24]. Stosowanie i przyjmowanie fosfolipidów może zatem wywierać korzystny efekt hepatoprotekcyjny na komórki wątroby, a dodatkowo wspierać homeostazę lipidową. Wszak udowodnione jest, że zaburzona gospodarka fosfolipidowa to istotny czynnik ryzyka rozwoju NAFLD [25]. Niektóre preparaty w swoim składzie posiadają cholinę, będącą prekursorem fosfolipidów w organizmie. Produkty oparte na fosfolipidach dostępne są w aptekach bez recepty. Reasumując – fosfolipidy znajdują zastosowanie w uszkodzeniach toksycznych i polekowych wątroby, ponadto wspomagają procesy regeneracyjne i terapię zaburzeń lipidowych [5,22].

### **Kwas tiazolidynokarboksyłowy (TCA)**

Związek ten (dostępny obecnie na receptę) metabolizowany jest w wątrobie do N-formylocysteiny. Ten metabolit z kolei jest niezbędny do prawidłowego przebiegu procesów detoksykacyjnych w wątrobie (m.in. etanolu) [5,22]. W związku z tym TCA znajduje zastosowanie w ostrych i przewlekłych chorobach wątroby, a także w toksycznych uszkodzeniach tego narządu w kontekście oddziaływania chociażby innych leków. Wpływa on pozytywnie na poziom enzymów wątrobowych [5].

### **Kwas ursodeoksycholowy (UDCA)**

UDCA to nic innego jak nietoksyczny kwas żółciowy [26]. Ma silne właściwości żółciopędne oraz działa cytoprotekcyjnie na hepatocyty (zapobiega ich apoptozie) [5]. UDCA reguluje szlaki metaboliczne i zmniejsza poziom ekspresji miR-122, który jest potencjalnym biomarkerem chorób wątroby. Dzięki temu wywiera ochronny wpływ na czynność i pracę wątroby [26]. Terapia kwasem ursodeoksycholowym (dostępnym jedynie na receptę) efektywnie zmniejsza ilość enzymów wątrobowych [26].

### **L-asparaginian L-ornityny (LOLA)**

Związek ten jest połączeniem dwóch endogennych aminokwasów [22]. Wywiera hepatoprotekcyjny wpływ na komórki wątroby, a to za sprawą zwiększonego usuwania amoniaku, zwiększonej syntezy tlenu azotu i zmniejszenia stężenia enzymów wątrobowych [22]. LOLA pozytywnie wpływa na zdolności detoksykacyjne wątroby i zaliczana jest do związków o wysokim profilu bezpieczeństwa [5]. Substancja ta dostępna jest powszechnie bez recepty i może efektywnie wspierać funkcjonowanie wątroby, zwłaszcza w kontekście polekowych, toksycznych czy poalkoholowych zaburzeń jej pracy.

### **Podsumowanie**

Podsumowując zebrane wcześniej informacje, nie sposób nie zauważyć, jak ważna dla prawidłowego funkcjonowania całego organizmu jest wątroba. Od jej stanu zależy właściwy przebieg niezliczonej ilości procesów metabolicznych i detoksykacyjnych. Dlatego też dbanie o nią powinno być czymś normalnym i oczywistym. Praktyka pokazuje, że zarówno związki pochodzenia naturalnego (fitoterapia), jak i substancje syntetyczne mogą skutecznie i efektywnie wspierać pracę wątroby, przyczyniając się jednocześnie do jej regeneracji i ochrony przed związkami szkodliwymi. Niestety – uszkodzenia wątroby dają o sobie znać nierzadko w bardzo późnych stadiach choroby. W związku z tym racjonalna

i skrupulatna profilaktyka (wraz z prawidłową dietą i odpowiednią aktywnością fizyczną) to często jedyny sposób na uchronienie się przed poważniejszymi schorzeniami tego narządu. © P

mgr farm. Mateusz Jabłoński  
mateusz.jablonski@interia.pl  
Nadesłano: 24-05-2021

#### Piśmiennictwo:

- Romański K. Wątroba, wydzielanie żółci a ksenobiotyki. Życie Weterynaryjne. 2009;84(12).
- Bogdanos DP, Gao B, Gershwin ME. Liver immunology. Compr Physiol. 2013 April;3(2):567-598.
- Salem MB, Affes H, Ksouda K, Dhouibi R, Sahnoun Z, Hammami S, et al. Pharmacological studies of artichoke leaf extract and their health benefits. Plant Foods Hum Nutr. 2015.
- Trefts E, Gannon M, Wasserman DH. The liver. Curr Biol. 2017 November 06;27(21):R1147-R1151.
- Hartleb M, Simon K, Lipiński M, Drabnik J, Woroń J, Rydzewska G, et al. Rekomendacje postępowania u chorych z zaburzeniami czynności wątroby i kamicą dróg żółciowych dla lekarzy POZ. Lekarz POZ. 2017;4.
- Gulbicka P, Kanikowska A, Marciniak M, Grzymisławski M. Współczesne terapie niealkoholowej stłuszczeniowej choroby wątroby. Forum Zaburzeń Metabolicznych. 2018(9);4:168-174.
- Orlik B, Handzlik G, Olszanecka-Glinianowicz M. Rola adipokin i insulinooporności w patogenezie niealkoholowej stłuszczeniowej choroby wątroby. Postępy Hig Med. Dosw (online). 2010;64: 212-219.
- Kargulewicz A, Stankowiak-Kulpa H, Grzymisławski M. Niealkoholowa stłuszczeniowa choroba wątroby – etiopatogeneza, epidemiologia, leczenie. Nowiny Lekarskie. 2010(79);5:410-418.
- Bjornsson ES. Hepatotoxicity by drugs: the most common implicated agent., Int J. Mol. Sci. 2016;17:224.
- Woroń J. Polekowe uszkodzenia wątroby w praktyce lekarz POZ i specjalisty – jak postępować w praktyce. Kimze Sp. z o.o.
- Wajtryt O, Zielonka TM. Ostra niewydolność wątroby po podaniu amiodaronu. Folia Cardiologica. 2019(4);3:242-246.
- Wells BG, DiPiro JT, Schwinghammer TL. DiPiro CV. Pharmacotherapy Handbook. McGraw Hill, New York 2017.
- Kostka-Trąbka E, Woroń J. Interakcje leków w praktyce klinicznej. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011.
- Wu Y, Zhou F, Jiang H, Wang Z, Hua Ch, Zhang Y. Chicory (Cichorium intybus L.) polysaccharides attenuates high fat diet induced non-alcoholic fatty liver disease via AMPK activation. International Journal of Biological Macromolecules. 2018.
- Różański H. Fitoterapia chorób wątroby i pęcherzyka żółciowego. Akademia Medyczna im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu.
- Keshk WA, Soliman NA, Ali DA, Elseady WS. Mechanistic evaluation of AMPK/SIRT1/FXR signaling axis, inflammation, and redox status in thioacetamide-induced liver cirrhosis: the role of Cichorium intybus linn (chicory)-supplemented diet. Journal of Food Biochemistry. 2019;43:e12938.
- Ghaffari A, Rafrat M, Navekar R, Sephari B, Asghari-Jafarabadi M, Ghavami S-M. Turmeric and chicory seed have beneficial effects on obesity markers and lipid profile in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). International Journal for Vitamin and Nutrition Research. 2019(Vol.89); 5-6.
- Teterycz D, Michalak-Majewska M. Karczoch zwyczajny (*Cynara scolymus*) – innowacyjny surowiec o bogatych właściwościach leczniczych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. 2018;593:87-100.
- Sumer E, Senturk GE, Demirel OU, Yesilada E. Comparative biochemical and histopathological evaluations proved that receptacle is the most effective part of *Cynara scolymus* against liver and kidney damage. Journal of Ethnopharmacology. 2019.
- Salekzamani S, Ebrahimi-Memeghani M, Rezaeadeh K. The antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus*): A systematic review and meta-analysis of animal studies. Phytotherapy Research. 2019;33: 55-71.
- Sabina Lachowicz S, Jan Oszmiański J. Mniszek lekarski – źródło substancji prozdrowotnych. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. 2017;9.
- Lachowicz M. Jak skutecznie zregenerować wątrobę oraz wspomóc jej pracę? aptekarzpolski.pl, grudzień 2020.
- Nurzyńska-Wierdak R, Dyduch J, Sawicka A, Łabuda H, Buczkowska H. Ostropest plamisty (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) – fitochemia i efekty terapeutyczne. Annales Horticulturae. 2018(Vol. XXVIII);4 .
- Jelske N van der Veen, Kennelly JP, Wan S, Vance JE, Vance DE, Jacobs RL. The critical role of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine metabolism in health and disease. Biochimica et Biophysica Acta. 2017(1859):1558-1572.
- Wang B, Tontonoz P. Phospholipid remodeling in physiology and Odiseasem. Annu Rev Physiol. 2019 February 10;81:165-188.
- Da Jung Kim, Seonghae Yoon, Sang Chun Ji, Jinho Yang, Yoon-Keun Kim, SeungHwan Lee, et al. Ursodeoxycholic acid improves liver function via phenylalanine/tyrosine pathway and microbiome remodeling in patients with liver dysfunction. Scientific Reports. 2018;8:11874.