



PODNIESIENIE ODPORNOŚCI PRZEZ ODPOWIEDNI SPOSÓB ODŻYWIANIA .

IMMUNOMODULACYJNE DZIAŁANIE KWAŚÓW TŁUSZCZOWYCH, WITAMIN I SKŁADNIKÓW MINERALNYCH ORAZ PRZECIWUTLENIACZY

HANNA KRAUSS

PWSZ w Kaliszu

System odpornościowy



IMMUNOMODULACJA

Ingerencja czynników zewnętrznych wywołujących zmiany w układzie immunologicznym bez względu na stan zdrowotny i kondycyjny

Środki farmakologiczne, olejki eteryczne, ksenobiotyki, promieniowanie jonizujące i elektromagnetyczne

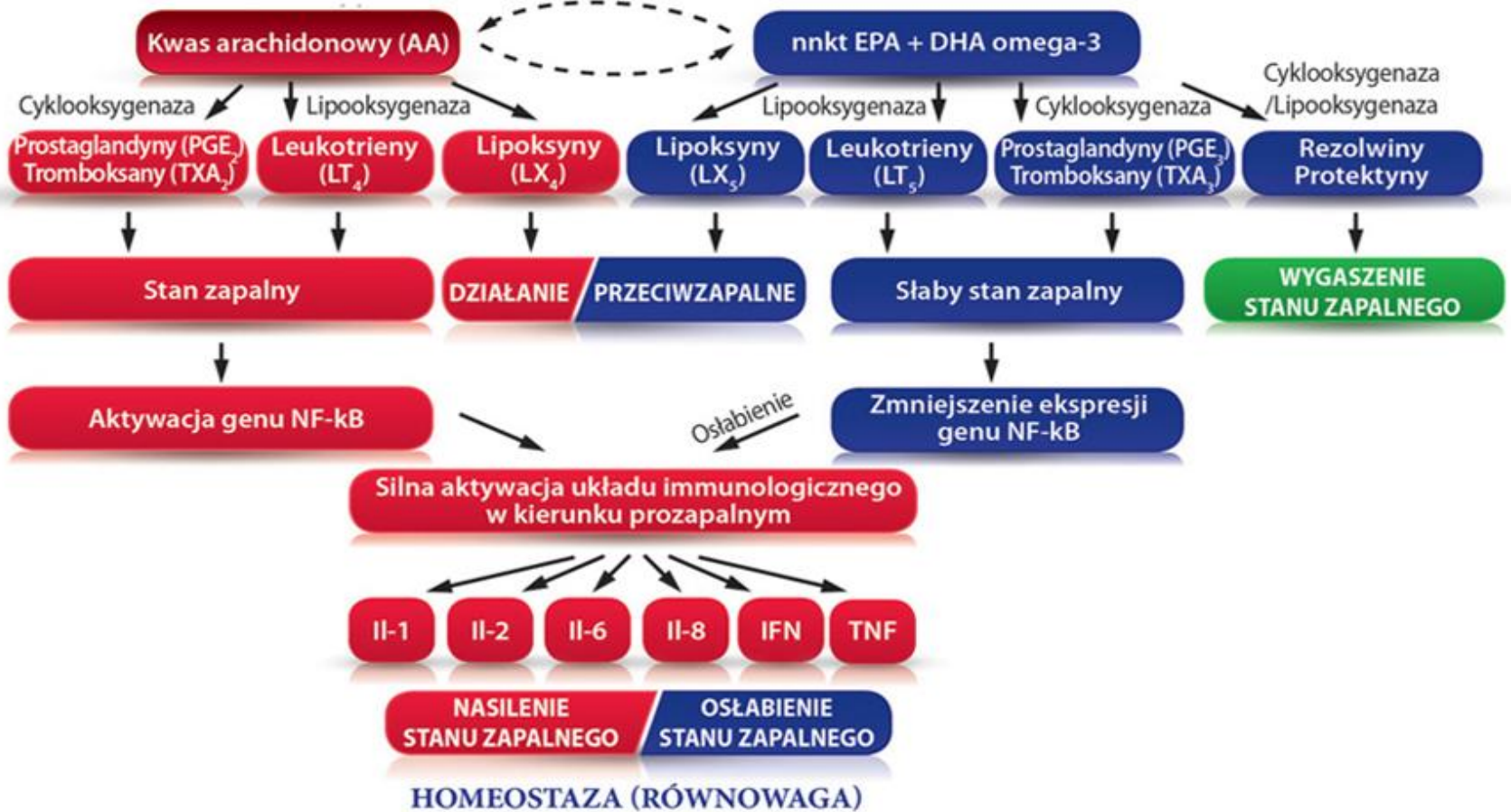
Składniki żywności

WPŁYW IMMUNOMODULATORÓW NA MECHANIZMY ODPOWIEDZI IMMUNOLOGICZNEJ OCENIA SIĘ POPRZECZ OKREŚLENIE:

- ▶ całkowitej liczby leukocytów
- ▶ aktywności nieswoistych humoralnych mechanizmów obronnych
- ▶ poziomu układu dopełniacza
- ▶ zdolności fagocytarnej i aktywności makrofagów/monocytów i neutrofilów
- ▶ aktywności i ilości limfocytów T i ich subpopulacji
- ▶ liczby limfocytów B oraz ich zdolności do rozpoznawania antygenów i syntezy przeciwciał
- ▶ stężenia cytokin wytwarzanych przez komórki immunokompetentne
- ▶ liczby komórek prezentujących antygen (APC)
- ▶ poziomu białek ostrej fazy (CRP)

Przebieg ostrej reakcji zapalnej





Kwas arachidonowy

(hamowany przez spożywanie dużych ilości zimnowodnych ryb, oleju rybnego, lignanów sezamu i ograniczenie konsumpcji czerwonego mięsa, organów zwierzęcych i żółtka jaj)

COX 1

(hamowany przez małe dawki aspiryny)

Tromboksan A2

Nieprawidłowa
agregacja płytek

COX 2

(hamowany przez m.in. Celebrex[®],
kurkuminę, resweratrol)

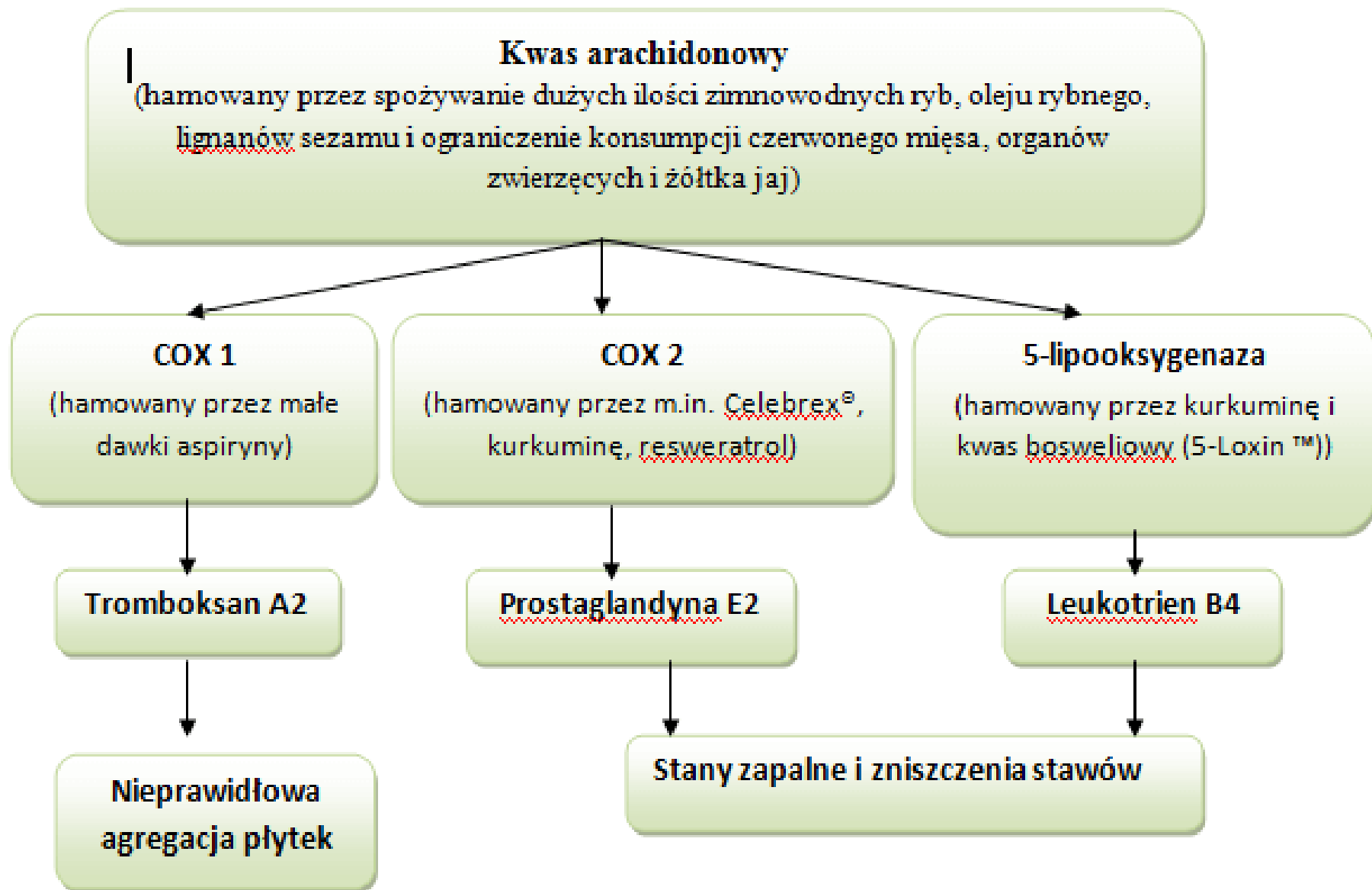
Prostaglandyna E2

Stany zapalne i zniszczenia stawów

5-lipooksygenaza

(hamowany przez kurkuminę i
kwas bosweliowy (5-Loxin [™]))

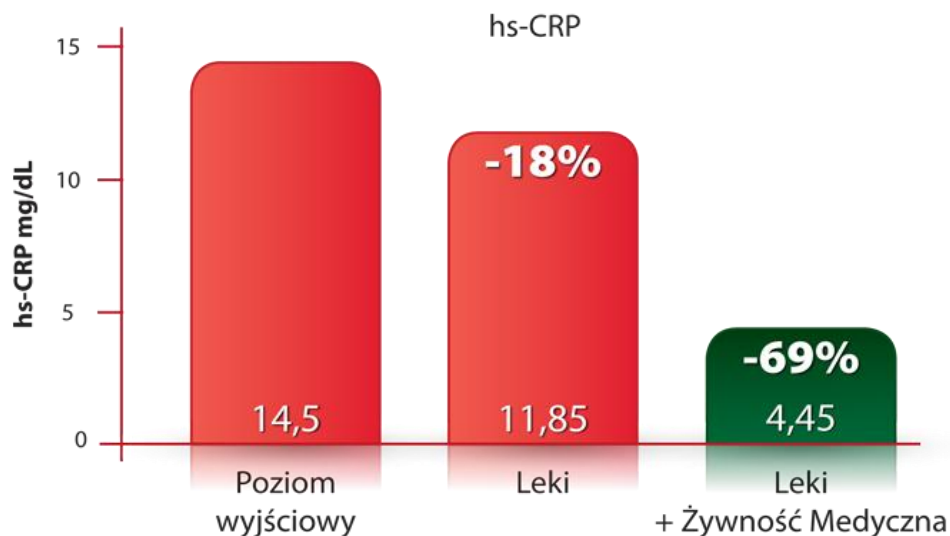
Leukotrien B4



Czy żywność medyczna ma wpływ na procesy zapalne?

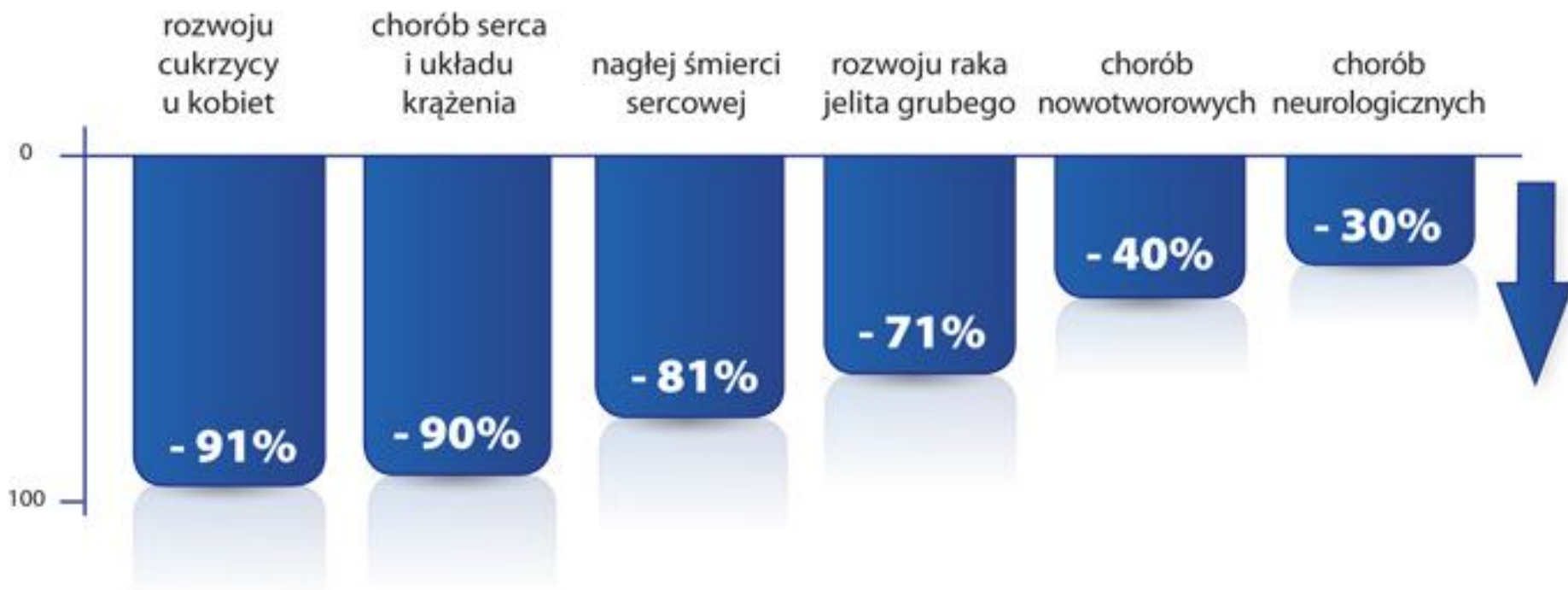
- ▶ NNKT EPA + DHA omega 3 dostarczane z pożywieniem konkurują o enzym COX z NNKT AA omega 6 wpływając na ekspresję czynników przeciwzapalnych
- ▶ Wzrost stężenia NNKT EPA + DHA omega -3 – zmniejszenie dostępności NNKT AA omega – 6 dla COX, co prowadzi do hamowania kaskady przemian i powstawania metabolitów prozapalnych

Czy żywność medyczna ma wpływ na procesy zapalne?



II Katedra i Klinika Kardiologii UM w Łodzi. Kierownik badania: dr n. med. W. Rogowski, dr P. Pagórek, dr T. Wciśło, dr n. med. Z. Bednarkiewicz.

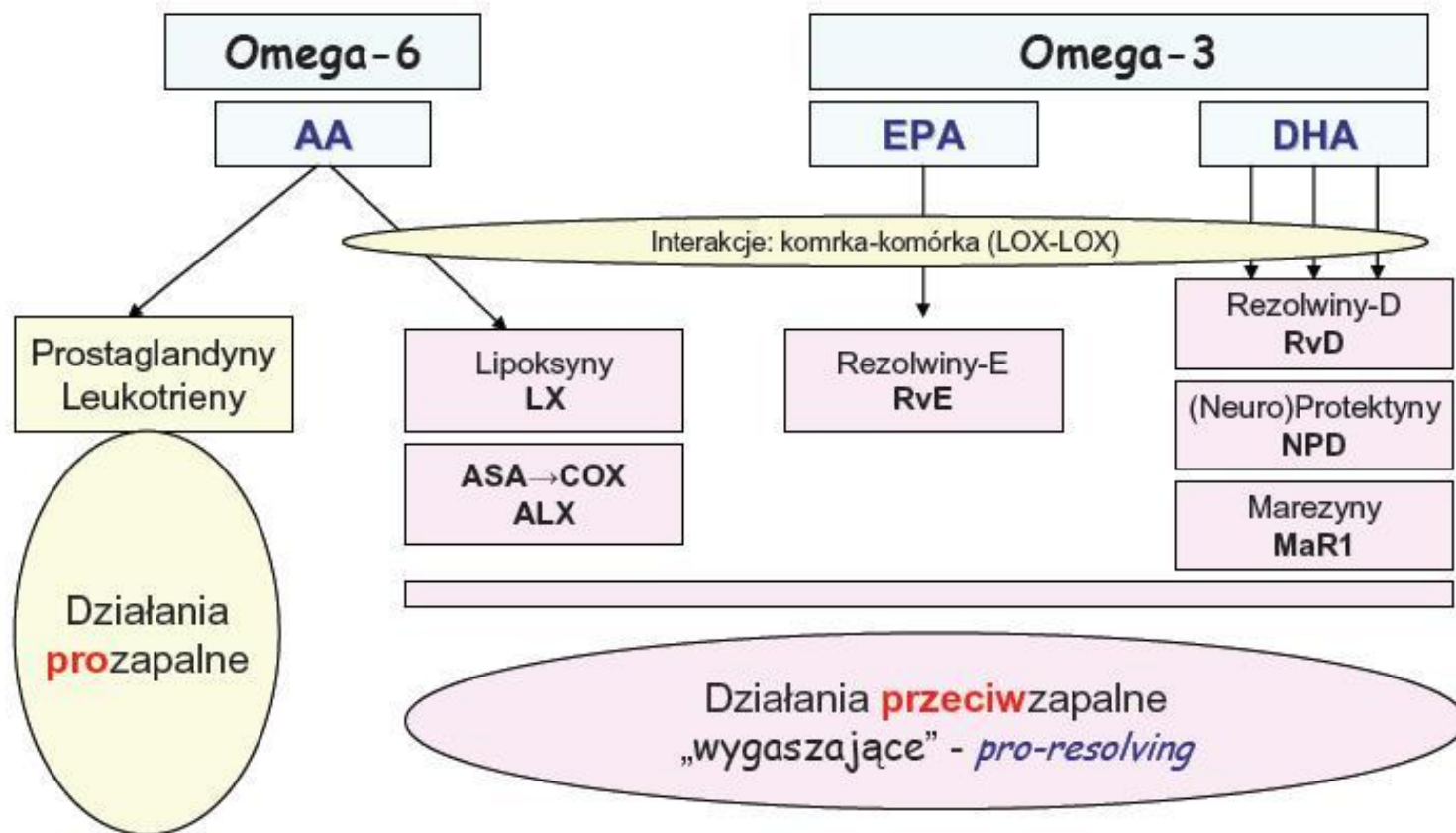
70 LAT BADAŃ NAD DIETĄ ŚRÓDZIEMNOMORSKĄ I OKINAWSKĄ WYKAZAŁO, ŻE MOGĄ ONE POWAŻNIE ZMNIJSZYĆ RYZYKO:



Mechanizmy wygaszania procesu zapalnego

- ▶ ważne znaczenie dla postępu medycyny
- ▶ opracowanie nowej strategii walki z zapaleniem
- ▶ aktywacja fizjologicznych mechanizmów kończących zapalenie.

Czasowy przebieg ostrej reakcji zapalnej z uwzględnieniem lipidowych mediatorów pro- i przeciwzapalnych [prowygaszeniowych]



Inicjacja → Progresja → Biosynteza przeciwzapalnych mediatorów lipidowych

początek



PROCES ZAPALNY

(skala czasowa)



wygaszenie

→ powrót do homeostazy

PRZECIWZAPALNE WŁAŚCIWOŚCI KWASÓW TŁUSZCZOWYCH Ω -3 I Ω -6

Immunomodulacyjna aktywność lipidów wiąże się przede wszystkim z zawartością w pożywieniu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

Zmiany jakościowe i ilościowe kwasów tłuszczowych w diecie wpływają na skład kwasów tłuszczowych w błonie komórkowej oraz zróżnicowanie eikozanoidów powstałych z przemian kwasu arachidonowego.

MEDIATORY PROWYGASZENIOWE

Syntetyzowane z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych dostarczanych w diecie, suplementowanych oraz obecnych w błonie komórkowej.

Do mediatorów wygaszających proces zapalny należą pochodne czterech wielonienasyconych kwasów tłuszczowych:

- kwasu arachidonowego (AA; ω -6) lipoksyny;
- kwasu eikozapentaenowego (EPA; ω -3) rezolwiny-E;
- kwasu dokozaheksaenowego (DHA; ω -3) rezolwiny, neuroprotektyny, marezyny;
- kwasu dokozapentaenowego ω -6 (DPA- ω -6; ω -6) oksylipiny rezolwiny.

MEDIATORY PROWYGASZENIOWE – LIPOKSYNY

Pochodne kwasu arachidonowego, o właściwościach:

- przeciwzapalnych;
- immunomodulacyjnych.

Działają poprzez aktywację receptora błonowego ALX, obecnego na leukocytach, makrofagach, eozynofilach, bazofilach, komórkach dendrytycznych, fibroblastach, limfocytach T.

LIPOKSYNY

**Efekty przeciwzapalne,
generowane przez
sygnały od neutrofilów:**

- obniżenie wytwarzania reaktywnych form tlenu, wytwarzania cytokin i chemokin prozapalnych,
- wzrost uwalniania cytokin i chemokin przeciwzapalnych.

**Efekty
prowygaszeniowe,
generowane przez
sygnały makrofagów
i monocytów:**

- zwiększenie mobilizacji Ca^{2+} ,
- wzrost przyczepności i chemotaksji oraz aktywności fagocytarnej makrofagów w obszarze zapalenia.

REZOLWINY

Pochodne kwasu eikozapentaenowego (rezolwiny serii E)

Pochodne kwasu dokozaheksaenowego (rezolwiny serii D)

Działanie przeciwzapalne rezolwin polega na aktywacji procesu wygasania ostrej reakcji zapalnej.

PROTEKTYNY

Hydroksydokozanoidy, pochodne DHA (ω -3)

Neuroprotektyna (NPD1) – syntetyzowana w OUN, szczególnie w siatkówce.

Prawdopodobnie konwersja DHA do NPD1 jest odpowiedzią na proces zapalny lub neurodegenerację.

Nie zidentyfikowano mechanizmu działania neuroprotektyny i protektyny.

NPD1 i PD1 zostały zakwalifikowane do czynników prowygaszeniowych w rejonie zapalenia:

- hamują ekspresję genów kodujących związki prozapalne, np. IL-1, COX-2 i B94.

MAREZYNY

Najnowszy mediator prowygaszeniowy ostrej fazy zapalenia

17S-hydroksyl pochodne kwasu dokozaheksaenowego.

Działanie wielokierunkowe:

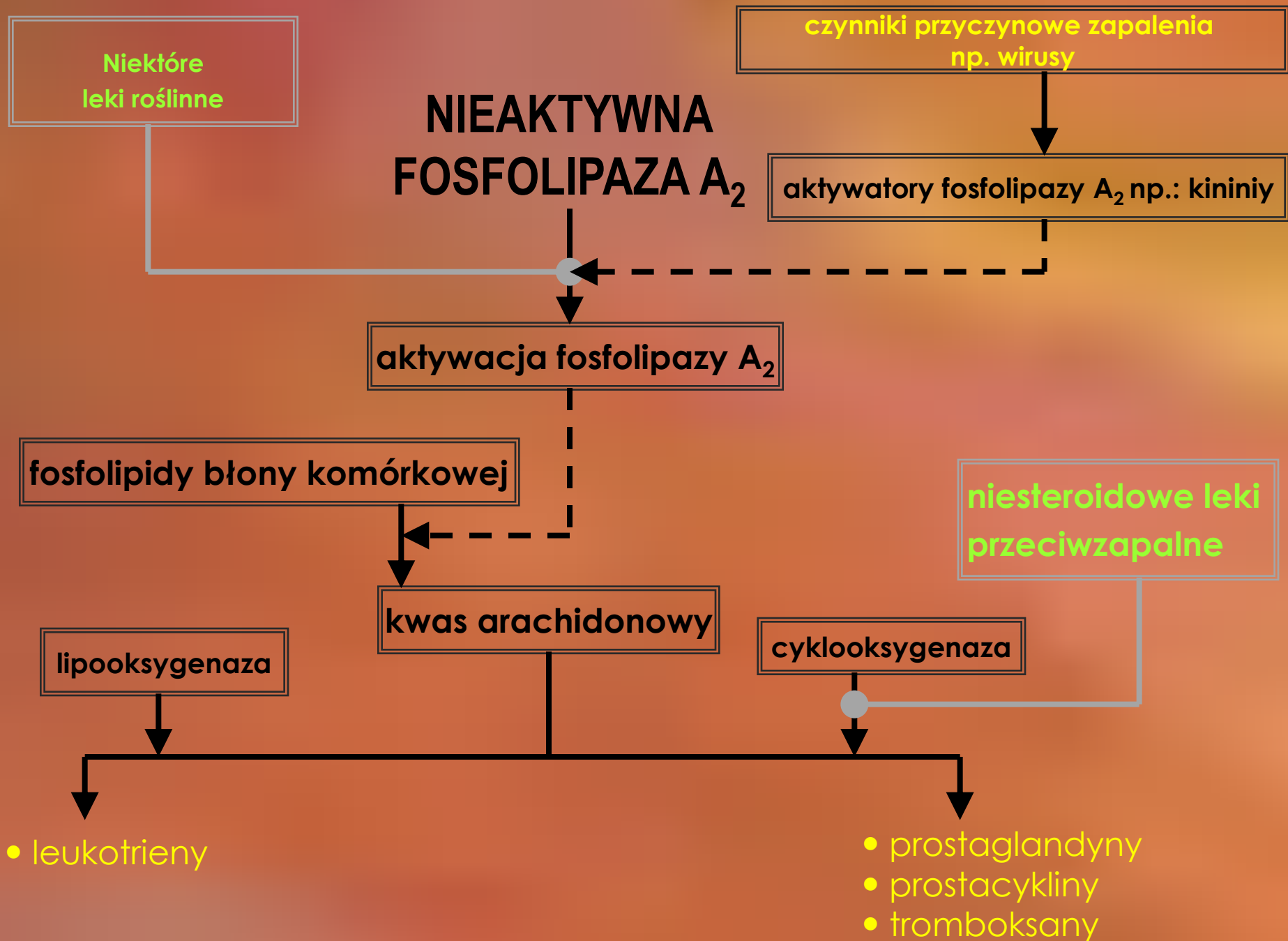
- prowadzi do ograniczenia gromadzenia leukocytów wielojądrzastych w rejonie zapalenia dzięki regulacji zdolności fagocytarnej makrofagów.

IMMUNOSTYMULATORY ROŚLINNE

Preparaty roślinne – modyfikatory odpowiedzi biologicznej – BMR (biological response modifiers)

Za właściwości immunomodulujące roślin odpowiadają:

- polisacharydy,
- glikoproteiny,
- polifenole,
- alkaloidy,
- chinoliny.



ALOES – „CICHY UZDROWICIEL”

**Rodzaj Aloë należy do rodziny *Liliaceae* (liliowate).
Medycyna naturalna najbardziej ceni gatunki:**

- ▶ *Aloë arborescens*
(Aloes drzewiasty)
- ▶ *Aloë vera*
(Aloes zwyczajny)
- ▶ *Aloë xerox*
(Aloes kolczasty)



ALOES – „CICHY UZDROWICIEL”

Walory lecznicze aloesu były doceniane przez Sumerów i starożytnych Egipcjan.

Tropikalne sukulenty są źródłem żelu oraz mleczka o żółtym zabarwieniu, które otrzymywane są z komórek parenchymalnych i perycyklicznych liści.

Produkty otrzymane z liści aloesu mogą być stosowane doustnie oraz miejscowo.

Znane jest jego działanie przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwrzodowe oraz immunomodulujące.



AKTYWNE BIOLOGICZNIE ZWIĄZKI ALOESU

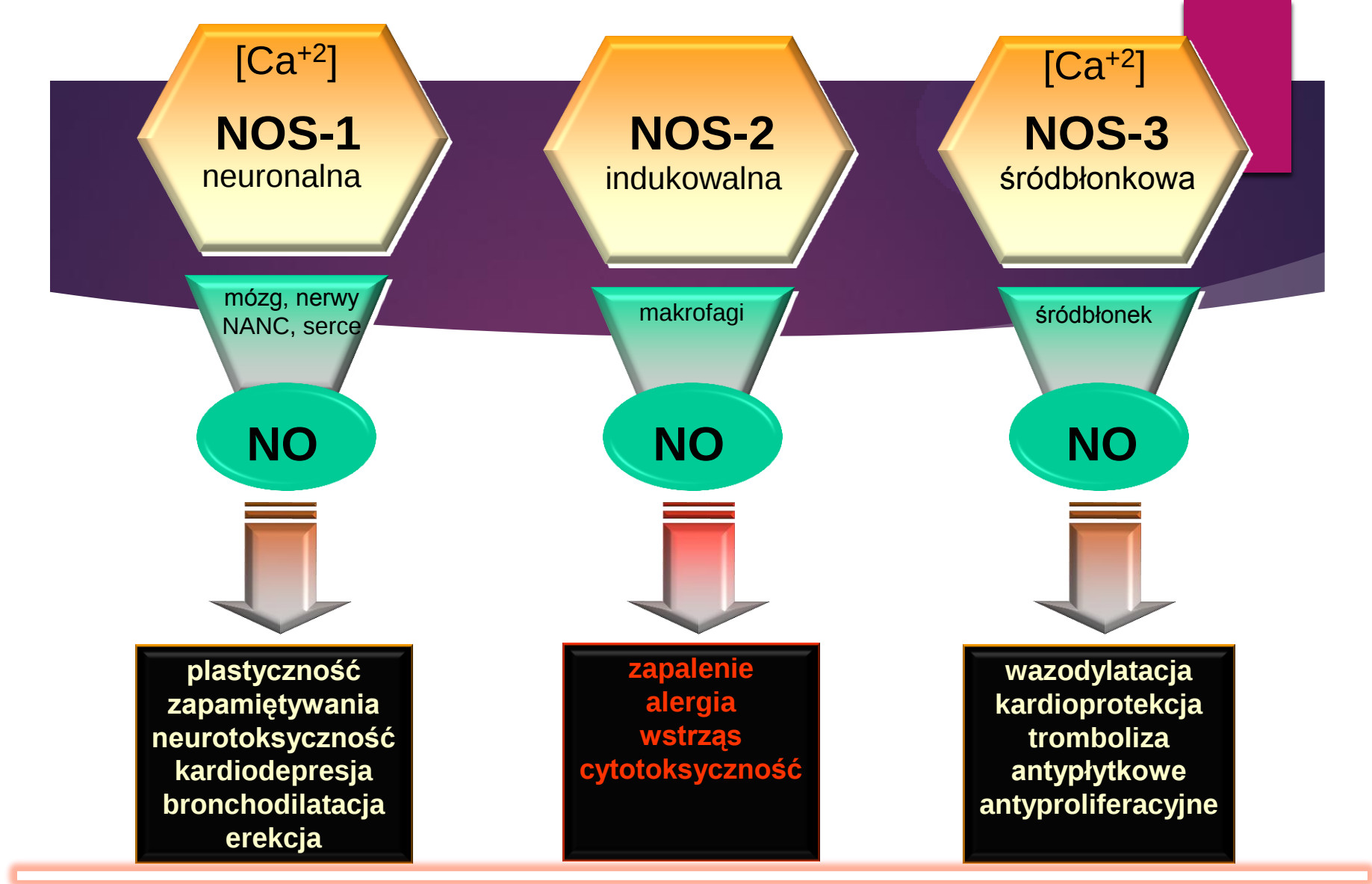


- ▶ Witaminy z grupy B, C, kwas foliowy.
- ▶ Składniki mineralne (Fe, Ca, Mg, Mn, K).
- ▶ Kwas salicylowy, antrachinony, sterole, saponiny, ligniny, enzymy reprezentowane przez karboksypeptydazę, cyklooksygenazę czy amylazę.
- ▶ Aloes wykazuje również **wysokie stężenia polisacharydów**, które oddziałują na **układ odpornościowy**.
- ▶ Głównym polisacharydem wykazującym właściwości immunomodulatora jest acemannan. Ten acetylowany glukomannan stanowi większość substancji śluzowych zawartych w *Aloë vera*.
- ▶ Polisacharydy wyizolowane z *Aloë vera* wspomagają układ immunologiczny poprzez **wpływ na wydzielanie IL-1, IL-6, TNF-α oraz INF-γ**, które z kolei stymulują wzrost fibroblastów oraz zwiększają zdolność makrofagów do fagocytozy.

POLISACHARYDY ALOESU

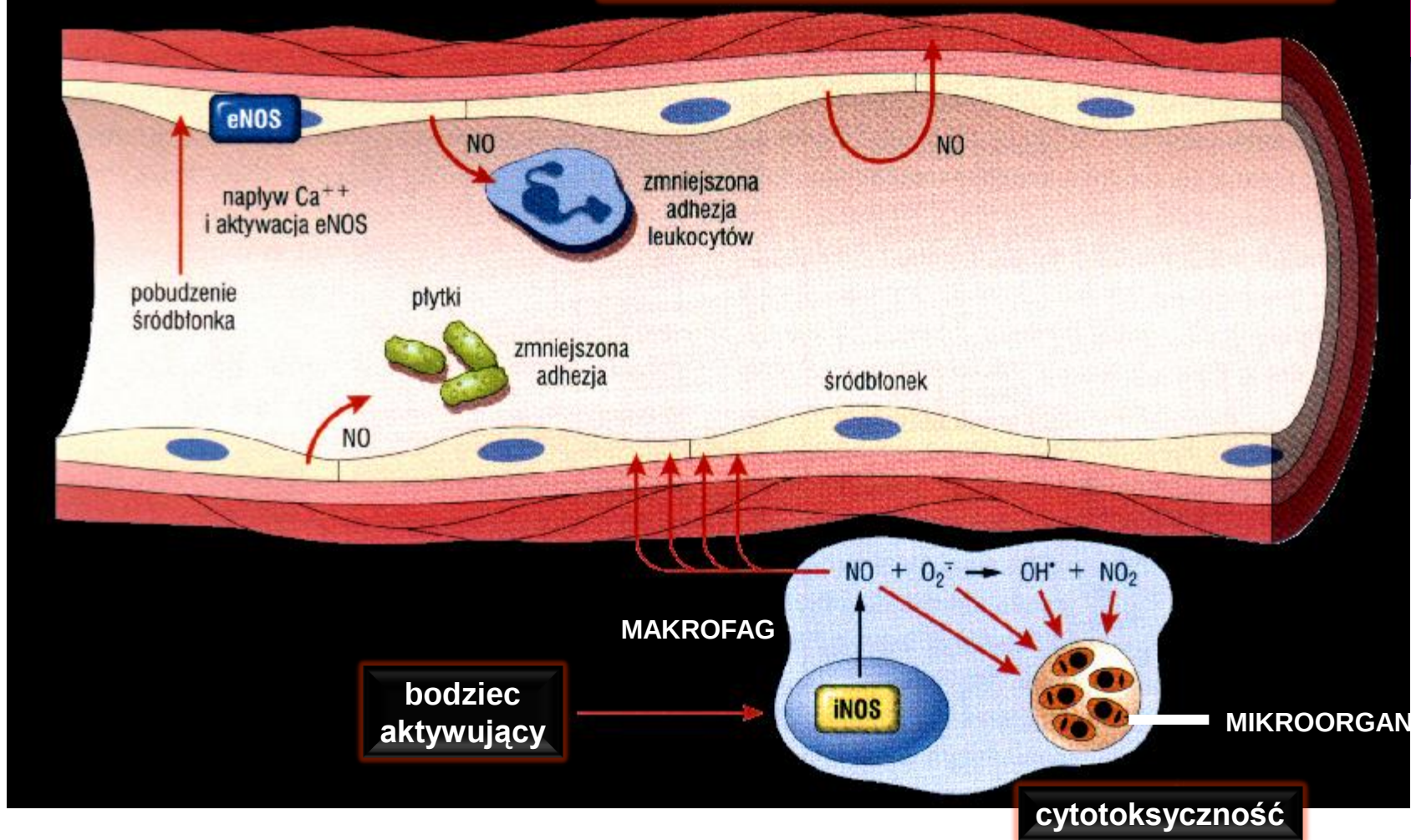
Mechanizm działania polega na aktywacji receptorów mannozowych, co skutkuje pobudzeniem syntazy NO makrofagów



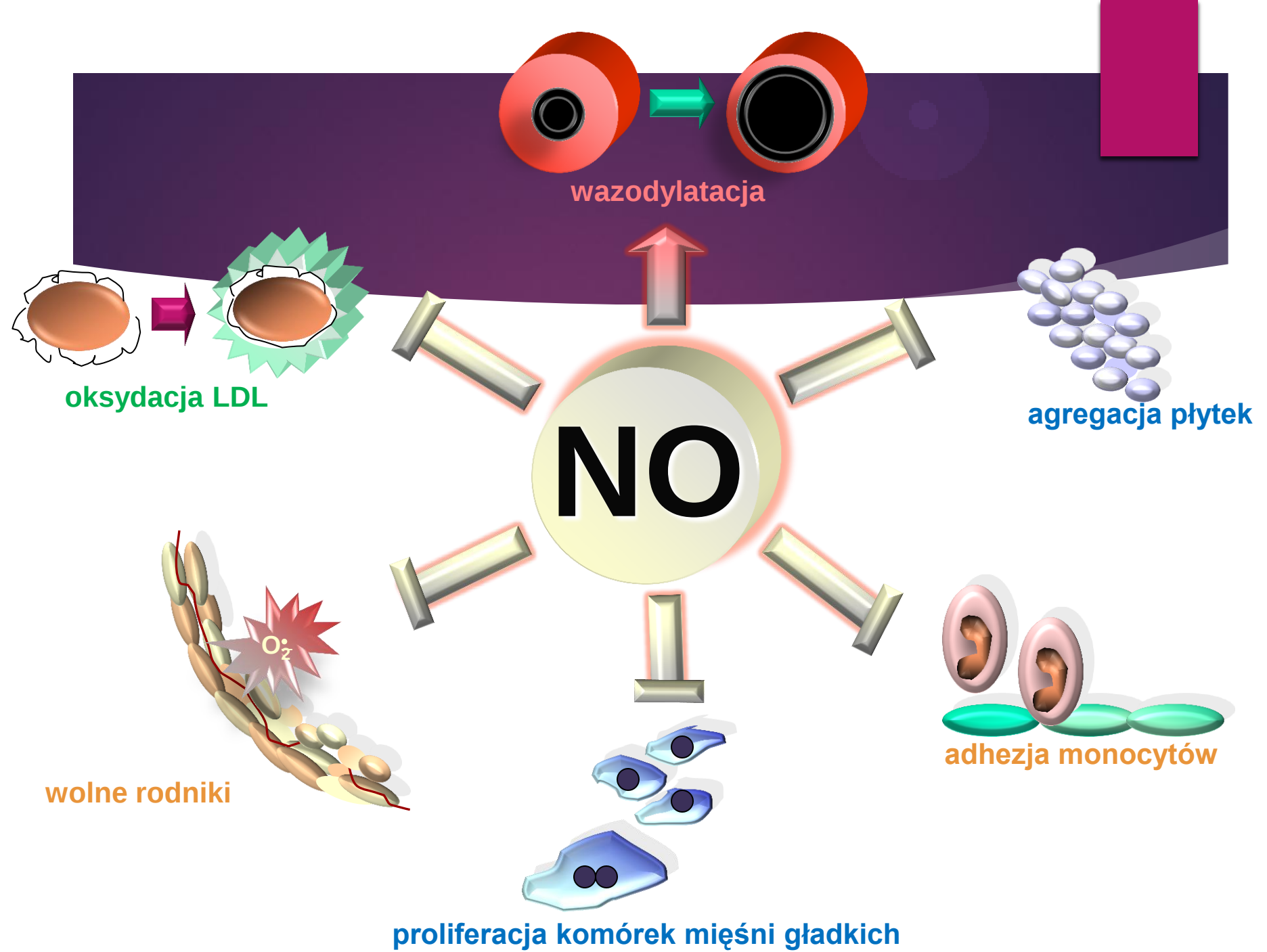


Formy syntaz tlenku azotu [wg Gryglewski R.J. L-arginina: jej znaczenie dla funkcjonowania naczyń krwionośnych. Wyd. Uniwersytet Jagielloński 2005]

rozkurcz mięśni gładkich i rozszerzenie naczyń



EFEKTY DZIAŁANIA TLENKU AZOTU



WYCIĄG WODNY Z *Aloë arborescens*

U myszy w dawce 2 i 4 μg na dobę wzmacnia niespecyficzną odpowiedź komórkową:

- przez pobudzenie aktywności chemokinetycznej splenocytów
- zdolność granulocytów do zabijania drobnoustrojów w procesach tlenowych.

Silny wpływ wyciągu podawanego doustnie na pierwotną odpowiedź humoralną, w postaci wzrostu produkcji przeciwciał.

Aloë arborescens

Z *Aloë arborescens* wyizolowano lektynę P-2, pobudzającą odpowiedź immunologiczną.

Mechanizm działania lektyny P-2:

- P-2 reaguje z $\alpha 2$ – makroglobulinami, aktywując komponent i proaktywator C3 dopełniacza.
- Pobudzony komponent C3 aktywuje limfocyty B do produkcji przeciwciał oraz stymuluje podziały mitotyczne limfocytów B.

Białas-Chromiec B et al. Immunomodulacyjne właściwości Biostyminy – wodnego wyciągu z liści roślin trzyletnich *Aloe arborescens* Mill. Onkol Pol 2000; 3(2): 85-89.

Glatthaar-Saalmuller B et al. Ocena aktywności przeciwwirusowej in vitro preparatów Biostymina i Bioaron C względem ludzkiego rhinowirusa (HRV14). Post Fitoter 2012; 3: 156-161.

ARONIA

Ze świeżych owoców aronii sporządza się przetwory spożywcze jak: soki, syropy, dżemy, a także preparaty wzmacniające i obniżające ciśnienie krwi.

Na rynku możemy znaleźć suplementy diety – Bioaron C, Aronox, Aronia oraz leki roślinne – Immunofort, zawierające wyciągi z aronii.



WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE ARONII



Obecne w jej owocach polifenole: antocyjany, kwasy fenolowe i flawonoidy.

Bogaty zestaw witamin (A, B, C, PP, E) oraz składników mineralnych (Cu, Mn, Ca, Fe),

Obecność garbników i kwasów organicznych.

Dojrzałym owocom aronii czarnoowocowej przypisuje się działanie antyhepatotoksyczne, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne, przeciwwirusowe i antybakteryjne.

DZIAŁANIE PRZECIWZAPALNE



- ▶ Antocyjanin *Aronia melanocarpa* polega na **blokowaniu ekspresji indukowanej syntazy tlenku azotu oraz cyklooksygenazy II**, co prowadzi do hamowania uwalniania pirogennej PGE2, NO.
- ▶ Antocyjany pełnią rolę ochronną w procesie zapalnym **indukując wytwarzanie prostacykliny** (PGI2) w komórkach śródbłónka.
- ▶ Antocyjany aronii obniżają aktywność TNF- α oraz hamują uwalnianie białka chemotaktycznego dla monocytów MCP-1, co skutkuje **zmniejszeniem adhezji monocytów do powierzchni śródbłónka naczyń**.

BEZ CZARNY – „DRZEWO ŻYCIA”

Czarny bez (*Sambucus nigra* L.).

- Kwiaty bzu zawierają flawonoidy, jak kampferol, rutozyd, kwercetynę, izokwercetynę, a także kwasy organiczne i trójterpeny oraz sole mineralne (głównie potas).
- *Sambuci flos* stosowane są jako środek napotny, przeciwgorączkowy i uszczelniający naczynia.
- Owoce bzu czarnego oprócz flawonoidów bogate są również w antocyjany, a wśród nich cyjanidyno-3-O-glikozyd, cyjanidyno-3-O-5-O-diglikozyd, cyjanidyno-3-O-sambubiozyd i sambucynę.
- Preparaty sporządzone z *Sambuci fructus* posiadają właściwości przeciwlukemiczne, przeciwwirusowe i immunomodulacyjne.



MECHANIZM DZIAŁANIA CZARNEGO BZU

Wyciągi z bzu czarnego **zwiększają produkcję cytokin** takich jak $IL-1\beta$, $IL-6$, $IL-8$ oraz $TNF-\alpha$ przez monocyty aktywowane lipopolisacharydem bakteryjnym.

Antocyjany owoców *Sambucus nigra* L. **hamują stan zapalny** w mechanizmie zbliżonym do antocyjanin *Aronia melanocarpa*.

Właściwości przeciwwirusowe wyciągów z *Sambucus nigra*.

- Ekstrakt bzu czarnego w warunkach *In vitro* hamował replikację wirusa grypy A (H1N1) w 50 % przy stężeniu $252 \mu\text{g/ml}$, natomiast 100% zahamowanie zakażenia nastąpiło przy stężeniu $1000 \mu\text{g/ml}$.
- Związki ekstraktu bzu hamują infekcję wirusową H1N1 poprzez wiązanie otoczki wirusowej, a właściwie domen HA odpowiedzialnych za dostanie się wirusa do komórek gospodarza.

CZOSNEK – „ANTYBIOTYK STAROŻYTNOŚCI

Czosnek pospolity (*Allium sativum* L.) w medycynie stosowany jest od najdawniejszych czasów.

Szerokie spektrum działania czosnku:

- przeciwgrzybiczne,
- przeciwbakteryjne,
- przeciwmiażdżycowe,
- przeciwzakrzepowe,
- regulujące ciśnienie krwi,
- obniżające poziom cukru we krwi,
- przeciwzapalne,
- Przeciwnowotworo,
- Immunomodulujące.

Z cebulki czosnku wyizolowano wiele substancji bioaktywnych, z których najważniejsze to pochodne siarkoorganiczne, a wśród nich allicyna, sulfid diallilowy, disulfid diallilowy, S-allocysteina.



WŁAŚCIWOŚCI IMMUNOMODULUJĄCE PREPARATÓW *Allium sativum*



Słumulowanie aktywności komórek NK, wzmaganie fagocytozy makrofagów oraz aktywowanie odpowiedzi limfocytów na miogeny i cytokiny.

Organiczne związki siarki z czosnku ograniczają aktywność cyklooksygenazy i lipooksygenazy oraz ekspresję syntazy tlenku azotu przez makrofagi.

Skuteczność terapii ekstraktem czosnku stwierdzono w leczeniu zakażenia *Leishmania major*.

- Stosowanie czosnku w parazytozie przyczyniło się do wzrostu aktywności odpowiedzi Th1 warunkującej prawidłowy profil cytokinowy – IL-2, INF- γ , a w efekcie do **skutecznej odporności komórkowej**.

ZWIĄZKI CZOSNKU



Wykazują silne właściwości przeciwdrobnoustrojowe, które obejmuje:

- bakterie (*Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Helicobacter*, *Mycobacterium*, *Clostridium*),
- grzyby (*Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia anomala*, *Hanseniaspora valbyensis*, *Aspergillus Niger*),
- pierwotniaki (*Entamoeba histolytica*).

Związkiem bioaktywnym wyciągów czosnku jest allicyna, posiadająca zdolność wnikania do wnętrza komórki i oddziaływania na składniki cytoplazmy i enzymy.

- Allicyna oprócz hamowania aktywności czynników wirulencji bakterii, jak proteazy, blokuje syntezę lipidów oraz RNA u bakterii.

IMBIR – LEK O „FUNKCJACH MINISTERSKICH”



Imbir (*Zingiber officinale* Roscoe) należy do rodziny *Zingiberaceae* (imbirowatych) i jest rośliną leczniczą stosowaną na całym świecie już od starożytności.

Znalazł on zastosowanie jako lek ziołowy w leczeniu:

- reumatoidalnego zapalenia stawów,
- bólu gardła,
- zaparciach,
- niestrawności,
- wymiotów,
- nadciśnienia tętniczego,
- gorączki,
- chorób zakaźnych i robaczych.

WŁAŚCIWOŚCI FARMAKOLOGICZNE IMBIRU

Działanie:

- immunomodulacyjne,
- przeciwnowotworowe,
- przeciwzapalne,
- antyapoptyczne,
- Przeciwwymiotne.



IMBIR



- ▶ **Hamowanie aktywności prostaglandyn** przez gingerole, dehydrogingerdiony i gingerdiony, porównywalne do działania niesteroidowych leków przeciwzapalnych
- ▶ Gingerole bardzo aktywnie hamują prostaglandyny i leukotrieny, natomiast gingerole z długim bocznym łańcuchem alkilowym są **silniejszymi inhibitorami leukotrienów**.
- ▶ Posiada zdolność modulacji szlaków aktywowanych w przewlekłym stanie zapalnym.
- ▶ **Hamuje działanie genów biorących udział w odpowiedzi zapalnej** oraz niektóre geny kodujące enzym cyklooksytgenazę-2, cytokiny oraz chemokiny.
- ▶ Gingerole, a szczególnie [8]-paradol hamują cyklooksytgenazę-1 bardziej niż aspiryna.

MALINA Z „KRETEŃSKIEJ GÓRY IDY”

Roślina lecznicza łącząca w sobie działanie przeciwzapalne, przeciwgorączkowe i napotne.

Bogactwo witamin:

- C, E oraz B1, B2, B6

Bogactwo składników mineralnych:

- potasu, wapnia, miedzi, żelaza, manganu



MALINA



Owoce te są naturalnym źródłem polifenoli:

- antocyjanów, kwasów fenolowych, flawonów, tanin i β -sitosterolu

Właściwości przeciwwirusowe i przeciwbakteryjne *Rubus idaeus* L.

Kwas elagowy obecny w owocach wszystkich Rosaceae:

- właściwości przeciwwirusowe i przeciwbakteryjne
- właściwości przeciwnowotworowe i antyoksydacyjne.

PRODUKTY ZBOŻOWE – IMMUNOMODULUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI β-GLUKANU

Udział w procesach naprawczych, detoksykacyjnych i metabolicznych.

Korzystnie oddziałuje na kondycję organizmu przeciwdziałając stanom patologicznym.

Źródłem β-glukanu są:

- ziarna zbóż, jak owies, jęczmień, pszenica, żyto i sorgo,
- grzyby,
- drożdże,
- algi,
- bambus,
- niektóre bakterie patogenne.



MECHANIZM IMMUNOMODULACYJNEGO DZIAŁANIA β-GLUKANU

Przylączenie do specyficznych receptorów obecnych na makrofagach, limfocytach T i B oraz neutrofilach.



Te komórki efektorowe rozpoznają strukturę β-glukanu za pomocą swoistych receptorów, co w efekcie uruchamia komórkową i humoralną odpowiedź immunologiczną.



Dochodzi do wydzielania cytokin, pobudzających aktywność makrofagów i limfocytów T, co skutkuje fagocytozą patogenu, produkcją przeciwciał oraz cytokin IL-1, IL-6, TNF-α. β-glukan oddziałuje głównie na komórki pierwszej linii obrony – makrofagi, które niszczą czynniki chorobotwórcze.



CYTRUSOWE FLAWONOIDY I OLEJKI ETERYCZNE

Bogate źródło związków fenolowych, witamin, minerałów, olejków eterycznych, karotenoidów i błonnika.

Flawonoidy cytrusowe w owocach obecne są w postaci glikozydów i aglikonów.

Wśród flawonoidów soki i świeże owoce zawierają:

- hesperydynę, neohesperydynę, hespetytynę, naringeninę, naringinę, rutynę, diosminę, nobilitynę, kwercetynę, apigeninę.

Oprócz witaminy C obecne w cytrusach są:

- witaminy z grupy B (B1, B2, B3, B6) oraz witamina A.

Główne składniki mineralne to:

- potas, wapń, magnez, fosfor, cynk i selen.

Ponadto cytrusy obfitują w olejki eteryczne, z których w największej ilości występuje:

- limonen dalej terpinen, cytral, linalol i wiele innych

CYTRUSY



Istotna rola w prewencji chorób takich jak otyłość, cukrzyca, choroby układu krążenia czy niektóre typy nowotworów.

Obecna w owocach cytryny apigenina, kwercetyna i naryngenina wykazują działanie przeciwzapalne.

- Mechanizm polega na hamowaniu aktywności 5 – lipooksygenazy i cyklooksygenazy – 2. Flawonoidy te blokując COX – 2, przyczyniają się do zmniejszenia syntezy PGE2, LTB4 i TXA2, co w efekcie hamuje napływ leukocytów, reguluje napięcie naczyń włosowatych i zmniejsza stan zapalny.

Kwercetyna ogranicza również ekspresję TNF- α oraz IL-1 α .

- Mechanizm ten tłumaczy się modulacją NF- κ B w jednojądrzastych komórkach krwi obwodowej przez kwercetynę, co w efekcie hamuje geny ekspresji TNF- α .

WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE PRODUKTÓW PSZCZELICH



Miód:

- woda, monosacharydy i oligosacharydy, polisacharydy, kwasy organiczne, globuliny, albuminy i aminokwasy, karotenoidy, flawonoidy, enzymy, a także witaminy (kwas nikotynowy, witamina C, witaminy z grupy B) i biopierwiastki (potas, fosfor, magnez, wapń).

Usprawnia:

- funkcje układu czerwonokrwinkowego,
- metabolizm lipidów i węglowodanów,
- funkcje układu sercowo- naczyniowego i oddechowego, nerek i wątroby, a także układu immunologicznego.

PROPOLIS

Naturalny kompleks biologiczny wytworzony przez pszczoły z roślinnych substancji żywicznych, pyłku kwiatowego, wosku pszczelego, wydzieliny gruczołowej pszczół i domieszek mechanicznych.

Związki występujące w propolisie są bardzo zróżnicowane.

Wśród estrów aromatycznych miodu wymienia się:

- estry etylowe kwasu cynamonowego, kawowego i fenylometylowe kwasu benzoowego.

Kwasy aromatyczne obejmują:

- kwas cynamonowy, kawowy, ferulowy, salicylowy, benzoowy.

Do flawonoidów zaliczane są:

- chryzyna, tektochryzyna, pinostrobina, apigenina, kampferol, galamina, halką pinostrobinowy.

PROPOLIS (2)

Obok wymienionych związków w propolisie obecne są związki lotne, węglowodory, alkohole triterpenowe, enzymy i mikroelementy.

Wyciągi z propolisu wykazują silne działanie:

- przeciwutleniające, uspokajające, hepatoprotekcyjne, przeciwpróchnicze, przeciwzapalne oraz przeciwdrobnoustrojowe stymulujące układ odpornościowy.

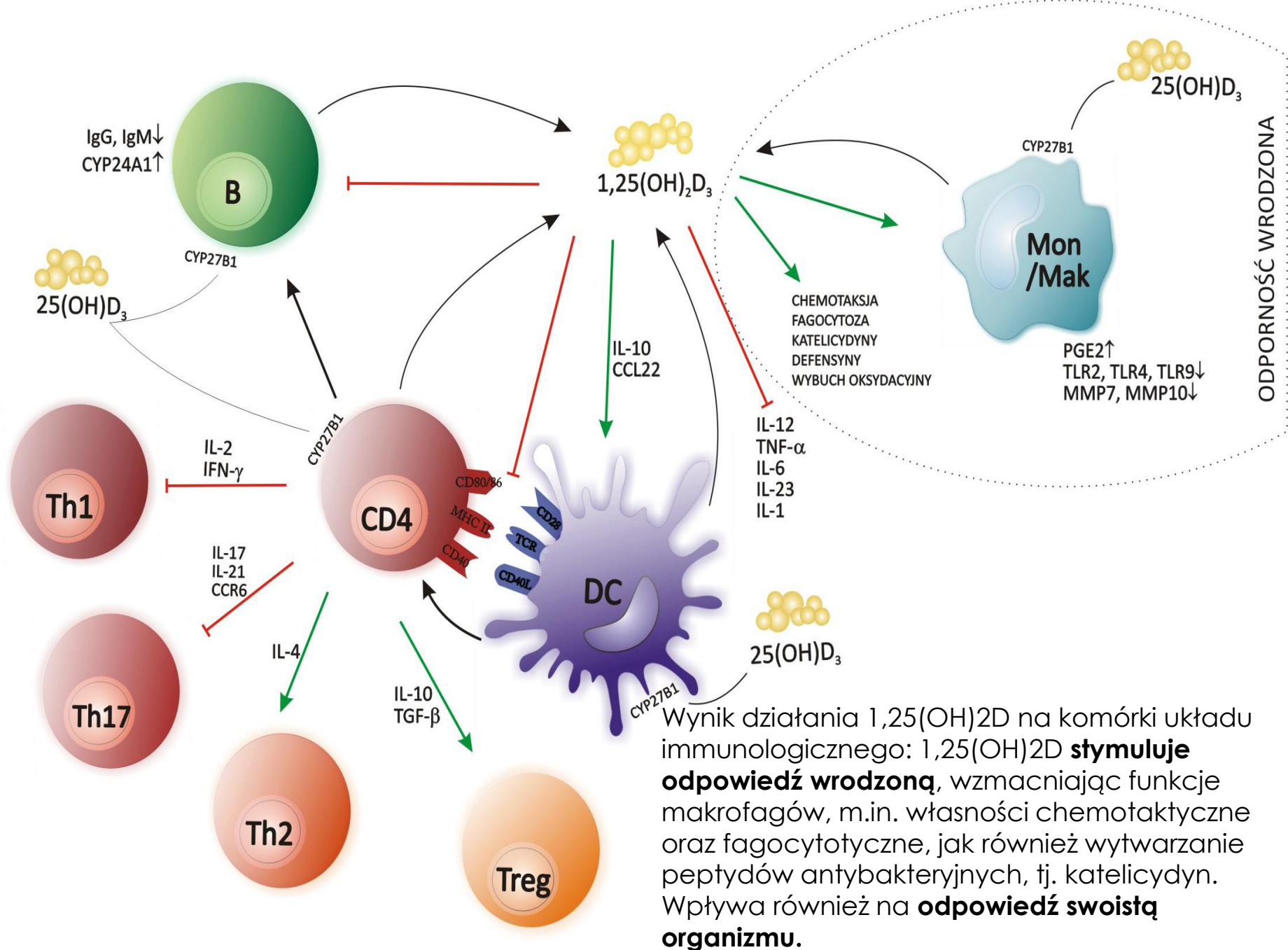
OLEJE RYBIE

Alkiloglicerole nie powodują większego uwalniania kwasu arachidonowego, indukowanego specyficznymi bodźcami, dzięki blokowaniu kinazy proteinowej C.

Skwalen również występujący w wątrobach ryb morskich jest prekursorem syntezy cholesterolu i witaminy D, a także stanowi składnik lipidów wydzielanych przez gruczoły łojowe.

- Immunostymulujące działanie skwalenu wynika z jego właściwości adherentnych do błon komórkowych i osłon lipidowych patogenów.
- Posiada on zdolność opsonizacji patogenów.





Witamina A

[podroby, jaja, masło, sery dojrzew.,
prowitamina: marchew, szpinak, morele]

Pełni istotną funkcję w dojrzewaniu i różnicowaniu komórek układu immunologicznego tj. limfocytów, monocytów i neutrofili.

Niedobór witaminy A osłabia aktywność fagocytarną makrofagów, co wynika ze spadku poziomu w ziarnach azurofilnych neutrofili katepsyny G, uczestniczącej w degradacji fagocytowanych materiałów.

Suplementacja diety retinoidami wzmacnia fagocytozę makrofagów i uwalnianie TGF- β , niezbędnego w procesie gojenia ran.

Karotenoidy

B-karoten proteguje układ immunologiczny przed uszkodzeniem przez reaktywne formy tlenu indukowane UV.

Antyoksydacyjne działanie karotenoidów wynika z ich struktury polienowej, która umożliwia absorpcję światła i neutralizację wolnych rodników oraz tlenu singletowego.

B-karoten może bezpośrednio wpływać na cytotoksyczność komórek NK lub nasilać syntezę IL-12, która między innymi stymuluje proliferację, aktywację i cytotoksyczność komórek NK.

Tokoferole

[rośliny, oleje z zarodków pszenicy, nasion słonecznika]

Zapobiegają i przerywają reakcję oksydacji, a także niwelacji RFT i wolnych rodników.

Jednym z enzymów, który podlega regulacji witaminy E jest kinaza białkowa C (PKC) przekazująca sygnały z receptora dla cytokin. Proces ten dotyczy monocytów, makrofagów i neutrofili. W komórkach tych następuje inaktywacja PKC.

Obniżenie poziomu wydzielanych przez aktywowane makrofagi mediatorów immunosupresyjnych: PGE2 oraz nadtlenu wodoru.

Selen

[podroby, nerki, owoce morza, ryby, czosnek, rośliny strączkowe]

Istotny składnik około 20 enzymów m.in. peroksydazy glutationowej (GSH-Px), która chroni lipidy błon komórkowych przed utlenianiem.

Wzrost aktywności komórek układu immunologicznego.

Selenoenzymy w obszarze zapalenia hamują nasiloną syntezę kwasu arachidonowego.

Peroksydaza glutationowa blokuje fosfolipazę A, czego konsekwencją jest obniżenie stężenia kwasu arachidonowego i jego metabolitów potrzebnych do syntezy leukotrienu B4.

Cynk

[mięso, produkty zbożowe]

Warunkuje integralność morfologiczną i fizjologiczną grasicy.

Pełni rolę kofaktora, tworząc aktywną tymulinę (ZnFTS) uwalnianą przez komórki grasicy.

Tymulina reguluje różnicowanie dojrzewających limfocytów T w grasicy oraz funkcje dojrzewających limfocytów T w krwi obwodowej.

Żelazo

[mięso, produkty zbożowe]

Niedobór:

- ryzyko infekcji, zakażeń, obniża czynność bakteriobójczą.

Istotny komponent enzymów niezbędnych do procesów utleniania oraz właściwej funkcjonalności komórek układu odpornościowego.

Regulacja wytwarzania cytokin.

Niedobór żelaza nie wpływa zasadniczo na aktywność fagocytarną monocytów, ale osłabia ich działanie bakteriobójcze.

Warunkuje aktywność mieloperoksydazy.

Flawonoidy

[warzywa, owoce]

Hamują aktywność 5-lipooksygenazy i cykloksygenazy.

Przeciwutleniacze interwencyjne posiadają zdolność hamowania aktywności enzymów uczestniczących w produkcji RFT, zmiatania wolnych rodników, a także przerywania łańcuchowej reakcji rodnikowej poprzez wytworzenie stabilnego rodnika flawonoidowego.

WNIOSKI

- ▶ Działanie składników pokarmowych na mechanizmy odporności komórkowej i humoralnej sygnalizuje możliwość wykorzystania immunomodulacji żywieniowej głównie w zwiększonej odpowiedzi zapalnej, w profilaktyce i leczeniu chorób infekcyjnych, przewlekłych, a także w czasie i po działaniu stresu emocjonalnego i w wieku podeszłym.
- ▶ Zdecydowany wpływ na układu immunologiczny mają **wielonienasycone kwasy z rodziny ω -3**. Podkreśla się również konieczność przyjmowania **witamin A, E, D**, a także składników mineralnych, tj. **selenu, cynku, żelaza** niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania układu immunologicznego.



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ