



Lek. wet. Natalia Kucharczyk – współwłaścicielka Przychodni weterynaryjnej VIVA we Wrocławiu, specjalista chorób psów i kotów, miłośniczka okulistyki weterynaryjnej, w szczególności badań siatkówki oka. Od 2011r. jest członkiem ESVO (European Society of Veterinary Ophthalmology). Odyła szkolenie z zakresu elektroretinografii (ERG) na Uniwersytecie Kalifornijskim w Davis oraz na Kongresie Okulistów Weterynaryjnych (ESVO) w Dublinie w 2010r. W czerwcu 2012r. ukończyła kurs okulistyki weterynaryjnej - 10th Biannual William Magrane Basic Science Course in Veterinary and Comparative Ophthalmology w Raleigh, USA. W 2016r zdobyła tytuł Specjalisty Chorób Psów i Kotów. (www.vivawet.pl)

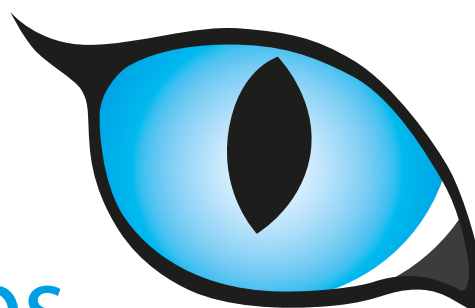


Lek. wet. Paweł Stefanowicz – właściciel Przychodni weterynaryjnej RETINA w Krakowie. Członek Europejskiego Stowarzyszenia Okulistów Weterynaryjnych (ESVO), wiceprzewodniczący sekcji okulistyki Polskiego Stowarzyszenia Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt. W 2008r. ukończył specjalistyczne szkolenie z zakresu okulistyki na Uniwersytecie Luksemburskim w ramach Kursu ESAVS. W roku 2013 ukończył studia specjalizacyjne z zakresu chirurgii zwierząt domowych i uzyskał tytuł specjalisty. W 2014 r. odbył staż na oddziale okulistycznym referencyjnej kliniki specjalistycznej Animal Health Trust w Newmarket w Wielkiej Brytanii. (www.weterynarz-okulista.pl)



mgr Mateusz Durbas – dietetyk kliniczny i sportowy, autor licznych artykułów o tematyce żywienia i suplementacji. Absolwent dietyki i uczestnik wielu szkoleń z zakresu żywienia klinicznego oraz dietyki sportowej. Przyjmuje na konsultacje żywieniowe w Poradni Dietetycznej NUTRI CREATIVE w Krakowie oraz w Fundacji GODULA-HOPE w Rudzie Śląskiej, a także online. Na co dzień współpracuje z klientami zmagającymi się z licznymi dolegliwościami zdrowotnymi oraz osobami aktywnymi fizycznie i sportowcami. Prywatnie miłośnik psów. (www.mateuszdurbas.pl)

VisioPet VetCaps



Wpływ antyoksydantów na funkcjonowanie narządu wzroku u psów i kotów.

Antioxidants effects on the organs of the visual system functioning in dogs and cats.

Abstract:

Compounds with oxidizing properties take part in a series of reactions occurring in the structures of the eye and lacrimal glands. Proper functioning of a complex organ the eye is, depends on the proper metabolic reactions regulated by Omega-3 fatty acids. It also depends on systems that reduce reactive oxygen species and protect the cornea, lens and retina from harmful UV radiation. Some of the antioxidants have a direct function in the visual process (alpha lipoic acid) or are precursors to important coenzymes (carotenoids, vitamins A, C and E). Antioxidants also contribute to better nutrient and blood supply to the eyeball. They are an inseparable element of the therapy of senile degenerative processes, diabetic cataracts, retinopathy, glaucoma or dry eye syndrome. The administration of antioxidants (carotenoids, flavonoids, alpha-lipoic acid, Omega-3 fatty acids, zinc) is considered to be a proper auxiliary treatment after ophthalmic surgery, as well as during increased exercise in sport dogs or after a period of malnutrition.

Streszczenie

Związki o właściwościach utleniających biorą udział w szeregu przemian zachodzących w strukturach oka oraz gruczołach łzowych. Poprawne funkcjonowanie złożonego narządu wzroku jest uzależnione od prawidłowych przemian metabolicznych regulowanych przez kwasy tłuszczowe Omega-3, a także od systemów redukujących reaktywne formy tlenu i chroniących rogówkę, soczewkę oraz siatkówkę przed szkodliwym promieniowaniem UV. Część z antyoksydantów pełni bezpośrednią funkcję w procesie widzenia (kwas alfa-liponowy) lub stanowi prekursor ważnych koenzymów (karotenoidy, witaminy A, C i E). Przeciwoxidanci przyczyniają się również do lepszego odżywienia i ukrwienia gałki ocznej. Stanowią nieodłączny element terapii starczych procesów degeneracyjnych, zaćmy cukrzycowej, retinopatii, jaskry czy zespołu suchego oka. Podawanie antyoksydantów (karotenoidów, flawonoidów, kwasu alfa-liponowego, kwasów tłuszczowych Omega-3, cynku) uznaje się za właściwe postępowanie wspomagające po zabiegach okulistyki, a także w czasie wzmożonego wysiłku u psów sportowych, czy po okresie niedożywienia.

Key words:

antioxidants, nutraceuticals, oxidative stress, eyes, retina, lens, vision, cataract, glaucoma, alpha-lipoic acid, carotenoids, omega-3 fatty acids, EPA, DHA, flavonoids, ginkgo biloba, anthocyanins, proanthocyanidins, antioxidant vitamins, zinc.

Antyoksydanty (przeciwutleniacze) to grupa związków, które zapobiegają procesom utleniania w organizmie oraz mają zdolność do neutralizacji reaktywnych form tlenu (ROS, ang. reactive oxygen species) powstających w wyniku tej reakcji chemicznej. Wolne rodniki, jako wyjątkowo reaktywne cząsteczki, wchodzą w reakcje w zasadzie ze wszystkimi składnikami komórek. Uszkodzenia komórkowe będące następstwem działania wolnych rodników są definiowane jako stan stresu oksydacyjnego. Nadmiar reaktywnych form tlenu w organizmie może prowadzić do uszkodzenia białek, polisacharydów, lipidów obecnych we krwi, struktury DNA czy też nienasyconych kwasów tłuszczowych wchodzących w skład błon komórkowych. **Oslabienie bariery antyoksydacyjnej w komórkach organizmu może być przyczyną wielu chorób, takich jak zaćma, cukrzyca, zapalenie stawów, choroby serca, nerek czy też nowotwory.** Równowaga pomiędzy związkami utleniającymi i antyoksydacyjnymi jest niezbędna w komórce, by mogła ona optymalnie funkcjonować. Obniżenie poziomu reaktywnych form tlenu poprzez wzmocnienie obrony antyoksydacyjnej w komórce powinno zatem spowolnić

rozwoj zmian związanych z wiekiem [1, 20, 48].

Związki o właściwościach utleniających biorą udział w szeregu przemian zachodzących w strukturach oka oraz gruczołach łzowych. Oko jako precyzyjny narząd zmysłu, spełnia złożone funkcje układu optycznego oraz receptorowego. Ścianę gałki ocznej tworzą trzy zasadnicze warstwy:

1. Zewnętrzna - włóknista (*tunica fibrosa bulbi*) z przezroczystą częścią przednią, rogówką (cornea) przechodzącą w nieprzezroczystą twardówkę (sclera).
2. Środkowa - naczyńiówka (*tunica vasculosa bulbi, tunica media bulbi, uvea*) w części przedniej tworząca ciało rzęskowe (*corpus ciliare*) i tęczęwkę (iris), zaś w tylnej stanowiąca błonę naczyniową tylną (*uvea*) – dawniej zwaną jagodówką.
3. Wewnętrzna - siatkówka (*retina*).

Wewnątrz gałki ocznej zamknięte i chronione jej ścianą znajdują się elementy układu optycznego. W kierunku od zewnątrz są to: rogówka, przednia komora oka (*camera bulbi oculi anterior*) oraz za tęczęwką tylna ko-

mora oka (*camera bulbi oculi posterior*). Obie komory wypełnia ciecz wodnista (*humor aquosus*). Soczewka (*lens*) zawieszona jest więzadełkami soczewkowymi (*ligamentum ciliare*) na ciele rzęskowym (*corpus ciliare*). Znaczną objętość gałki ocznej stanowi ciało szkliste (*corpus vitreum*). Najbardziej wewnętrzną warstwę stanowi siatkówka, która składa się z części wzrokowej (receptorowej) i niereceptorowej pokrywającej ciało rzęskowe i tęczówkę [42, 52].

Proces starzenia się organizmu pozbawia soczewkę sprężystości, wpływa na utratę prawidłowego kształtu. Znaczącym problemem jest utrata przejrzystości soczewki u psów z cukrzycą. Metabolizm glukozy w soczewkach jest, w warunkach fizjologicznych, przeprowadzany efektywnie przez enzym heksokinazę. Nasycenie tego enzymu, w przypadku dużych stężeń glukozy, powoduje aktywację reduktazy aldozowej (AR), która przekształca glukozę do sorbitolu [45, 46, 48]. Gradient osmotyczny tego metabolitu powoduje wniknięcie wody do soczewki, utratę przezroczystości i funkcji tej struktury w nagłym, szybko postępującym patomechanizmie zaćmy cukrzycowej [44]. Kolejnymi procesami patologicznymi prowadzącymi do zmętnienia soczewki jest nieenzymatyczna glikacja białek oraz stres oksydacyjny. Reduktaza aldozowa i glutationowa współzawodniczą o źródło energii - NADPH, powodując spadek poziomu glutationu, czyli głównego czynnika antyoksydacyjnego w soczewce. Wykazano, że kwas alfa-liponowy wspomaga proces regeneracji glutationu do jego zredukowanej postaci oraz działa jako związek chelatujący jony metali i wiążący reaktywne formy tlenu [50, 51].

Siatkówka jest z kolei częścią gałki ocznej, która ze względu na swoją skomplikowaną budowę jest bardzo wrażliwa na wszelkie zmiany w odżywieniu czy unaczynieniu. Nieodpowiednia podaż składników odżywczych wpływa na zdolność widzenia oraz tempo rozwoju chorób - retinopatii. Siatkówka odpowiada za przemianę impulsu świetlnego w impuls nerwowy, który następnie odczytywany jest w mózgu w postaci obrazu. Odpowiednie funkcjonowanie komórek siatkówki jest kluczem do prawidłowego widzenia, a ich ocena jest o tyle utrudniona, że zwierzę nie powie nam jak i czy widzi. Siatkówka jest strukturą mocno złożoną i zróżnicowaną, a jej rozwój i funkcjonowanie znajduje się pod kontrolą znacznej liczby genów. Mutacje tych genów są najczęstszą przyczyną wielu dziedzicznych chorób oczu. Oprócz chorób wrodzonych siatkówkę uszkadzają czynniki zakaźne i niezakaźne, choroby o podłożu immunologicznym, zaburzenia metaboliczne oraz nowotwory [45].

Zdolność widzenia oceniana jest u zwierząt na podstawie przeprowadzonego badania okulistycznego, w trakcie którego sprawdza się odruchy neurologiczne, a także bada poszczególne struktury oka, w tym siatkówkę. Jest to ocena subiektywna. Wizualna ocena dna oka nie zawsze jest możliwa, gdyż obecność wad czy chorób rogówki, bądź soczewki może spowodować, że tylny odcinek oka nie będzie widoczny. Badaniem uzupełniającym i obiektywnym jest badanie elektroretinograficzne (ERG). Pozwala ono, analogicznie do elektrokardiografii (EKG) czy elektroencefalografii (EEG), na wykona-

nie zapisu pracy komórek siatkówki (fotoreceptorów), a zapis ten nie wymaga tego, aby rogówka lub soczewka były przeziernie. Oznacza to na przykład, że możemy dokładnie ocenić, czy pies będzie widział, czy nie, jeśli usuniemy zaćmę. Warto pamiętać o tym, że u zwierząt zmętnieniu soczewki często towarzyszy atrofia siatkówki. Stwierdzenie jej obumierania przed wykonaniem operacji fakoemulsyfikacji pozwala uniknąć niepotrzebnego znieczulenia. ERG jest więc ważnym narzędziem, dzięki któremu możemy obiektywnie stwierdzić, nawet na bardzo wczesnym etapie, czy siatkówka działa prawidłowo.

Oslabienie funkcji siatkówki zależne jest nie tylko od predyspozycji genetycznych, lecz również od odpowiedniego żywienia. Wyniki wielu badań klinicznych wskazują na to, że zbyt mała podaż np. **kwasy tłuszczowe Omega-3** czy **witamina E** mogą doprowadzić do retinopatii. Retinopatia związana z niedoborem witaminy A może wywołać ślepotę nocną. Sytuacja taka, choć bardzo rzadka, może zaistnieć, gdy upośledzone jest odpowiednie wchłanianie tłuszczów w przewodzie pokarmowym. Badania nad niedoborem witaminy E u psów pokazały, że brak tego bardzo ważnego związku o działaniu antyoksydacyjnym prowadzi do obumarcia fotoreceptorów (pręciki i czopki) w ciągu kilku miesięcy doprowadzając do utraty zdolności widzenia. Ciekawą pracą opublikowano też o grupie psów tropiących (m.in. rasy Beagle), które karmione były tzw. resztkami ze stołu. Okazało się, że przyczyną powoli postępującej utraty widzenia była źle zbilansowana dieta, w której brakowało odpowiedniej ilości tej witaminy. Ważnymi dla prawidłowego funkcjonowania siatkówki są też kwasy Omega-3, których dodatek do karmy nie tylko pozytywnie wpływa na lepszą sprawność czopków i pręcików w trakcie rozwoju oka, lecz również spowalnia pojawianie się zmian klinicznych na dnie oka przy retinopatiach [11, 36, 45].

Zatem wśród związków o działaniu przeciwutleniającym, które mogą mieć istotne znaczenie w profilaktyce i wsparciu leczenia chorób oczu o podłożu wolnorodnikowym, takich jak np. zaćma, jaskra czy zwyrodnienie siatkówki możemy wyróżnić:

- Kwasy Omega-3 (szczególnie EPA i DHA),
- Cynk,
- Polifenole,
- Ginkoflawonoglikozydy,
- Kwas alfa-liponowy,
- Karotenoidy,
- Witaminy: A, C i E,
- Proantocyjanidyny,
- Antocyjany.

Kwasy Omega-3, zwłaszcza kwas eikozapentaenowy (EPA) i kwas dokozahexaenowy (DHA) poprawiają ukrwienie nerwu wzrokowego, zabezpieczają komórki nerwowe przed ich uszkodzeniem w przebiegu cukrzycy oraz zmniejszają ryzyko wystąpienia retinopatii cukrzycowej. Szczególnie wysoka zawartość kwasów Omega-3 występuje w istocie szarej mózgu oraz siatkówce oka. DHA jest głównym składnikiem fosfolipidów błon komórkowych i odpowiada za prawi-

dłowy rozwój ostrości widzenia zarówno u dzieci, jak i u szceniąt. Niższa zawartość DHA jest związana z gorszym rozwojem poznawczym i osłabieniem funkcji wzrokowych. Wyniki eksperymentu przeprowadzonego z udziałem myszy wskazują, że DHA przyczynia się do prawidłowej pracy narządu wzroku poprzez utrzymywanie kształtu dysku w komórkach fotoreceptorowych i jest to też główna funkcja tego długołańcuchowego kwasu tłuszczowego w siatkówce oka. Liczne doniesienia naukowe sugerują także, że dieta uboga w kwasy Omega-3 jest istotnym czynnikiem ryzyka rozwoju syndromu suchego oka, dlatego obserwuje się w badaniach z udziałem zwierząt bardzo korzystny wpływ kwasów EPA i DHA zastosowanych jako element wspomagający proces leczenia keratoconjunctivitis sicca (zespół suchego oka). Co więcej, w innych badaniach z udziałem rosnących psów zauważono, że włączenie do codziennej diety oleju rybiego bogatego w kwasy Omega-3, a dokładnie kwas eikozapentaenowy i dokozahexaenowy wiąże się z poprawą funkcji poznawczych, psychomotorycznych, immunologicznych oraz ze zwiększoną aktywnością siatkówki oka u badanych zwierząt [5, 8, 12, 22, 26, 35, 40, 55].

Cynk jest pierwiastkiem śladowym, który obficie występuje w tkankach ocznych, a w szczególności w siatkówce oka. Stanowi ważny składnik systemu antyoksydacyjnego organizmu, chroniącego przed działaniem reaktywnych form tlenu. Przyczynia się do lepszego odżywienia i ukrwienia gałki ocznej oraz zahamowania aktywacji dopełniacza w komórkach nabłonka pigmentowego siatkówki. Badania z udziałem szczurów z cukrzycą wskazują, że istotne działanie cynku w kontrolowaniu hiperglikemii oraz ochronie siatkówki oka przed stresem oksydacyjnym, będącym podstawowym mechanizmem rozwoju retinopatii cukrzycowej [29, 41, 43].

Związki polifenolowe znajdujące się w **ekstrakcie z zielonej herbaty** wykazują silne działanie przeciwutleniające, co przyczynia się do redukcji stresu oksydacyjnego i stanowi skuteczną profilaktykę chorób oczu o podłożu wolnorodnikowym. W licznych eksperymentach przeprowadzonych z udziałem szczurów oraz myszy zaobserwowano korzystny wpływ substancji **EGCG** (galusan epigallokatechiny) o działaniu antyoksydacyjnym, znajdującej się w **ekstrakcie z zielonej herbaty** na ochronę tkanek oka przed uszkodzeniami powodowanymi przez reaktywne formy tlenu. Ponadto związek ten wykazuje silne działanie protekcyjne na indukowane przez promieniowanie ultrafioletowe UV-B uszkodzenia oksydacyjne rogówki u myszy ze względu na wzrost aktywności układu antyoksydacyjnego i hamowanie peroksydacji lipidów oraz białek [7, 9, 17, 25].

Ekstrakt z miłorzębu japońskiego (Ginkgo biloba) zawiera rozmaite flawonoidy, w tym ginkoflawonoglikozydy, które poprawiają ukrwienie tkanek narządu wzroku, neutralizują działanie reaktywnych form tlenu i zwiększają zdolność antyoksydacyjną siatkówki oraz częściowo hamują apoptozę fotoreceptorów, a tym samym wywierają ochronny wpływ na fotoreceptory. Uważa się, że właściwości farmakologiczne miłorzębu japońskiego są szczególnie ukierunkowane na czynniki związane z jaskrą, a więc

zaburzone mikrokrążenie oczne, stres oksydacyjny, upośledzenie funkcji mitochondriów w komórkach zwojowych siatkówki, dlatego też przypuszcza się, że dodatkowa suplementacja może przynieść potencjalne korzyści w procesie leczenia choroby [10, 51].

Kwas alfa-liponowy (ang. **ALA** – alpha lipoic acid) redukuje proces glikacji białek i uszkodzenie komórek występujące w przebiegu retinopatii cukrzycowej, co znacząco wpływa na poprawę wzroku u zwierząt z cukrzycą. **Kwas alfa-liponowy** podawany kotom łagodzi uszkodzenie komórek zwojowych siatkówki oraz wykazuje korzystne działanie neuroprotektoryjne poprzez aktywację ochrony antyoksydacyjnej, dzięki czemu częściowo odnawia funkcjonowanie mechanizmu kontrolnego regulującego aktywność neuronów oraz znacząco poprawia zdolność wytworzenia sygnału wizualnego przez komórki zwojowe siatkówki. Ponadto, w jednym z badań z udziałem szczurów zaobserwowano, że **ALA** wykazywał specyficzne miejscowo działanie antyoksydacyjne i był ważnym czynnikiem wpływającym na poprawę wyglądu oka u zwierząt z zespołem suchego oka. Co więcej w tym samym badaniu odnotowano, że suplementacja długołańcuchowymi wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi oraz kwasem alfa-liponowym przywracała produkcję łez, czego skutkiem była poprawa w teście Schirmera we wszystkich grupach otrzymujących suplementy. **ALA** zmienił metabolizm reaktywnych form azotu, powodując zwiększoną aktywność peroksydazy łożowej i polepszoną produkcję łez [3, 46, 50].

Karotenoidy, do których zaliczamy m.in.: **luteinę, zeaksantynę, likopen, β-karoten, astaksantynę**, chronią struktury oka – rogówkę, soczewkę, siatkówkę przed szkodliwym promieniowaniem UV (wysokoenergetycznym światłem niebieskim). Zabezpieczają również komórki tkanki nerwowej przed stresem oksydacyjnym, poprawiają przewodnictwo elektryczne w siatkówce oka oraz jej prawidłowe funkcjonowanie u osobników z jaskrą. W badaniu z udziałem myszy zaobserwowano, że astaksantyna w dawce 100 mg/kg hamowała dysfunkcję siatkówki mierzoną za pomocą ERG i ONL oraz zmniejszała ekspresję komórek apoptycznych i 8-hydrokso-deoksyguanozyny, indukowanych przez ekspozycję na światło. Odkrycia te sugerują, że astaksantyna działa ochronnie przeciwko uszkodzeniu siatkówki wywołanym ekspozycją na światło poprzez mechanizm jej działania antyoksydacyjnego [32, 42].

Witaminy A, C i E, które charakteryzują się działaniem przeciwutleniającym, są niezbędne do optymalnego funkcjonowania oraz odnowy tkanki nabłonkowej, co warunkuje prawidłową strukturę i pracę oka. **Witaminy antyoksydacyjne** regulują także proces wydzielania łez i zapewniają właściwe odżywienie soczewki. Podawanie witaminy E w postaci alfa-tokoferolu może chronić membrany siatkówki psów przed szkodliwymi skutkami stresu oksydacyjnego [15, 39, 53].

Antocyjany i proantocyjanidyny mają szerokie zastosowanie w profilaktyce oraz wspomaganie leczenia wielu zaburzeń czynności narządu wzroku. Przypuszcza się, że ich pozytywne działanie na oczy wynika ze

zwiększenia przepuszczalności kapilarnej oraz wpływu na kolagen w oku. Badania z udziałem królików dowiodły, że **antocyjany** zawarte w wyciągu z czarnych jagód wykazują działanie protekcyjne na siatkówkę oka w przypadku jej uszkodzenia wskutek ekspozycji na światło. Odnotowano, że podawane królikom w badaniu **antocyjany** zwiększały mechanizmy obrony antyoksydacyjnej, hamowały peroksydację lipidów, apoptozę komórek siatkówki i produkcję prozapalnych cytokin. W innym badaniu z udziałem szczurów zaobserwowano z kolei, że **proantocyjanidyny** znajdujące się w ekstrakcie z pestek winogron skutecznie hamowały powstawanie zaćmy u zwierząt, co podkreśla ich ważną rolę w profilaktyce zaćmy i postępu choroby [14, 19, 28, 47].

Badanie z udziałem grupy piętnastu psów opublikowane w roku 2015 w *International Journal of Diabetes and Clinical Research* dowiodło, że suplementowana kombinacja związków o działaniu przeciwutleniającym przeznaczona dla psów i zbliżona składem do kompozycji zawartej w preparacie **VisioPet VetCaps** korzystnie wpływa na opóźnianie tworzenia się zaćmy u zwierząt chorujących na cukrzycę. Podawany psom preparat zawierał grupę związków hamujących działanie enzymu **reduktazy aldozowej**, który nasila akumulację polioli (alkoholi cukrowych) i powoduje zaburzenia równowagi osmotycznej, napływ wody do wnętrza soczewki oraz jej zmętnienie i rozwój zaćmy. Do inhibitorów **reduktazy aldozowej (AR)** zastosowanych w badanych produkcie zaliczamy: **kwas alfa-liponowy, ekstrakt z pestek winogron (proantocyjanidyny), karotenoidy oraz kwasy tłuszczowe Omega-3 (EPA i DHA)**. Zaobserwowano średni czas bez zmiany zmętnienia soczewki wynoszący 278 ± 184 dni u psów suplementowanych **antyoksydantami** i 77 ± 40 dni w grupie otrzymującej placebo. Badanie pomimo małej grupy zwierząt wskazuje istotny potencjał możliwości wykorzystania związków o działaniu antyoksydacyjnym, będących jednocześnie inhibitorami enzymu reduktazy aldozowej, które mogą korzystnie oddziaływać na opóźnianie procesu mętnienia soczewki oka i chronić zwierzę przed rozwojem zaćmy [48].

Zastosowanie przeciwutleniaczy zawartych w preparacie o zbliżonym składzie do produktu **VisioPet VetCaps** oceniono również u myszy DBA/2J ze zdiagnozowaną jaskrą, gdzie naukowcy zweryfikowali ich wpływ na zmiany ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz parametry dwóch markerów stresu oksydacyjnego: **malondialdehydu (MDA) i czynnika transkrypcyjnego Nrf-2**. Po sześciu miesiącach eksperymentu zaobserwowano znaczące zmniejszenie ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz wspomnianych wcześniej markerów stresu oksydacyjnego (MDA i Nrf-2) w grupie myszy karmionych kombinacją antyoksydantów w porównaniu do grupy kontrolnej, która nie otrzymywała dodatkowej porcji przeciwutleniaczy. Wyniki badania sugerują, że odpowiednio dobrana grupa antyoksydantów w optymalnej ilości może hamować negatywne skutki działania reaktywnych form tlenu w organizmie i zmniejszać ciśnienie wewnątrzgałkowe, co jest bardzo istotne w zatrzymaniu postępu jaskry [38].

W innym badaniu z udziałem 50 psów przeanalizowano związek pomiędzy dietą bogatą w substancje o działaniu antyoksydacyjnym i przeciwzapalnym, takie jak: **karotenoidy, antocyjanidyny, wielonienasycone kwasy tłuszczowe Omega-3 (EPA i DHA), cynk oraz flawonoidy** pochodzące z **ekstraktu z zielonej herbaty**, a poprawą kliniczną podczas leczenia farmakologicznego syndromu suchego oka u zwierząt. Psy podzielono w eksperymencie na dwie grupy. 25 zwierząt otrzymywało leczenie farmakologiczne i standardową dietę (grupa SD), podczas gdy drugie 25 psów otrzymywało leczenie farmakologiczne oraz dietę bogatą w substancje wykazujące działanie przeciwutleniające oraz przeciwzapalne (grupa ND). Rezultaty badania wskazują na poprawę stanu klinicznego u zwierząt w grupie ND w przypadku silnego mrużenia powiek, przekrwienia oczu, obrzęku okolic oka oraz wypływu z oka, które okazały się być silnie uzależnione od przyjmowania **kwasy Omega-3 i antyoksydantów**, ponieważ nie zaobserwowano żadnej poprawy w grupie SD, w której zwierzęta nie otrzymywały wspomnianych wcześniej aktywnych biologicznie związków. Wyniki badania wyraźnie wskazują na szczególnie wpływ diety bogatej w **antyoksydanty** i związki o działaniu antyzapalnym na poprawę kliniczną podczas leczenia farmakologicznego syndromu suchego oka. Co więcej, **kwasy Omega-3 (EPA i DHA) oraz antyoksydanty** wydają się być bardzo skuteczne w powiększaniu naturalnej zdolności oczu do produkcji łez u psów cierpiących z powodu KCS [13].

Przedstawione w artykule dowody naukowe pokazują szereg korzyści z zastosowania związków o działaniu **antyoksydacyjnym** u zwierząt w celu zarówno profilaktyki jak i wsparcia leczenia **chorób oczu**, zwłaszcza w których patogenezie duża rolę odgrywają uszkodzenia spowodowane przez stres oksydacyjny. Znaczenie **reduktazy aldozowej** i zmian oksydacyjnych w mechanizmie powstawania powikłań cukrzycowych narządu wzroku wskazuje, że podawanie **inhibitorów reduktazy aldozowej i przeciwutleniaczy** może być pomocnym rozwiązaniem opóźniającym rozwój zaćmy u psów oraz kotów. Doświadczenia autorów wskazują, że preparat **VisioPet VetCaps** będący skoncentrowanym źródłem czternastu **antyoksydantów** może być użytecznym narzędziem we wspomaganie leczenia chorób narządu wzroku o podłożu wolnorodnikowym występujących u zwierząt towarzyszących. Niewątpliwie konieczne są dalsze badania, integrujące wszystkie kwestie związane z mechanizmem powstawania **jaskry, zaćmy** i innych schorzeń **narządu wzroku**, czynnikami ryzyka ich rozwoju, zarówno endogennymi, jak i egzogennymi oraz ich interakcjami, co pozwoli nam osiągnąć nowe, skuteczne terapie w celu zapobiegania nieodwracalnej utracie wzroku [34, 52].

Piśmiennictwo:

1. Akpinar D., Yargıçođlu P., Derin N., Alicigüzel Y., Ađar A.: The effect of lipoic acid on antioxidant status and lipid peroxidation in rats exposed to chronic restraint stress. *Physiol Res.* 2008; 57 (6): 893-901.
2. Akuffo K.O., Beatty S., Peto T., Stack J., Stringham J., Kelly D., Leung I., Corcoran L., Nolan J.M.: The Impact of Supplemental Antioxidants on Visual Function in Nonadvanced Age-Related Macular Degeneration: A Head-to-Head Randomized Clinical

- Trial. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017, 58 (12): 5347-5360. doi: 10.1167/iovs.16-21192.
- Andrade AS., Salomon TB., Behling CS. i wsp.: Alpha-lipoic acid restores tear production in an animal model of dry eye. Exp Eye Res. 2014 Mar;120:1-9.
 - Basher A.W., Roberts S.M.: Ocular manifestations of diabetes mellitus: Diabetic cataracts in dogs. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 1995, 25, 661-676.
 - Bauer J., Heinemann K., Lees G.: Retinal Functions of Young Dogs Are Improved and Maternal Plasma Phospholipids Are Altered with Diets Containing Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids during Gestation, Lactation, and after Weaning. J Nutr. 2006, 136(7): 1991S-1994S.
 - Busse E., Zimmer G., Schophl B., Kornhuber B.: Influence of alpha-lipoic acid on intracellular glutathione in vitro and in vivo. Arzneim.-Forsch. 1992, 42, 829-831.
 - Chen MH., Tsai CF., Hsu YW. i wsp.: Epigallocatechin gallate eye drops protect against ultraviolet B-induced corneal oxidative damage in mice. Mol Vis. 2014 Feb 7;20:153-62.
 - Chew E.Y.: Dietary Intake of Omega-3 Fatty Acids From Fish and Risk of Diabetic Retinopathy. JAMA. 2017, 317 (21): 2226-2227.
 - Chu KO., Chan KP., Yang YP. i wsp.: Effects of EGCG content in green tea extract on pharmacokinetics, oxidative status and expression of inflammatory and apoptotic genes in the rat ocular tissues. J Nutr Biochem. 2015 Nov;26(11):1357-67.
 - Cybulska-Heinrich AK., Mozaffarieh M., Flammer J.: Ginkgo biloba: an adjuvant therapy for progressive normal and high tension glaucoma. Mol Vis. 2012;18:390-402.
 - Davidson M.G., Geoly F.J., Gilger B.C., McLellan G.J., Whitley W.: Retinal degeneration associated with vitamin E deficiency in hunting dogs. J Am Vet Med Assoc. 1998, 213 (5): 645-51.
 - Deinema L.A., Vingrys A.J., Wong C.Y., Jackson D.C., Chinnery H.R., Downie L.E., A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Clinical Trial of Two Forms of Omega-3 Supplements for Treating Dry Eye Disease. Ophthalmology. 2017, 124(1): 43-52.
 - Destefanis S., Giretto D., Muscolo M. Di Cerbo A., Guidetti G., Canello S., Giovazzino A., Centenaro S., Terrazzano G.: Clinical evaluation of a nutraceutical diet as an adjuvant to pharmacological treatment in dogs affected by Keratoconjunctivitis sicca. BMC Vet Res. 2016, 22, 12 (1): 214.
 - Durukan AH., Evreklioglu C., Hurmeric V. i wsp.: Ingestion of IH636 grape seed proanthocyanidin extract to prevent selenite-induced oxidative stress in experimental cataract. J Cataract Refract Surg. 2006 Jun;32(6):1041-5.
 - Evans J.R., Lawrenson J.G.: Antioxidant vitamin and mineral supplements for slowing the progression of age-related macular degeneration. Cochrane Database Syst Rev. 2017, 31;7:CD000254.
 - Gelatt K.N., Gilger B.C., Kern T.J.: Veterinary Ophthalmology, Fifth Edition, 2013.
 - Gupta S.K., Halder N., Srivastava S., Trivedi D., Joshi S., Varma S.D.: Green tea (Camellia sinensis) protects against selenite-induced oxidative stress in experimental cataractogenesis. Ophthalm Res. 2002, 34 (4): 258-263.
 - Hejtmancik J.F., Riazuddin, S.A., McGreal R., Liu W., Cvekl A., Shiels A.: Lens Biology and Biochemistry. Prog. Mol. Biol. Transl. Sci. 2015, 134, 169-201.
 - Hwang J.W., Kim E.K., Lee S.J., Kim S.J., Moon H. S., Jeon B. T., Sung S. H., Kim E. T., Park P.J.: Antioxidant activity and protective effect of anthocyanin oligomers on H2O2 triggered G2/M arrest in retinal cells. J Agric Food Chem. 2012, 2, 60 (17): 4282-8.
 - Ivanova D.G., Yankova T.M.: The free radical theory of aging in search of a strategy for increasing life span. Folia Medica 2013; 55: 33-41.
 - Jalbert I.: Diet, nutraceuticals and the tear film. Exp Eye Res. 2013 Dec;117:138-46.
 - Jensen C.L., Voigt R.G., Prager T.C., Zou Y.L., Fraley J.K., Rozelle J.C., Turcich M.R., Llorente A.M., Anderson R.E., Heird W.C.: Effects of maternal docosahexaenoic acid intake on visual function and neurodevelopment in breastfed term infants. Am J Clin Nutr. 2005, 82(1):125-132.
 - Kinoshito, J.H.: Pathways of glucose metabolism in the lens. Investig. Ophthalmol. Vis. Sci. 1965, 4, 619-628.
 - Krzyszowski T., Przała J.: Fizjologia Zwierząt. VIII wyd. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. 2005; S.110-114. Warszawa.
 - Kumar B., Gupta S.K., Nag T.C., Srivastava S., Saxena R.: Green tea prevents hyperglycemia-induced retinal oxidative stress and inflammation in streptozotocin-induced diabetic rats. Ophthalmic Res. 2012, 47 (2): 103-8.
 - Lauritzen L., Jørgensen M.H., Mikkelsen T.B., Skovgaard M., Straarup E.M., Olsen S.F., Hoy C.E., Michaelsen K.F.: Maternal fish oil supplementation in lactation: effect on visual acuity and n-3 fatty acid content of infant erythrocytes. Lipids. 2004, 39(3):195-206.
 - Mannu G.S.: Retinal phototransduction. NeuroSciences. 2014, 19 (4): 275-280.
 - Matsumoto H., Nakamura Y., Tachibana S., Kawamura S., Hirayama M.: Stimulatory effect of cyanidin 3-glycosides on the regeneration of rhodopsin. J. Agric. Food Chem., 2003, 51, 3560-3563.
 - Moustafa S.A.: Zinc might protect oxidative changes in the retina and pancreas at the early stage of diabetic rats. Toxicol Appl Pharmacol. 2004, 201 (2):149-55.
 - Müller F., Koch K.W.: Calcium-binding proteins and nitric oxide in retinal function and disease. Acta Anat (Basel). 1998 162 (2-3):142-50.
 - Neves G., Lagnado L.: The retina. Current Biology. 1999, 9 (18): 374-677.
 - Otsuka T., Shimazawa M., Nakanishi T.: Protective effects of a dietary carotenoid, astaxanthin, against light-induced retinal damage. J Pharmacol Sci. 2013;123(3):209-18.
 - Phillipov P.P.: Phototransduction and calcium. Membr Cell Biol. 2000;13(2):195-206.
 - Ramana K.V.: Aldose Reductase: New Insights for an Old Enzyme. Biomol Concepts. 2011 Apr 1;2(1-2):103-114.
 - Ramchani-Ben Othman K., Cercy C., Amri M.: Dietary Supplement Enriched in Antioxidants and Omega-3 Protects from Progressive Light-Induced Retinal Degeneration. PLoS One. 2015; 10 (6): e0128395.
 - Riis R.C., Sheffy B.E., Loew E., Kern T.J., Smith J.S.: Vitamin E deficiency retinopathy in dogs. Am J Vet Res. 1981, 42 (1):74-86.
 - Sawicki W.: Histologia, V wyd. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008; s.403-418. Warszawa.
 - Schmidt C.C., Gionfriddo J.R., Freeman K.S., Wang H.H., Alyahya K., Madl J.E.: OcuGLO Rx™ Decreases lipid peroxidation, nuclear translocation of Nrf2 and intraocular pressure in glaucomatous DBA/2J mice. Animal Necessity LLC.
 - Seddon J.M.: Multivitamin-multimineral supplements and eye disease: age-related macular degeneration and cataract. Am J Clin Nutr. 2007, 85 (1): 304S-307S.
 - Shindou H., Koso H., Sasaki J. i wsp.: Docosahexaenoic acid preserves visual function by maintaining correct disc morphology in retinal photoreceptor cells. J Biol Chem. 2017 Jul 21;292(29):12054-12064.
 - Smailhodzic D., van Asten F., Blom A.M., Mohlin F.C., den Hollander A.L., van de Ven J.P., van Huet R.A., Groenewoud J.M., Tian Y., Berendschot T.T.: Zinc supplementation inhibits complement activation in age-related macular degeneration. PLoS One. 2014, 9(11):e112682.
 - Stringham J.M., Stringham N.T., O'Brien K.J.: Macular Carotenoid Supplementation Improves Visual Performance, Sleep Quality, and Adverse Physical Symptoms in Those with High Screen Time Exposure. Foods. 2017, 29, 6(7). pii: E47.
 - Ugarte M., Osborne NN.: Recent advances in the understanding of the role of zinc in ocular tissues. Metallomics. 2014 Feb;6(2):189-200.
 - Varma S.D.: Aldose reductase and the etiology of diabetic cataracts. Curr. Top. Eye Res. 1980, 3, 91-155.
 - Wang W., Hernandez J., Moore C., Jackson J., Narfström K. J Nutr Sci.: Antioxidant supplementation increases retinal responses and decreases refractive error changes in dogs. 2016, 10, 5: e18.
 - Wang Y., Wang W., Liu J., Huang X., Liu R., Xia H., Brecha N.C., Pu M., Gao J.: Protective Effect of ALA in Crushed Optic Nerve Cat Retinal Ganglion Cells Using a New Marker RBPM5. PLoS One. 2016, 11(8):e0160309.
 - Wang Y., Zhao L., Lu F. i wsp.: Retinoprotective Effects of Bilberry Anthocyanins via Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anti-Apoptotic Mechanisms in a Visible Light-Induced Retinal Degeneration Model in Pigmented Rabbits. Molecules. 2015 Dec 14;20(12):22395-410.
 - Williams D., Fitchie A., Colitz A.: An Oral Antioxidant Formulation Delaying and Potentially Reversing Canine Diabetic Cataract: A Placebo-controlled Double-masked Pilot Study. International Journal of Diabetes and Clinical Research, 2015; 2:1.
 - Williams D.L.: Oxidative stress and the eye. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 2008, 38, 179-192.
 - Xia H., Nan Y., Huang X., Gao J., Pu M. Effects of Tauroursodeoxycholic Acid and Alpha-Lipoic-Acid on the Visual Response Properties of Cat Retinal Ganglion Cells: An In Vitro Study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015 Oct;56(11):6638-45.
 - Xie Z., Wu X., Gong Y., Song Y., Qiu Q., Li C.: Intraperitoneal injection of Ginkgo biloba extract enhances antioxidation ability of retina and protects photoreceptors after light-induced retinal damage in rats. Curr Eye Res. 2007, 32 (5): 471-9.
 - Ying W., Luosheng T., Baihua C.: Oxidative Stress: Implications for the Development of Diabetic Retinopathy and Antioxidant Therapeutic Perspectives. Oxid Med Cell Longev. 2014: 752387.
 - Zapata G.L., Guajardo M.H., Terrasa A.M.: The in vitro protective effect of alpha-tocopherol on oxidative injury in the dog retina. Vet J. 2008, 177 (2): 266-72.
 - Zicker S.C., Hagen T.M., Joisher N., Golder C., Joshi D.K., Miller E.P.: Safety of long-term feeding of dl-alpha-lipoic acid and its effect on reduced glutathione:oxidized glutathione ratios in beagles. Vet. Ther. 2002, 3, 167-176.
 - Zicker S.C., Jewell D.E., Yamka R.M., Milgram N.W.: Evaluation of cognitive learning, memory, psychomotor, immunologic, and retinal functions in healthy puppies fed foods fortified with docosahexaenoic acid-rich fish oil from 8 to 52 weeks of age. J Am Vet Med Assoc. 2012, 241(5): 583-94.



VisioPet VetCaps

wyjątkowa kompozycja składników,
które odżywiają oczy

14 antyoksydantów
w 1 kapsułce

www.vetfood.pl