

Značaj fitokemikalija u prehrani

Božić, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic of Šibenik / Veleučilište u Šibeniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:143:762867>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**

Repository / Repozitorij:

[VUS REPOSITORY - Repozitorij završnih radova
Veleučilišta u Šibeniku](#)



VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
ODJEL STUDIJA MENADŽMENTA I TURIZMA
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ TURISTIČKI
MENADŽMENT

Maja Božić

ZNAČAJ FITOKEMIKALIJA U PREHRANI

Završni rad

Šibenik, 2023.

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
ODJEL STUDIJA MENADŽMENTA I TURIZMA
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ TURISTIČKI
MENADŽMENT

ZNAČAJ FITOKEMIKALIJA U PREHRANI

Završni rad

Kolegij: Nutricionizam u turizmu

Mentorica: dr.sc. Nikolina Gaćina, v. pred.

Studentica: Maja Božić

Matični broj studentice: 0011153985

Šibenik, rujan 2023.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Maja Božić**, studentica Veleučilišta u Šibeniku, JMBAG **0011153985**, izjavljujem pod materijalnom i kaznenom odgovornošću i svojim potpisom potvrđujem da je moj završni rad na **Stručnom prijediplomskom studiju turistički menadžment** pod naslovom:

ZNAČAJ FITOKEMIKALIJA U PREHRANI


isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Šibeniku, 18.09.2023

Student/ica:



ZNAČAJ FITOKEMIKALIJA U PREHRANI

MAJA BOŽIĆ

Mostarska 46, 22000 Šibenik

mbozic@vus.hr

Sažetak rada

Fitonutrijenti, odnosno fitokemikalije su spojevi iz biljaka koji djeluju povoljno na ljudski organizam. Fitokemikalije služe biljkama različitim bitnim funkcijama kao što je obrana od patogena, UV zračenja, oprašivanja, zaštita od biljojeda, a za ljude iako nisu esencijalne vrlo su korisne za poboljšanje zdravlja te često služe u svrhu preventivnog djelovanja. Najčešće se dijele u nekoliko velikih skupina kao što su alkaloidi, organosumporni spojevi, karotenoidi, fitosteroli i polifenoli koji se još dijele na manje podskupine. U ove skupine spadaju poznati spojevi poput kofeina, teina, β -karotena, likopena, kvercetina, resveratrola, antocijanida i mnogi drugi. Jedno od najčešćih navedenih svojstva fitonutrijenata je antioksidativno djelovanje, ali im se još može prepisati antikancerogena, protuupalna, imunostimulativna te mnoga druga svojstva. Mediteranska prehrana koja je karakteristična za naša podneblja je bogata fitonutrijentima te kao takva se preporučuje i u ostalim djelovima svijeta. Također i mnoge druge namirnice sadrže ove tvari te je preporuka uvesti ih u svakodnevnu prehranu.

(32 stranica / 17 slika / 2 tablice / 61 literaturnih navoda / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u digitalnom repozitoriju Knjižnice Veleučilišta u Šibeniku.

Ključne riječi: fitokemikalije, podjela fitokemikalija, utjecaj na zdravlje čovjeka, mediteranska prehrana

Mentorica: dr.sc. Nikolina Gaćina, v. pred.

Rad je prihvaćen za obranu dana:

IMPORTANCE OF PHYTOCHEMICALS IN DIET

MAJA BOŽIĆ

Mostarska 46, 22000 Šibenik

mbozic@vus.hr

Abstract

Phytonutrients, or phytochemicals, are compounds from plants that have a beneficial effect on the human body. Phytochemicals serve plants with various important functions, such as defense against pathogens, UV radiation, pollination, protection from herbivores, and for humans, although they are not essential, they are very useful for improving health and often serve the purpose of preventive action. They are most often divided into several large groups such as alkaloids, organosulfur compounds, carotenoids, phytosterols and polyphenols, which are further divided into smaller subgroups. These groups include well-known compounds such as caffeine, thein, β -carotene, lycopene, quercetin, resveratrol, anthocyanides and many others. One of the most commonly mentioned properties of phytonutrients is antioxidant activity, but they can also be prescribed anticancer, anti-inflammatory, immunostimulating and many other properties. The Mediterranean diet, which is characteristic of our climate, is rich in phytonutrients and as such is recommended in other parts of the world. Many other foods also contain these substances and it is recommended to introduce them into your daily diet.

(32 pages / 17 figures / 2 tables / 61 references / original in Croatian language)

Thesis deposited in Polytechnic of Šibenik Library digital repository

Keywords: phytochemicals, classification of phytochemicals, health benefits, Mediterranean diet

Supervisor: PhD Nikolina Gaćina, S. Lecturer

Paper accepted:

SADRŽAJ

1. UVOD.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
2.FITOKEMIKALIJE I NJIHOVA ULOGA U BILJKAMA	2
2.1. Utjecaj na čovjeka	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
2.1.1. Metabolizam fitokemikalija kroz probavni sustav	3
2.1.2. Oksidativni stres i antioksidativno djelovanje	4
3. KLASIFIKACIJA PREHRAMBENIH FITOKEMIKALIJA	6
3.1. Alkaloidi.....	7
3.2. Organski spojevi sa sumporom	10
3.3. Fitosteroli	12
3.4. Karotenoidi.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.4.1. Beta karoten.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.4.2. Likopen.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.4.3. Lutein i zeaksantin	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.4.4. Astaksantin.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.5. Polifenoli i njihova podjela	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
3.5.1. Fenolne kiseline.....	20
3.5.2. Neflavonoidi.....	20
3.5.3. Flavonoidi.....	21
3.5.3.1.Kvercetin i rutin	22
3.4.3.2. Kurkumin	24
3.4.3.3. Resveratrol	25
4. Fitokemikalije u prehrani.....	27
4.1. Mediteranska prehrana	27
4.2. Namirnice sa većim udjelom fitokemikalija	29
5. ZAKLJUČAK.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
LITERATURA	33
PRILOZI	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.

1. UVOD

U ovom radu će se obraditi fitokemikalije odnosno fitonutrijenti, prirodni spojeve iz biljaka koje nas neprestano "služe " svojim blagodatima. Manje poznati, a fantastičnih učinaka svakodnevne konzumacije, koje se kao takve svrstavaju u zdravu prehranu „bok uz bok“ sa već poznatim vitaminima i mineralima. Oko 400. godine prije Krista, Hipokrat je rekao, "smrt sjedi u crijevima" i "loša probava je korijen svih zala", ukazujući na značajan doprinos ljudske probave i poboljšanju zdravlja uključujući zdravu prehranu (Santhiravel i sur., 2022). Zdrava prehrana nije samo privremeno rješenje, već stil života, a svjesnim odabirom onoga što se konzumira, mogu se otključati ogromne dobrobiti koje proizlaze iz uravnoteženog i zdravog pristupa prehrani.

Cilj rada je utvrditi koji su najčešći pojavni oblici fitokemikalija, gdje se najviše pronalaze te kako povoljno djeluju na ljudski organizam, kako bi se vođeni tom spoznajom mogli uvesti u sastavni dio naše prehrane i stila života.

Rad je podijeljen u četiri dijela. Nakon uvodnog razmatranja u drugom dijelu definira se pojam fitokemikalija te se razmatra njihova uloga u biljkama. Fokus je stavljen na važnost probavnog trakta kao početno mjesto djelovanja. Također, pojašnjava se značenje antioksidativnog djelovanja kao najvažnije i najčešće svojstvo fitonutrijenata. U trećem, ujedno i glavnom poglavlju rada klasificiraju se fitokemikalije na glavne skupine u odnosu na njihov prehrambeni značaj za čovjeka, te se obrađivaju njihove podskupine i glavni predstavnici. U četvrtom dijelu prikazan je osvrt na mediteransku prehranu kao prehranu našeg podneblja te se povezuje važnost fitokemikalija koje su prisutne u mediteranskim i ostalim. U posljednjem poglavlju rada iznesena su zaključna razmatranja.

2. FITOKEMIKALIJE I NJIHOVA ULOGA U BILJKAMA

Zdrava prehrana prvenstveno se sastoji od svježeg voća i povrća, nemasnih proteina, cjelovitih žitarica i zdravih masnoća. Ove komponente sinergijski osiguravaju esencijalne vitamine, minerale i makronutrijente koji pokreću naše tijelo i podržavaju optimalno funkcioniranje. Međutim, pridržavajući se zdrave prehrane u organizam se unosi i određena količina fitonutrijenata. Fitokemikalije, također poznate kao fitonutrijenti, su prirodni spojevi pronađeni u biljkama koji se ne smatraju esencijalnim hranjivim tvarima, ali posjeduju nevjerojatna svojstva koja utječu na zdravlje. Ove bioaktivne tvari voću, povrću, mahunarkama i cjelovitim žitaricama daju živopisne boje i prepoznatljive okuse. Međutim, njihov utjecaj na naše tijelo daleko nadilazi estetiku. Koncept fitokemikalija i njihove važnosti za ljudsko zdravlje pojavio se krajem 20. stoljeća kada su se znanstvena istraživanja više usredotočila na prehrambene aspekte hrane biljnog podrijetla, te je njihov utjecaj na ljudsko zdravlje zaokupio je pozornost znanstvenika i nutricionista.

Fitokemikalije služe biljkama različitim bitnim funkcijama. Leitzmann (2016) navodi nekoliko razloga zašto biljke proizvode fitonutrijente:

1. Obrana od patogena¹: fitokemikalije djeluju kao prirodni obrambeni mehanizmi protiv patogena, uključujući bakterije, viruse, gljivice i druge mikroorganizme. Oni mogu spriječiti rast ili ubiti te patogene, štiteći biljku od infekcija.
2. Zaštita od biljojeda: Određene fitokemikalije imaju odvraćajuća ili toksična svojstva koja obeshrabruju biljojede da se hrane biljkama. Mogu djelovati kao repelenti za hranjenje ili ometati probavne procese biljojeda, smanjujući štetu uzrokovanu ispašom ili najezdom insekata.
3. Zaštita od UV zračenja: Biljke su izložene UV zračenju sunca koje može biti štetno. Fitokemikalije, kao što su flavonoidi i karotenoidi, djeluju kao spojevi koji apsorbiraju UV zračenje, štiteći tkiva biljke od pretjeranog izlaganja UV zrakama i smanjujući oštećenje DNA.
4. Oprašivanje i širenje sjemena: neke fitokemikalije, poput pigmenata i mirisnih spojeva, privlače oprašivače, poput pčela i leptira, osiguravajući uspješno oprašivanje. Osim

¹ Patogen se definira kao organizam koji uzrokuje bolest svom domaćinu, te uključuju viruse i bakterije kao i jednostanične i višestanične eukariote (Balloux i Dorp, 2017).

toga, voće često proizvodi atraktivne boje i arome kako bi privuklo životinje da ih pojedu i rasprši sjemenke kroz njihov probavni sustav.

5. Regulacija rasta: neke fitokemikalije reguliraju različite aspekte rasta i razvoja biljaka, kao što su dioba stanica, produljenje i diferencijacija.

Biljke proizvode fitokemikalije svojim metaboličkim putovima. Ovi putovi uključuju složene biokemijske reakcije, često specifične za određene biljne vrste ili porodice. Na proizvodnju fitokemikalija utječu različiti čimbenici, uključujući genetske čimbenike, uvjete okoliša (kao što su svjetlost, temperatura i dostupnost hranjivih tvari) i interakcije s drugim organizmima (kao što su patogeni ili biljojedi). Specifični okidači i mehanizmi fitokemijske proizvodnje mogu uvelike varirati među različitim biljnim vrstama, pa čak i unutar različitih dijelova iste biljke (Li i sur., 2012).

2.1 UTJECAJ NA ČOVJEKA

Unosom fitokemikalija kroz probavni sustav započinje njihovo djelovanje na opće stanje organizma čovjeka, a najčešće se spominje antioksidativno djelovanje.

2.1.1 Metabolizam fitokemikalija kroz probavni sustav

Ljudski probavni sustav složen je mikrobni ekosustav poznat kao crijevna mikrobiota. Mikrobiota je uključena u nekoliko bitnih fizioloških procesa kao što su probava, apsorpcija i srodne fiziološke funkcije, te igra ključnu ulogu u određivanju zdravlja domaćina. Površina probavnog sustava kod ljudi je oko 260-300 m², što predstavlja glavne interakcije između mnogih dijelova ljudskog tijela, unutarnjih antigena i vanjskih čimbenika iz okoliša. Crijevna mikroflora složena je zajednica koja se sastoji od 10-100 trilijuna mikroba zastupljenih s oko 1000 vrsta. Veliki broj vanjskih mikroorganizama i približno šezdeset tona hrane koji tijekom prosječnog životnog vijeka prolaze kroz probavni trakt ugrožavaju cjelovitost crijeva. Prije nekoliko desetljeća, ljudski probavni trakt se smatrao 'zaboravljenim organom' i jednostavno se smatrao dijelom sustava izlučivanja, a danas je prepoznat kao pojedinačni organ za metabolizam u ljudskom tijelu.

Uobičajena konzumacija određenih prehrambenih komponenti može utjecati izvan njihovih prehrambenih prednosti, mijenjajući raznolikost i funkciju crijevne mikrobiote te može manipulirati zdravljem. Fitokemikalije su nehranjive biološki aktivne biljne komponente koje

moгу modificirati sastav crijevne mikroflore putem selektivne stimulacije proliferacije² ili inhibicije³ određenih mikrobnih zajednica u crijevima. Biljke izlučuju te komponente i one se nakupljaju u staničnoj stijenci i odjeljcima staničnog soka (tijelo) za svoj razvoj i preživljavanje, a kao takve unose se u ljudski organizam. Ovi spojevi imaju nisku bioraspoloživost i dugotrajno zadržavanje u crijevima zbog svoje slabe apsorpcije. Slaba apsorpcija fitokemikalija dovodi do produženog vremena zadržavanja u crijevima gdje mogu imati korisnu ulogu utječući na crijevnju ekologiju (Mukonowenzou i sur., 2021).

Prehrana koja sadrži fitokemikalije za ljude i životinje sudjeluje u poboljšanju crijevnog mikrobioma što rezultira poboljšanim performansama i/ili općim zdravljem i blagostanjem

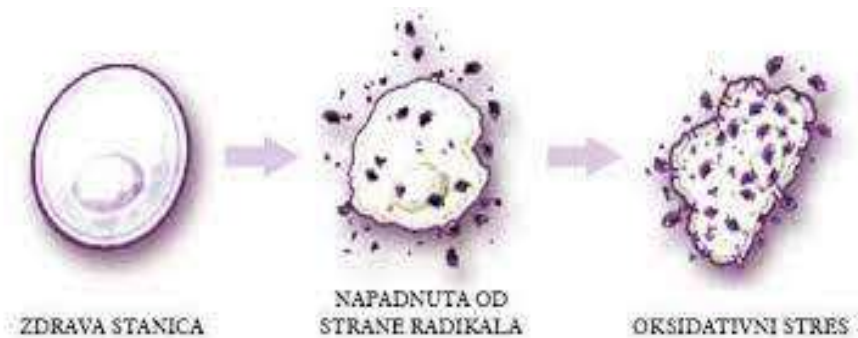
2.1.2 Oksidativni stres i antioksidativno djelovanje

Fitokemikalijama se uglavnom može prepisati antioksidativno djelovanje, koje je uzročno-posljedično oksidativnom stresu.

Slobodni radikali su molekule ili fragmenti molekula koji su vrlo nestabilni i reaktivni te imaju tendenciju hvatanja elektrona (oksidacija). Njihov životni vijek je vrlo kratak. U reakciji s drugim radikalima ili molekulama, slobodni radikal može stvoriti nove radikale. Slobodni radikali u organizmu nastaju kao posljedica metabolizma, ali i pri uvjetima aerobnog disanja i pri upalnim reakcijama. Međutim, osim endogenih izvora slobodnih radikala, svakodnevno smo izloženi i egzogenim izvorima kao što su zagađenje okoliša i zraka, ionizirajuće zračenje, UV zrake, otpad raznih industrija (posebice kemijske industrije), dim cigareta i sl. U uvjetima kada unos i proizvodnja slobodnih radikala u organizmu premaši mogućnosti endogenih antioksidacijskih enzima, slobodni radikali stupaju u lančane reakcije s biomakromolekulama i time dovode do oštećenja stanica i stanja poznatog kao oksidacijski stres (Bumba, 2021).

² Proliferacija - umnožavanje stanica; uzastopno stvaranje novih stanica tijekom stvaranja novoga tkiva. Često se javlja u stanjima u kojima je potrebno ubrzano umnožavanje stanica, npr. kod upale ili obnavljanja tkiva prilikom regeneracije (Hrvatska enciklopedija, 2021).

³ Inhibicija - Sprječavanje, kočenje, zaustavljanje, zadržavanje; zakočenost; smetnja, zapreka (Hrvatska enciklopedija, 2021)



Slika 1. Oksidacijski stres uzrokovan slobodnim radikalima,

Izvor: <http://premiermicronutrient.com/files/2012/01/cell-process.jpg>

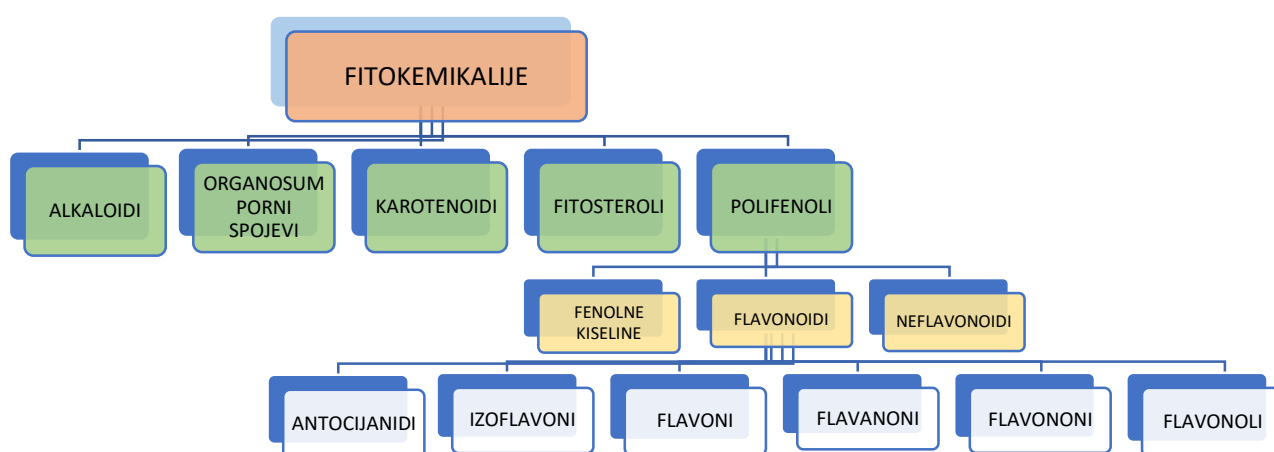
Posljedice oksidativnog stresa teško je prepoznati bez da se povežu s nekim drugim tegobama. Tegobe utječu na cijeli organizam, a mogu se prepoznati kroz kroničan umor, slabost i malaksalost, kronična nesanicija koja dovodi i do rastresenosti, problema s koncentracijom i na kraju depresije. Česta izloženost organizma ovom poremećaju dovodi do razvoja raznih bolesti kao što su neka upalna stanja, te razvoj karcinoma. Slobodni radikali slabe tjelesni imunitet protiv bakterija i virusa. Također, pospešuju starenje jer oštećuju DNA. Reumatoidni artritis posljedica je djelovanja slobodnih radikala na zglobove (Stolikovski, 2020).

Tvari koje štite stanice od oksidacijskog djelovanja slobodnih radikala nazivaju se antioksidansi. Antioksidansi djeluju na tri različita načina: oni mogu sniziti energiju slobodnih radikala, spriječiti njihovo nastajanje ili prekinuti lančanu reakciju oksidacije. Postoje dvije grupe antioksidansa koje su važne u organizmu): sintetizirani antioksidansi i kontrolirani endogeno (enzimi, proteini i drugi produkti metabolizma) te antioksidansi uneseni iz hrane (Lončar, 2015). Prirodni antioksidansi se nalaze u voću i povrću, morskim biljkama te plodovima mora koji se hrane morskim biljem. Postoji tisuće antioksidativnih spojeva a fitonutrijentima u prehrani ih se unosi najviše (Stolikovski, 2020).

3. KLASIFIKACIJA PREHRAMBENIH FITOKEMIKALIJA

Podrijetlo fitokemikalija leži u biljnom carstvu, gdje niz biljnih vrsta proizvodi nevjerojatnu raznolikost spojeva. Raznolikost fitokemikalija je zapanjujuća, međutim, relativno malo vrsta fitokemikalija je identificirana i izolirana iz biljaka, ali se smatra da postoje oko deset tisuća fitonutrijenata (Santhirave, 2022).

Mogu se klasificirati u nekoliko kategorija i na nekoliko načina na temelju njihove kemijske strukture i svojstava te učinaka koje pokriva (Lara i sur., 2020). Nastavno, kategorizirani su, odnosno podjeljeni na polifenole, alkaloide, karotenoide, organosumporne spojeve i fitosterole (Slika 2). Ova kvalifikacija uglavnom pokriva učinke fitokemikalija rezultirajući dobrobitima za ljudsko zdravlje kako bi se ukazalo na upute za njihovu potencijalnu upotrebu u ljudskoj prehrani.



Slika 2. Klasifikacija fitonutrijenata iz hrane; Izvor: sastavila autorica

Studije pokazuju da fitokemikalije djeluju kao snažni antioksidansi, štiteći naše stanice od oštećenja uzrokovanih štetnim slobodnim radikalima. Također posjeduju protuupalna svojstva, što može pomoći u smanjenju rizika od kroničnih bolesti kao što su bolesti srca i određene vrste karcinoma. Osim toga, neke su fitokemikalije povezane s poboljšanom imunološkom funkcijom i kognitivnim zdravljem. Neki dobro poznati primjeri uključuju antocijane koji se nalaze u borovnicama, likopen u rajčicama, resveratrol u grožđu i kvercetin u jabukama. Svaka fitokemikalija nudi jedinstveni skup dobrobiti, zbog čega je važno konzumirati široku paletu namirnica biljnog podrijetla kako bi se iskoristila njihova zajednička snaga.

3.1 Alkaloidi

Alkaloidi su prirodni spojevi s dušikom lužnatih svojstava koji imaju izraziti farmakološki učinak ("spojevi jakog djelovanja"). Naziv "alkaloid" doslovno znači tvar slična alkalijama (lužinama). Vrlo su rasprostranjeni u biljnom svijetu, a biljke koje ih sadrže često se ubraju u otrovne biljne vrste. Neki su toksični i u malim količinama kao što je solanin u krumpiru, a neke se koriste svakodnevno u prehrani kao uživala. Danas je poznato preko 2500 alkaloida, pa spadaju u najbrojniju skupinu prirodnih spojeva (Nikolić, 2010). Često djeluju na središnji živčani sustav pa se može reći da imaju izraženu biološku aktivnost.

Mogu biti ekstrahirani iz njihovih izvora, odnosno iz ljekovitih biljaka, ali su prisutni i u određenim vrstama voća, povrća, začinskog i ljekovitog bilja te se mogu kao i takve koristiti. Mogu se proizvoditi i sintetski. Područje biosinteze alkaloida još nije dovoljno istraženo, pa se alkaloidima daju nazivi najčešće po efektima finalnog proizvoda (uživala, opijumi) ili po biljci odakle je izoliran (solanin). Značajniji alkaloidi koji se koriste svakodnevno u hrani su: kofein (kava), tein (čaj), teobromin (čaj, kakao), teofilin (čaj), guaranin (guarana), kapsaicin (paprika), piperin (papar) i drugi.

Tablica 1. Značajniji alkaloidi koji se koriste kao uživala

Rb.	UŽIVALA	ALKALOID
1.	Kava	kofein
2.	Čaj	kofein, teobromin, teofilin
3.	Kakao	teobromin

Prema <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/alkaloidi>

Kofein je prirodni alkaloid, koji se dobija iz zrna kave, iz listova čaja i iz kakaovih zrna. Kofein je jedan od prirodnih psihostimulansa, imaju pobuđujući učinak na organizam. Prouzrokuje jasniji i brži tok misli, smanjuje pospanost i povećava budnost. Kofein je također glavni alkaloid čaja. Tein i kofein čine iste molekule, ali je u kavi zastupljen u mnogo većoj

koncentraciji. Iako su u osnovi kofein i tein isti alkaloidi, nazvani su različitim imenima. Razlog tome je da se kofein u kavi i kofein u čaju ipak razlikuju po tome što se povezuju s različitim molekulama (u zrnu kave ili listu čaja) i na drugačiji način utječu na tijelo. Sadržaj teina u čaju varira ovisno o vrsti lista koji je upotrijebljen za pripremu čaja i vremenskom periodu berbe. Neki čajevi obiluju teinom, dok drugi gotovo da ga uopće ne sadrže. Kofein iz čaja se, za razliku od kofeina iz kave, polagano razgrađuje u tijelu. To rezultira time da osoba ostaje budna i koncentrirana, bez osjećaja razdraženosti. Zbog ovih svojstava, čaj je izvrsno piće kako za poboljšanje mentalne tako i fizičke aktivnosti. No, važno je napomenuti da ovaj stimulans može uzrokovati nesanicu kod osjetljivih osoba.

Kofein se, osim u čaju, nalazi i u mnogim drugim proizvodima, kao što su čokolada, određeni lijekovi protiv bolova, preparati za ublažavanje simptoma prehlade te proizvodi namijenjeni kontroli tjelesne težine. Poznato je da postoji najmanje 63 biljne vrste koje sadrže kofein.

Teobromin je alkaloid prisutan prvenstveno u kakaou i čokoladi, a posebno u kakaovom zrnu, gdje čini otprilike 20% njihovog sastava. Osim toga, u manjim količinama se može pronaći i u guarani i čaju. Djeluje diuretski te potiče cirkulaciju u bubrezima i pomaže u eliminaciji štetnih tvari putem urinarnih puteva.



Slika 3. Alkaloidne namirnice,

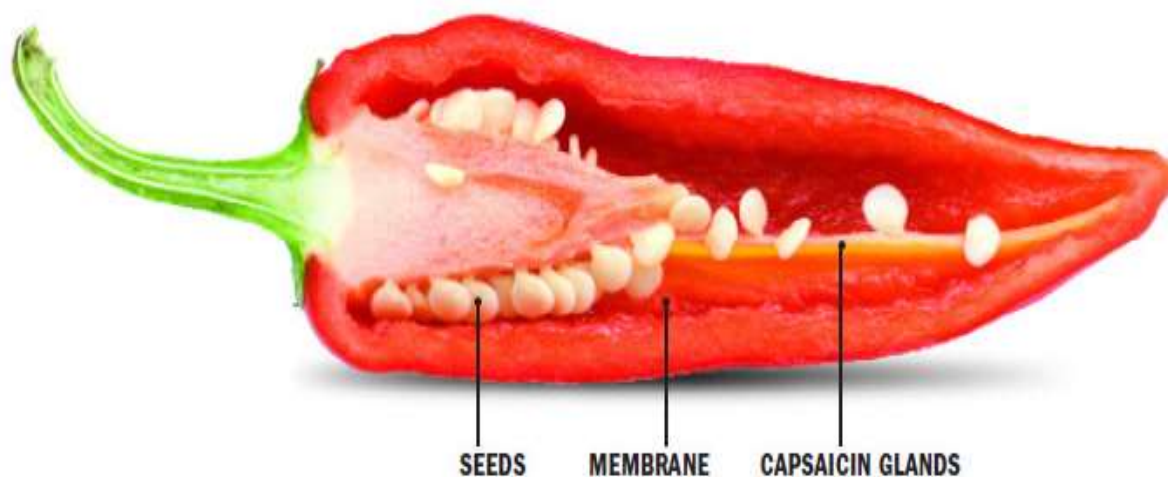
Izvor: <https://www.slideshare.net/lukarupcic/kakao-i-okoladapdf>

Teofilin se nalazi u čaju u znatno manjim količinama u usporedbi s kofeinom. Njegova ključna funkcija je u suštini vazodilatacija⁴, odnosno poboljšava cirkulaciju. To objašnjava zašto je čaj,

⁴ Vazodilatacija - proširenje krvnih žila, posebno malih arterija i arteriola, prouzročeno opuštanjem glatkoga mišićnoga tkiva njihove stijenke i praćeno povećanjem krvnoga protoka (*Struna, Hrvatsko strukovno nazivlje*)

bilo topao ili hladan, osvežavajuće piće. Vazodilatacija igra važnu ulogu u procesu termoregulacije. Važno je napomenuti da je teofilin i respiratorni stimulans te se koristi u pripremi određenih lijekova za liječenje astme, no čaj se ne smije koristiti kao zamjena za liječenje ove bolesti.

Kapsaicin je prirodni alkaloid, tvar zbog kojeg paprika ima karakterističan ljuti okus. Može djelovati iritirajuće na potencijalne štetocine i nametnike, a i kod ljudi stvara iluzije sagorijevanja u ustima. Iako je unos velikih doza kapsaicina hranom ponekad štetan za ljudsko zdravlje, postojeća literatura sugerira da je unos odgovarajuće doze vjerojatno koristan za zdravlje probavnog sustava (Xiang'Yiwei, 2022). Znanstvenici su dokazali da upotreba kapsaicina za smanjenje djelovanja *Helicobacter pylori*, glavnog uzročnika gastritisa. Također neke studije su dokazale da konzumacija hrane bogate chili paprikama pomaže kod smanjenja težine ubrzavajući rad metabolizama, nastavno tome pomaže sagorijavanju masnoća ali i smanjuje apetit. Različite sorte paprika i feferona sadrže varirajuće količine kapsaicina, pri čemu se *Habanero*, malena paprika koja raste na poluotoku Yukatanu u Meksiku, izdvaja po najvišem sadržaju kapsaicina. Ova paprika sadrži stotine puta više kapsaicina u usporedbi s običnom mađarskom paprikom. Fascinantno je da osjećaj ljutine uzrokovan kapsaicinima nije okus, već osjećaj topline koji ovi spojevi stvaraju. U tehničke standarde okusa spadaju: slatko, slano, kiselo, gorko i umami⁵. Ljutina je isključena jer su receptori ljutine isti kao i za toplinu.



Slika 4. Presjek i prikaz kapsaicinske žlijezde,

Izvor: <https://birdhousechillies.com/2019/03/12/capsaicin-and-capsaicinoids/>

⁵ Umami okus - Umami doživljaj važan je zbog raspoznavanja prisutnosti proteina u hrani, a doprinose mu brojni stimulansi od kojih se posebno ističu natrijev glutamat te 5'-inozin monofosfat i 5'-gvanozin monofosfat. Definira se kao „mesni“, „ugodan“ osjet (Samodol, 2015).

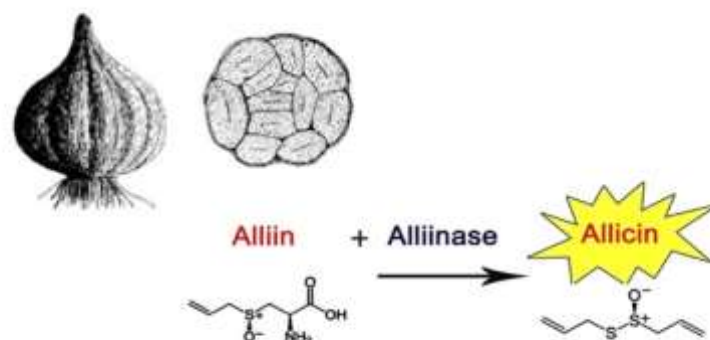
Piperin je alkaloid koji daje karakterističan okus i miris crnom i bijelom začinskom papru. Također se koristi u nekim oblicima tradicionalne medicine i kao sredstvo za suzbijanje insekata. Crni papar ima oštru i začinsku aromu, a najčešća primjena uključuje poticanje cirkulacije i ublažavanje bolova u mišićima. (Jašić, 2009).

3.2 Organski spojevi sa sumporom

Organski spojevi sa sumporom kao šta im i ime govori sadrže sumpor, te su često povezani s neugodnim mirisima. Priroda obiluje organskim spojevima sumpora koji su od suštinske važnosti za zdravlje. Dvije glavne grupe povrća sadrže spojeve sa sumporom sa posebnim značajkama. *Allium*, čiji je bioaktivni sumporni spoj alicin od velike važnosti, te glukozinolati dobiveni iz *Brassicaceae*, obitelji krstašica, odnosno kupusnjača (*Hrvatska enciklopedija*, 2021).

Postoji oko 500 vrsta roda *Allium*, od kojih se najčešće koriste luk (*Allium cepa*), češnjak (*Allium sativum*), poriluk (*Allium porrum*), vlasac (*Allium schoenoprasum*) i ljutika (*Allium ascalonicum*). Najčešće uzgajano i konzumirano povrće *allium* u svijetu je češnjak, a njegove zdravstvene dobrobiti prepoznate su unazad tisućama godina (Taskin, 2020).

Alicin je obrambeni organski sumporni spoj. Proizvodi se pri oštećenju tkiva češnjaka koji brani biljku od bakterija, gljiva i životinjskih grabežljivaca iz aminokiseline aliina (S-alil-cistein-sulfoksid) u reakciji koja je katalizirana enzimom aliinazom (Slika 5). Smatra se glavnom komponentom bijeloga luka koji se proučava i upotrebljava u medicinske svrhe još od davnina. Karakterističan i lako prepoznatljiv miris bijeloga luka potječe upravo od alicina.



Slika 5. Alliin i enzim koji ga pretvara u alicin,

Izvor: <https://banenestorovic.blogspot.com/2017/11/lekovite-biljke-beli-luk.html>

Alicin ima vrlo kratak poluživot, nestabilan je te se odmah metabolizira u mnoge druge sekundarne spojeve, ovisno o temperaturi i pH-vrijednosti. Pokazao je nedvojbene korisne učinke na ljudsko zdravlje, među kojima su najvažniji antimikrobni i antiparazitni učinci. Posebna pozornost u istraživanjima posvećuje se i njegovim antikancerogenim, antidijabetičkim, imunomodulatornim, antioksidacijskim i kardioprotektivnim učincima.

Također različiti pripravci češnjaka pokazali su širok spektar antibakterijskog djelovanja protiv gram-negativnih i grampozitivnih bakterija kao što su *Escherichia*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus* i *Clostridium*. Ekstrakti češnjaka učinkoviti su protiv *Helicobacter pylori* (Bartulović i sur., 2022).

Glukozinolati su jedinstvena i važna skupina sekundarnih metabolita u nekim vrstama biljaka. Za prehranu ljudi najznačajnija je porodica *Brassicaceae* (kupusnjače) u koju se ubrajaju kupus, brokula, cvjetača, prokulice, roktvica, repa, gorušica. Kopjar i sur (2012) navode kako sadržaj glukozinolata varira u širokom rasponu ovisno o sorti, genetičkim čimbenicima, te čimbenicima okoliša. Također, svi oblici skladištenja svježeg povrća, transportiranje, svi oblici procesiranja, industrijsko i u domaćinstvu, zatim pakiranje, znatno utječu na sadržaj glukozinolata (npr. kuhana brokula gubi glukozinolat, kao i okus).

Glukozinolati su kemijski stabilni i biološki neaktivni sve dok su odvojeni u stanicama biljaka od ostalih sastojaka. Oštećenjem tkiva koje mogu uzrokovati štetočine, ili tijekom branja, procesiranja, žvakanja povrća, se pretvaraju u niz različitih biološki aktivnih produkata kao što su izotiocijanati, cijanidi, indoli, nitrili.. (Kopjar i sur., 2012).

Mnogobrojne epidemiološke studije koje povezuju oboljenja od karcinoma s načinom prehrane, su dokazala da je smanjena pojava karcinoma kod ljudi koji konzumiraju kupusnjače (Moreno i sur., 2006). Mnoge tvari iz hrane mogu promijeniti tijekom kancerogeneze različitim stadijima, od deaktivacije primarnih kancerogenih tvari, regeneracija već oštećenih stanica, regeneracija oštećene DNK do potencijalnog sprječavanja ponovne pojave karcinoma (Kopjar i sur., 2012).

Zbog svojih protuupalnih svojstava, izotiocijanati imaju povoljan terapijski učinak na bolesti uzrokovane dugoročnim upalnim procesima kao što su hipertenzija i dijabetes. Izotiocijanati se apsorbiraju u tankom i debelom crijevu i mogu se detektirati u urinu već 2-3 sata nakon konzumacije. Unatoč dokazanim povoljnim učincima glukozinolata na zdravlje ljudi, poznato je da prekomjerna konzumacija kupusnjača kod stočnih životinja može uzrokovati razne poremećaje u radu štitnjače, zatajenje rada jetre i bubrega, smanjeni rast pa čak i smrt. Određeni metaboliti glukozinolata kao što su izotiocijanati blokiraju metabolizam joda u štitnjači i mogu

dovesti do nastanka guše⁶. Unatoč dokumentiranim negativnim učincima na stočne životinje, ne postoji mnogo informacija o potencijalnom štetnom djelovanju na ljudsko zdravlje (Žeželj, 2022).

3.3 Fitosteroli

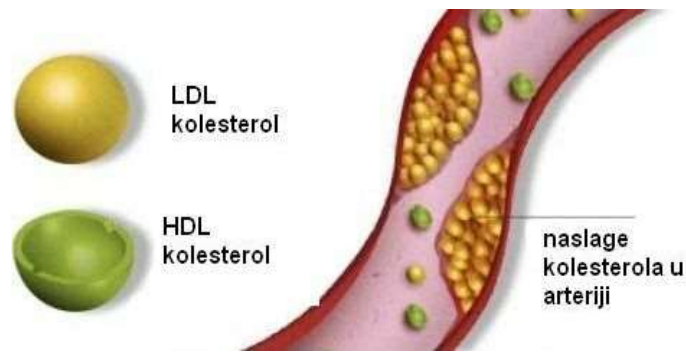
Fitosteroli ili biljni steroli su molekule slične kolesterolu koje se nalaze u svojoj biljnoj hrani, a najveće koncentracije nalaze se u biljnim uljima. Može se reći da ono što je za čovjeka kolesterol, biljkama je fitosterol. U biljnom svijetu su znatno brojniji, a objedinjeni su pod zajedničkim imenom „fitosteroli“ te se dijele se u dvije skupine tj. u sterole i stanole.

Kod biljaka steroli imaju važnu ulogu u biofiziološkoj funkciji membrana. Uz strukturnu funkciju, vrlo je važna i regulatorna funkcija. Fitosteroli su prekursori biljnih hormona, koji reguliraju rast biljke i njezin razvoj (Valitova i sur., 2016).

S druge strane kolesterol je esencijalni metabolit, potreban tijelu za brojne ključne funkcije, uključujući rad mozga i živčanog sustava. Služi i kao prekursor važnijih spojeva u organizmu kao što su žučne soli, spolni hormoni, steroidi, vitamin D. Nastaje u jetri te je prisutan isključivo u hrani životinjskog porijekla. Iako neophodan, također je poznat kao jedan od glavnih faktora rizika za nastanak ateroskleroze⁷ i kardiovaskularnih bolesti. Kada se kolesterol nakupi u organizmu u "višku", lipoproteini visoke gustoće (*eng. High Density Lipoprotein, HDL*) koji ga prenose više ga ne mogu učinkovito odstraniti. To rezultira akumulacijom lipoproteina niske gustoće (*eng. Low Density Lipoprotein, LDL*), poznatog kao "loš kolesterol", na unutarnjim stijenkama arterija, što uzrokuje formiranje aterosklerotskih plakova, odnosno zadebljanja. Ovi plakovi dovode do ateroskleroze i razvoja vaskularnih poremećaja i bolesti. Zbog toga se razine ukupnog, LDL i HDL kolesterola smatraju važnim dijagnostičkim parametrima u procjeni rizika za razvoj ovih oboljenja. (Prasad, 2022).

⁶ Guša (struma) - uvećana štitna žlijezda. Može nastati kao posljedica nedostatka joda (u hrani ili u vodi), zbog prirodne mane u sintezi hormona štitnjače, ili pak djelovanjem kemijskih tvari koje oštećuju prijenos joda u stanice štitnjače ili sintezu i lučenje hormona štitnjače („*Hrvatska enciklopedija*“).

⁷ Ateroskleroza - najčešće oštećenje arterija, obilježeno lokalnim zadebljanjem unutarnjeg sloja. Ateroskleroza je polagana progresivna bolest koja traje od najranije životne dobi i zahvaća arterije svih veličina.



Slika 6. Prikaz naslage kolesterola u arteriji,

Izvor: <https://nutricionizam.com/kolesterol/>

Povećana konzumacija fitosterola u raznim namirnicama može biti značajan čimbenik u snižavanju razine kolesterola i smanjenju rizika od koronarne bolesti srca u općoj populaciji (Ostlund, 2002).

Mehanizam apsorpcije je kompetitivan, što znači da ako postoji veća količina sterola u hrani, slabije će se apsorbirati kolesterol. Djelovanje biljnih sterola i stanola na smanjenje razine kolesterola posljedica je biokemijskih reakcija u kojima njihove molekule zauzimaju mjesto kolesterola i tako smanjuju njegovu apsorpciju iz hrane u tankom crijevu. Kolesterol se stoga više izlučuje stolicom, a manje apsorpira kroz crijevnu stijenku u krv. Fitosteroli također potiču nastanak LDL-receptora na jetrenim stanicama, zbog čega se više LDL-kolesterola uklanja iz krvi, pa se i njegova koncentracija u krvi snižuje (Marković, 2019).

Marković (2019), navodi kako djeluju povoljno kod benignog povećanja prostate (poput fitosterola iz sabal palme i sjemenki bundeve) te se koriste i kao biljni lijek kod osteoartritisa (artroze).

Ljudski organizam ne može sam sintetizirati fitosterole kao što sintetizira kolesterol, pa ih je potrebno unijeti u organizam putem hrane. Glavni izvori fitosterola su biljna ulja (suncokretovo, sojino, maslinovo, palmino ulje), orašasti plodovi, mahunarke, žitarice, povrće, dok se manja količina unosi voćem (Gylling i Simonen, 2015).

Piironen i sur. (2000) navode kako je istraženo preko 250 različitih sterola i njihovih spojeva u raznom biljnom materijalu te da se sitosterol ističe kao najvažniji i najprisutniji, dok subrasikasterol, kampesterol, stigmasterol i avenasterol prisutni u manjim količinama. Navode kako su najbogatiji izvori sitostanola i kampestanola žitarice, pšenica i raž.



Slika 7. Namirnice bogate sa fitosterolima,

Izvor: <https://www.microbiologiaitalia.it/metaboliti/fitosteroli-caratteristiche-struttura-ed-effetti-sulla-salute/>

3.4 Karotenoidi

Karotenoidi predstavljaju jednu od najraširenijih i najbrojnijih skupina prirodnih pigmenata, žute, narančaste i crvene boje, te su važni za zdravlje čovjeka, tj. njegovo očuvanje. Ova skupina pigmenata topljiva je u mastima i relativno stabilna te stoga povrće poput rajčice, mrkve i paprike zadržava jarku boju tijekom kuhanja u vodi. Mnoge kronične bolesti, te stil života potiču oksidativni stres, stanje prekomjernog stvaranja slobodnih radikala kisika, pri čemu dolazi do gubitka ravnoteže i mogućnosti neke stanice da ih razgradi. Tako se može reći da su karotenoidi u prvom redu snažni antioksidansi. Hrana bogata antioksidansima, u prvom redu karotenoidima, može neutralizirati nepoželjno djelovanje tih slobodnih radikala, i tako pomoći očuvanju zdravlja. Također, mogu se podjeliti u dvije podskupine ovisno o boji koju daju, na karoten i ksantofil, a jedna od razlika između je u tome što karoten daje narančastu boju, dok ksantofil daje žutu boju. Molekularna struktura je također slična ali je kod ksantofila molekula dodatno oksidirana, odnosno sadrži još vezan kisik (Šajina, 2011). Najznačajniji među njima za nas su beta-karoten, likopen, lutein, zeaksantin i astaksantin.

3.4.1 β -karoten

β -karoten je crveno-narančasti pigment, otkrio ga je Wachenroder, 1831. godine, koji je izolirao pigment iz korijena mrkve (*Daucus carota*) i dao naziv spoju. Tako je i cijela skupina fitokemikalija ostala pod nazivom karotenoidi (Green i Fascetti, 2016).

U prirodi, β -karoten je prekursor (neaktivan oblik) vitamina A. U organizmu se pretvara u vitamin A (retinol). Svojim antioksidativnim djelovanjem putem prehrane pomaže imunološkom sustavu ljudi, štite od slobodnih radikala i smanjuju rizik od razvoja raka i

srčanih bolesti. Konzumiraju najmanje četiri porcije voća i/ili povrća dnevno, bogatog beta karotenom imaju manji rizik od razvoja raka ili bolesti srca (Newman, 2017).

Također, osim preparata za zaštitu kože, bitno je unositi povećane količine β -karotena koje mogu potaknuti stvaranje melanina i neutralizirati djelovanje štetnih slobodnih radikala pa time smanjiti negativan učinak sunčevih zraka (Lukičić, 2017).

β -karoten se nalazi u voću, povrću te cjelovitim žitaricama. Vijetnamski gac i sirovo palmino ulje imaju najveći sadržaj β -karotena od svih poznatih biljnih izvora, čak 10 puta veći od mrkve (Huang, 2022). Međutim, gac je prilično rijedak i nepoznat izvan svoje matične regije jugoistočne Azije, a sirovo palmino ulje obično se obrađuje kako bi se uklonili karotenoidi prije prodaje kako bi se poboljšala boja i bistrina. Boja β -karotena maskirana je klorofilom u zelenom lisnatom povrću kao što su špinat, kelj, lišće slatkog krumpira i lišće slatke tikve (Huang, 2022). Također, sljedeće namirnice su bogate beta karotenom: marelice, brokula, mrkva, kineski kupus, vlasac, listovi maslačka, grejp, paprike, bundeva, slatki krumpir, bilje i začini kao što su čili u prahu, origano, paprika, peršin (Newman, 2017).

3.4.2 Likopen

Likopen je karotenoid, pigment, koji se nalazi u crvenom, ružičastom i narančastom voću i povrću kao što su rajčice, marelice, dinje, papaje, grožđe, breskve, lubenice i brusnice (ali ne i kod višnji ili jagoda). Rajčice su najveći izvor likopena i što je rajčica zrelija, to sadrži više likopena. Navode se zdravstveni učinci kao što su antikancerogeno, antioksidativno, kardioprotektivno, neuroprotektivno, i antihipertenzivno djelovanje (Khan i sur., 2021).

Rezultati nekoliko epidemioloških studija ukazuju na snažnu povezanost između visokog unosa hrane bogate likopenom i smanjenog rizika od nekoliko vrsta raka, osobito raka prostate. Međutim, njegova pretjerana konzumacija može dovesti do likopenemije, a dodatna suplementacija osim voća i povrća može dovesti do smetnji u trudnoći (Cassileth, 2010).

Khan i sur. (2021) navode kako je likopenija kliničko stanje karakterizirano pigmentacijom boje kože od žute do narančaste. Uzrokovana je nakupljanjem likopena a njegove naslage nalaze se u rožnatom sloju (gornji sloj epiderme), koji ima visok sadržaj lipida i afinitet prema likopenu. Često je dijagnoza likopenemije određena poviješću prehrane, a promjenom prehrane simptomi se uklanjaju.



Slika 8. Prikaz osobe sa likopenemijom,

Izvor: <https://lhongtortai.com/collection/lycopenemia>

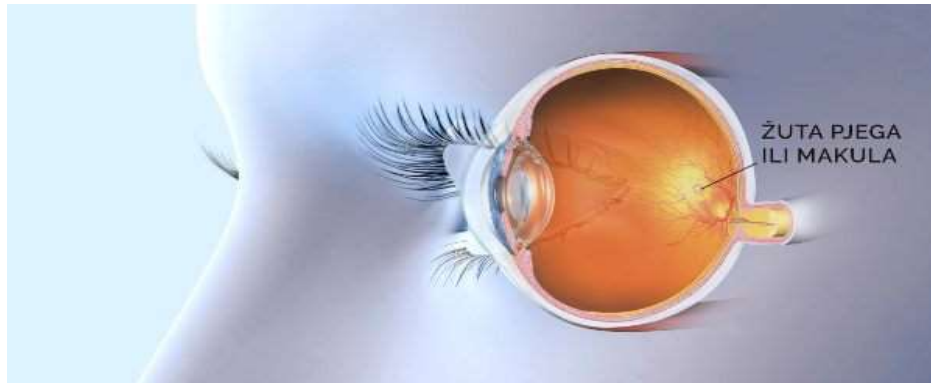
Budući da se radi o tvari topljivoj u lipidima, konzumacija s prehrambenim izvorima masti povećava bioraspoloživost likopena. Postoje istraživanja koja pokazuju da je bioraspoloživost likopena u toplinski obrađenim rajčicama povećana u usporedbi sa svježim rajčicama. Također, prerađeni proizvodi od rajčice kao što su pasterizirani sok od rajčice, juha, umak i kečap sadrže veću koncentraciju bioraspoloživog likopena u usporedbi sa sirovom rajčicom. Osim toga, uočeno je da rajčice uzgojene u polju sadrže više razine likopena nego rajčice uzgojene u stakleniku. Likopen je u rajčici najvećim dijelom koncentriran u koži plodova, a dokazano je kako koža sadrži čak pet puta više likopena nego pulpa.

3.4.3 Lutein i zeaksantin

Karotenoidi, ili biljni pigmenti, lutein i zeaksantin članovi su obitelji ksantofila. Strukturno su prilično slični i samo se malo razlikuju u pogledu rasporeda atoma. Povezani su sa smanjenim rizikom od nastanka senilne degeneracije makule – degenerativne očne bolesti koja je glavni uzrok gubitka vida kod osoba starijih od 50 godina. Adekvatan unos luteina i zeaksantina u djetinjstvu znatno pomaže u razvoju zdravog i normalnog vida kod djece u budućnosti. Također povoljno djeluju na kožu, srce i crijeva (Mrowicka i sur., 2022).

Nalaze se u brojnim biljkama i daju im žutu boju. Mrowicka i sur. (2022) navode kako su lutein i zeaksantin topljivi u mastima, a mast je potrebna kako za njihovu učinkovitiju apsorpciju u tankom crijevu. U crijevima se apsorbiraju i prelaze u krvotok. Zatim se nakupljaju u mrežnici u sloju na zadnjem dijelu oka koji je osjetljiv na svjetlost. Nalaze se posebno na malom dijelu mrežnice koji je odgovoran za centralni vid, odnosno u makuli, tj. žutoj pjegi (Slika 9), koja je

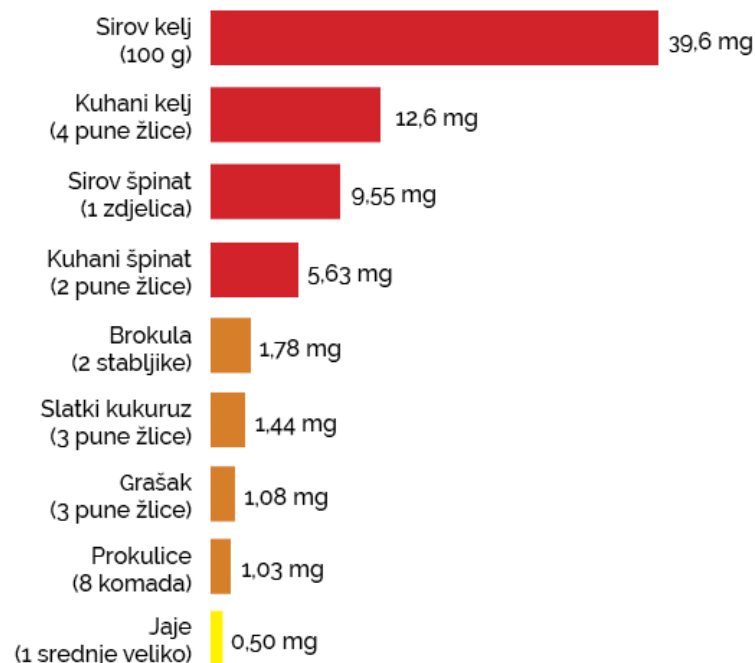
žute boje upravo zbog ova dva pigmenta, i nazivaju se makularni pigmenti. Služe kao prirodna zaštita makule od sunčeve svjetlosti jer njihov pigment filtrira plavu svjetlost, slično kao sunčane naočale. Osim toga, štite i od oksidansa koji su odgovorni za proces starenja jer uzrokuju propadanje stanica i mogu uzrokovati nastanak makularne degeneracije (Moje oko, 2023).



Slika 9. Žuta pjega ili makula,

Izvor : <https://www.mojeoko.hr>

Kelj, kupus, špinat, brokula, grašak, peršin, kukuruz i žumanjci navode se kao izvori ovih karotenoida a , savjetuje se unos zeaksantina od 2 mg i luteina od oko 10mg dnevno (Mrowicka i sur. 2022).



Slika 10. Prikaz izvora luteina i zeaksantina,

Izvor: <https://www.mojeoko.hr>

3.4.4. Astaksantin

Crveni pigment, karotenoid topiv u lipidima, poznat kao astaksantin kojeg proizvode različiti mikroorganizmi i morske životinje, uključujući bakterije, kvasce, gljivice, mikroalge, škampe i jastoge. Crvenkaste nijanse krila, škampi, lososa, flaminga, potječu upravo od astaksantina koji kroz prehrambeni lanac inkorporiraju u svoje tkivo.

1980. godine Mrtvo more iznenada promijenilo boju iz modre u crvenu a, krivac za ovu gotovo biblijsku pojavu bila je alga *Dunaliella*. Ona producira velike količine karotenoida, uključujući i astaksantin.

U prehrambenoj industriji se koristi kao aditiv u bojanju hrane. Najbolji prirodni izvor astaksantina, koji se i komercijalno uzgaja i prerađuje, je slatkovodna mikroalga *Haematococcus pluvialis* koja može sadržavati i do 30 g po kilogramu suhog astaksantina (Šola, 2017).

Zbog svog oblika molekule i načina djelovanja smatra se jakim antioksidansom, smatra se čak jačim antioksidansom od vitamina C i β -karotena. Zbog jakog antioksidativnog djelovanja može se zaključiti da astaksantin ima brojne zdravstvene prednosti. Stoilkovski (2021) navodi kako svakodnevno uzimanje astaksantina može zaštititi DNK od oksidativnih oštećenja te pospješiti funkciju imunološkog sustava. Također, snažno protuupalno djelovanje može pomoći osobama s artritismom, bolovima u leđima, pa čak i onima s reumatoidnim artritismom. Astaksantin sprječava prijevremeno starenje kože, hiperpigmentaciju i pretjeranu sintezu melanina. Nedavne studije su pokazale da astaksantin može imati potencijalnu ulogu i u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, vjerojatno inhibicijom oksidacije LDL-a, odnosno lošeg kolesterola, te na taj način sprječavajući nastanak ateroskleroze (Si i Zhu, 2022).



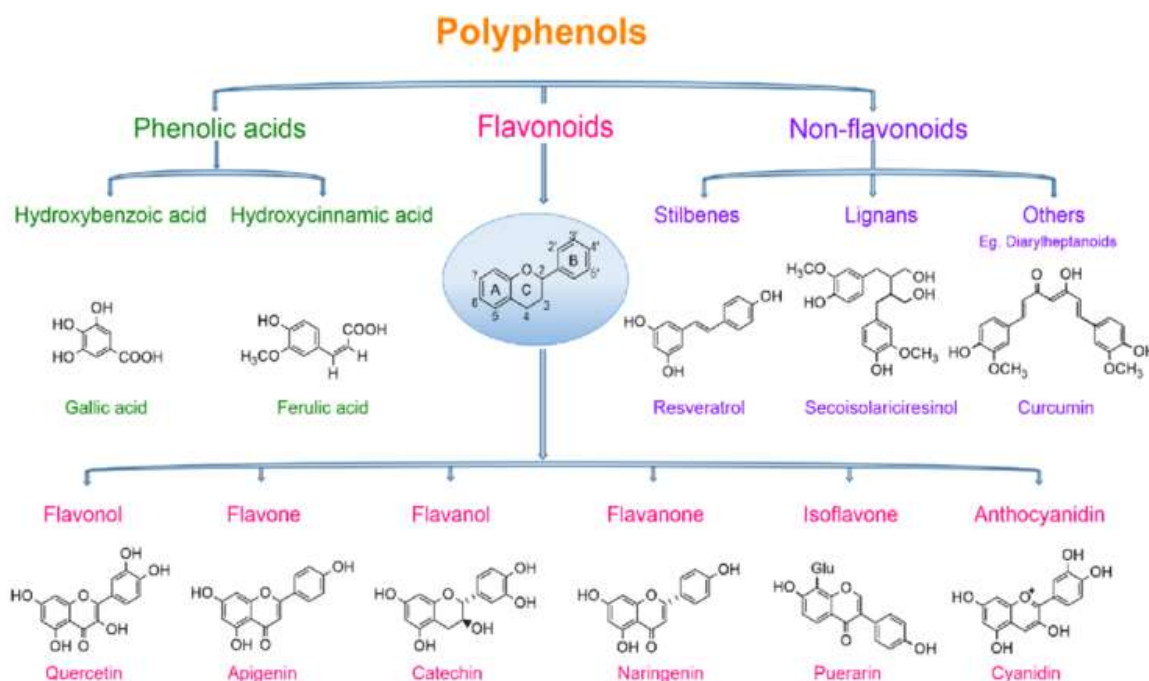
Slika 11. Ružičasto perje odraslih flamingosa

Izvor: <https://gardenofeaden.blogspot.com/2016/01/why-are-flamingos-pink.html>

3.5 Polifenoli i njihova podjela

Biljke proizvode polifenole kao sekundarne metabolite, koji pomažu biljci u borbi protiv biljojeda, abiotskih stresnih uvjeta (kao što su UV zračenje i oborine) i biljnih bolesti (Manach i sur., 2004). Dugotrajna konzumacija biljnih polifenola može pružiti zaštitu od dijabetesa, osteoporoze, raka, kardiovaskularnih bolesti i neuroloških bolesti, pokazuju epidemiološke studije.

Vanjski slojevi biljaka sadrže više fenole. Stupanj zrelosti tijekom žetve, pedoklimatski uvjeti, infekcije, prerada i skladištenje mogu utjecati na sadržaj polifenola. Fenolne kiseline (npr. derivati cimetine kiseline i benzojeve kiseline), flavonoidi (npr. flavonoli, flavanoni, flavoni, flavanoli, izoflavoni i antocijanini), lignani i stilbeni su klase polifenola koje se najčešće pojavljuju u prirodi (Dini i sur., 2022). Polifenolni spojevi utječu na trpkost, gorčinu, okus, boju i oksidativnu stabilnost. Polifenoli su glavni izvor prehranbenih antioksidansa i lako se apsorbiraju u crijevima (Kumar i Goel, 2019). Oni dolaze u različitim oblicima i koncentracijama, ovisno o namirnici, a procjena dnevnog unosa je između 3 i 70 mg (Russo i sur., 2000). Kategoriziraju se s obzirom na kemijsku strukturu i raspored atoma u molekuli a poznatiji predstavnici ovih skupina s kojima se često susrećemo ili bi ih trebali uvrstiti u našu prehranu radi boljeg očuvanja našeg zdravlja su kvercetin, rutin, curcumin, rezveratrol itd.



Slika 12. Prikaz podjele polifenola,

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Classification-of-polyphenols_fig2_342718565

3.5.1 Fenolne kiseline

Fenolne se kiseline se mogu obilno pronaći u biljkama i se dijele se na derivate benzojeve te derivate cimetine kiseline (Pandey i sur., 2009; Manach i sur., 2004). Derivati benzojeve kiseline, kao što je galna kiselina, i derivate cimetine kiseline, uključujući kafeinsku kiselinu i ferulinsku, kumarinsku kiselinu kao njihovi najčešći predstavnici.

Kumar i Goel (2019) navode zaštitnu ulogu fenolnih kiselina u degenerativnim bolestima kao što su kardiovaskularne, rak, dijabetes, upale i mnoge druge.

Imamo primjer galne kiseline koja se nalazi u biljkama poput lijeske, ruja, rogač, kore hrasta, listovima čajeva, kavi, voću (jagode, borovnice, grožđe, mango, ananas, banane, limun), povrću (luk, krumpir) te crvenom i bijelom vinu (Kamenjašević i sur., 2017).

Ispijanje kave povezano je sa smanjenim rizikom od određenih vrsta raka i drugih kroničnih bolesti. Sadrži kafeinsku kiselinu, ali također sadrži kofein i druge potencijalno korisne spojeve (Akomolafe i sur., 2017).

3.5.2 Neflavonoidi

Lignani su skupina polifenola koji spadaju u neflavonoide. Enterolignani su metaboliti iz prehrambenih lignana koji nastaju u probavnom sustavu sisavaca. Najpoznatiji enterolignani su enterodiol i enterolakton koji se apsorbiraju nakon stvaranja iz biljnih prekursora u probavnom sustavu, a izlučuju se urinom. Slabo estrogensko djelovanje ga svrstavaju u fitoestrogene (Šajina, 2016).

Šajina (2016) također navodi kako lignani umjereno smanjuju ukupni kolesterol, LDL kolesterol, ali ne utječe na HLD. Studije na ljudima pokazuju da sjemenke lana smanjuju apsorpciju glukoze u krvotok nakon obroka. Također smanjuju koncentraciju nekih upalnih markera, te povisuju serumsku koncentraciju omega-3 masnih kiselina. Najveće koncentracije nalazimo sjemenkama lana i sezama. Pronalaze se još u leći, kupusu, mahunarkama, kruškama, maslinovu ulju i češnjaku (Kamenjašević i sur., 2017).

Stilbeni su neflavonoidi, čija je primarna uloga zaštita biljke kao odgovor na bolest, ozljedu i stres. Dva su najpoznatija spoja resveratrol i piceid. Njihovo pojavljivanje u prirodi nije tako često u hrani, ali prisutni su u većim količinama, uz ostale polifenole, u grožđu i, u skladu s time, u vinu (Kamenjašević i sur., 2017).

3.5.3 Flavonoidi

Tablica 2. Prikaz glavnih predstavnika flavonoida

	GLAVNI PREDSTAVNICI	DOBROBITI ZA LJUDSKI ORGANIZAM	GDJE IH PRONALAZIMO
ANTOCIJANI Obično su smještene u vanjskim staničnim slojevima i zato lako migriraju u vodu tijekom kuhanja.	cijanidin, delfinidin, pelargonidin, petunidin, peonidin, malvidin	zaštitita od dijabetesa tipa 2, smanjenju rizika od bolesti (rak, bolesti srca i mentalni pad povezan sa godinama)	nalaze se u crnom, ljubičastom i plavom povrću i voću. dud, crna aronija, crne bobice, bazge, trešnje, kupine, brusnice, jagode, višnje, crno grožđe, šljive, borovnice, crveno vino, crveni luk, šipak, crveni kupus
IZOFLAVONI	genistein i daidzein	Djeluju kao fitoestrogeni. Najčešće upotrebljavaju za otklanjanje simptoma menopause, i PMS-a	soja i crvene djetelina
FLAVANONI	naringenin (grejp), hesperetin (naranče), eriodiktiol (limun)	Antimikrobno i antifungalno, smanjuju rizik od CHD-a. antihipertenziv, kardioprotektiv (smanjuju mogućnost od moždanog udara)	Nalaze se u rajčicama i aromatičnim biljkama kao što je metvica, ali su im glavni izvori agrumi.
FLAVANOLI	Katehini, epikatehini	igra ulogu u tjelesnoj proizvodnji dušikovog oksida, koji je važan za zdravlje kardiovaskularnog i krvožilnog sustava (krvni tlak i proširenje krvnih žila).	Možemo ih pronaći u kakau, zelenom čaju, grožđu i bobičastom voću (kod konzumiranja čokolade birajte onu koja sadrži najmanje 70 posto kakaa)
FLAVONOLI	kvercetin, kaempferol, miricetin	smanjenje pada kognitivnih sposobnosti, smanjenje mogućnosti nastanka Alzheimerove bolesti, sprečava rast stanica raka te istodobno čuva i štiti zdrave stanice (rak debelog crijeva), zaštita kardiovaskularnog sustava	Crveni luk, a nešto manje ga ima u brokuli, borovnicama, cvjetači, kelju, poriluku, špinatu i jagodama.
FLAVONI Apsorbiraju se lošije u odnosu na druge flavonoide	apigenin, luteolin	Protupalno, snižavanje je ukupnog i LDL kolesterola, poboljšanje zacjeljivanja rana, povećanje venskog tonusa	Najčešće ga pronalazimo u ginku bilobi, celeru, peršinu, crvenoj paprici, kamilici i metvici

Izvor : Izradila autorica prema (Ren i sur., 2003, Irina i sur., 2012, Panche I sur., 2016)

3.5.3.1. Kvercetin i rutin

Jedan od mnogih polifenola kojih priroda ima u izobilju je kvercetin. Anand i sur. (2016) navode kako je kvercetin jedan od najaktivnijih bioflavonoida , vrlo snažan antioksidans i jedan od brojnih snažnih spojeva iz cjelokupne palete fitonutrijenata s nizom pozitivnih učinaka na zdravo funkcioniranje organizma. Kvercetin se smatra pretečom i predstavnikom svih bioflavonoida zbog toga što je njegova kemijska struktura osnovni "kostur" većine drugih bioflavonoida, uključujući i rutin (Mandurić, 2014). Žute boje i slabo je topiv u vrućoj vodi, netopljiv u hladnoj vodi, te dobro topljiv u alkoholu i lipidima (Anand i sur., 2016).

Kvercetin pripada skupini bioflavonoida, koja je široko prisutna u biljnom svijetu i može se pronaći u mnogim namirnicama, uključujući luk, jabuke (posebno u njihovoj kori), razno bobičasto voće, povrće iz porodice kupusnjača, različite vrste sjemenki, crni čaj i crno vino. Među povrćem, svježi crveni luk sadrži izrazito visoke količine kvercetina, s koncentracijama koje dosežu čak 300 mg/kg. Također, brokula se izdvaja kao izvor bogat ovim korisnim fitonutrijentima. Važno je napomenuti da se najučinkovitiji oblik kvercetina nalazi u svježem luku. (Šaban, 2005).

Šaban (2005) također navodi kako crno vino sadrži kvercetin (i preko 7 mg/l), te daje značajan doprinos ljudskom zdravlju, ali samo ako se konzumira umjereno. Trenutne smjernice za konzumiranje crnog vina govore o čaši vina dnevno tijekom pet dana u tjednu (uz dva dana apstinencije). Istraživanja crnog vina upućuju na to da mogući sadržaj kvercetina u njemu može biti bitno smanjen kod rafiniranih vina, kod kojih se uklanja karakterističan opor okus. Crna vina domaće kućne proizvodnje (koja nisu rafinirana) zajamčeno sadrže znatne količine kvercetina i mogu se preporučiti u umjerenim količinama.

Kvercetin je vrlo jaka antioksidativna tvar, a posebno se ističe njegovo snažno antikarcinogeno djelovanje kod različitih malignih bolesti: leukemije, raka usta, dojke, jajnika, želuca, jetre, dišnih puteva i debelog crijeva. Antikarcinogeno djelovanje koje nije samo preventivno nego djeluje i na tijek razvoja bolesti, i to blokiranjem rasta stanica raka (Šaban, 2005).

Protuupalno djelovanje ima vrlo pozitivne učinke na razvoj raznih akutnih i kroničnih upalnih procesa u organizmu, ali i u razvoju krvožilnih i reumatskih bolesti te vrieda (čira) na želucu. Antialergijsko djelovanje te pozitivno djelovanje kvercetina kod dijabetičara očituje se u smanjenju dijabetičkih komplikacija kao što su katarakta⁸, retinopatija i neuropatija. Uz to, njegov utjecaj na regulirano izlučivanje inzulina štiti β -stanice gušterače od oštećenja (Šaban,

⁸ Katarakta (siva mrena) - zamućenje očne leće ("Hrvatska enciklopedija").

2005). Kvercetin ima i vrlo pozitivan učinak na razvoj kroničnih neurodegenerativnih bolesti (Alzheimerova bolest, Parkinsonova bolest), a i štiti kožu od oštećenja UV-B zrakama..Učinkovit je protiv virusa, osobito kod virusa herpes simplex (Sharon, 2005).

Katran iz cigareta je izvor slobodnih radikala za koje je utvrđeno da oštećuju membrane eritrocita, a kvercetin može zaštititi eritrocite od oštećenja membrane uzrokovanog pušenjem (Anand, 2016).

Jedna od iznimnih karakteristika kvercetina je njegova sposobnost bioakumulacije u organizmu, što proizlazi iz relativno dugog poluvijeka eliminacije iz tijela (oko 24 sata). Najviša koncentracija u krvi obično se postiže otprilike dva sata nakon konzumiranja. U svakodnevnoj i uravnoteženoj ljudskoj prehrani, unos kvercetina obično varira između 15 do 500 mg dnevno. Ovaj raspon unosa ima preventivno značenje za zdravlje ljudi, a nema posebnih ograničenja kad je riječ o unosu putem hrane. (Nemrava, 2016).



Slika 13. Prikaz prehrambenih namirnica s kvercentinom,

Izvor: <https://www.muscleanfitness.com/anti-aging/functional-medicine/a-natural-blood-pressure-lowering-plant-nutrient-to-know-quercetin/>

Ganeshpurka i sur. (2017) navode kako rutin, kojega još nazivaju rutozid, i soforin, jest bioflavonoid kojega se može naći u heljdi i nekim drugim biljkama kao npr u cvjetovima lipe, bazge, glogu, ruti, gospini travi, pasiflori, ginku, jabukama te eukalptusu. Smatra se da jača kapilare i pomaže uklanjanju proširenih vena, može smanjiti štetnost LDL kolesterola i smanjiti rizik od srčanih bolesti. Često se u većim koncentracijama izolira i stavlja u prodaju kao dodatak prehrani upravo za osobe koje imaju problema sa kapilarama i venama.

3.5.3.2 Kurkumin

Kurkumin, je polifenol iz *Curcuma longa* (biljka kurkuma), odnosno polifenol koji pripada obitelji đumbira. Kurkuma karakterističnu žutu boju duguje kurkuminu, aktivnom sastojku iz skupine kurkuminoida.



Slika 14. kurkuma i kurkumin, Izvor: <https://www.adiva.hr/nutricionizam/zdrava-prehrana/10-dokazanih-zdravstvenih-blagodati-kurkume-i-kurkumina/>

Različite studije su pokazale da kurkumin ima antiinfektivno, protuupalno, antioksidativno, hepatoprotektivno, trombosupresivno, kardiozaštitno, antiartritično, kemopreventivno i antikarcinogeno djelovanje, odnosno može suzbiti početne i progresijske faze raka (Qadir i sur., 2016).

Tyagi i sur. (2015) opisuju kako jedna od znanstvenih istraživanja su pokazala kako kurkumin također ima antibakterijska, antivirusna i antifungalna svojstva. Također, poznat je utjecaj kurkumina na poznate bakterije koje kod ljudi uzrokuju bolesti kao što su *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*). Također, Tyagi i sur. (2015) navode kako kurkumin bakterijama oštećuje njihov zaštitni vanjski omotač, te tako bakterije postaju oslabiljene i umiru.

Arunava i sur. (2016) navode kako su znanstvenici zaključili kako kurkumin zajedno s antibioticima djeluje sinergijski odnosno zajedno povećavaju djelovanje obje supstance te se kurkumin preporuča kao potporna terapija uz terapiju antibioticima.

Ekstrakti kurkume i kurkumin mogu se preporučiti za ublažavanje simptoma artritisa, posebice osteoartritisa te se smatra kako je kurkumin sigurna i učinkovita potporna terapija u liječenju bronhijalne astme zahvaljujući njegovim snažnim protuupalnim svojstvima.

Također može pomoći u smanjenju upale i bolom mišića izazvanim vježbanjem, čime se poboljšava oporavak i sama izvedba kod aktivnih ljudi. Osim toga, što je bitno spomenuti, relativno niska doza može pružiti zdravstvene prednosti za ljude koji nemaju dijagnosticirana zdravstvena stanja (Hewlings, i sur .2017).

Unatoč dokazanim koristima u upalnim i antioksidativnim mehanizmima, najveći problem s konzumacijom kurkumina je taj da je slabije bioraspoloživosti (Anand i sur., 2007). Piperin, aktivna supstanca crnog papra, pojačava bioraspoloživost kurkumina.

Kurkumin je prepoznat i koristi se diljem svijeta u mnogim oblicima. U Indiji se koristi u obliku kurkume kao začina, u Japanu se servira u čaju, u Maleziji ga koriste kao antiseptik, a u Pakistanu kao protuupalnu tvar (Lestari, 2014).

3.5.3.3. Resveratrol

Resveratrol (RSV) je polifenol koji ima mnoga svojstva, uključujući aktivnost protiv oksidativnog stresa, upale, neurodegeneracije, nekoliko vrsta raka i usporavanja procesa starenja. Budući da se resveratrol općenito dobro podnosi, vjeruje se da je spoj koji obećava u prevenciji mnogih bolesti, poput dijabetesa i njegovih komplikacija (Galiniak i sur. 2019). Smanjuje nastanak krvnih ugrušaka, ujednačuje razinu triglicerida u krvi te pomaže u sprječavanju nakupljanja viška tjelesne masti. Samim time pomaže u borbi protiv viška kilograma.

S obzirom da se resveratrol nalazi u kožici boba grožđa, a manje u mesu, očekivano je da će količina resveratrola biti veća u crnom vinu nego u bijelom jer tokom proizvodnje crnog vina kožica ostaje za vrijeme fermentacije, dok se pri proizvodnji bijelog vina kožica uklanja. U skladu s navedenim, veća je koncentraciju u crnom nego u bijelom vinu (Gmizić, 2021). Koncentracija u svježoj kožici iznosi 50-100 mg/g a u vinu od 0,2-7,7 mg/L (Marković, 2013). Borovnice i brusnice ga imaju nešto manje nego u grožđu, međutim također su dobar izvor. Šaka kikirikija ili pistacija imaju jednaku količinu rezveratrola kao u čaši crnog vina, a također nalazi se i u kakau te tamnoj čokoladi. Najbolji izvor su korijen i stabiljka biljke japanskog dvornika. Japanski dvornik je autohtona biljka istočne Azije u kojoj je pronađena najveća koncentracija RSV-a, a danas je rasprostranjena i klasificirana kao invazivna vrsta u Americi i Europi pa tako i u Hrvatskoj (Gmizić, 2021).

Internetska nutricionistička enciklopedija navodi kako se rezveratrol se vrlo dobro apsorbira, ali njegova biološka raspoloživost je vrlo mala (oko 1 %) zbog njegovog brzog metaboliziranja i izlučivanja. Potrebno je dugotrajno uzimanje hrane sa rezveratrolom , ili bolje rečeno uključiti je u životne navike i životni stil, kako bi se moglo “uživati”u njenim dobrobitima. Zanimljivo je da, kvercetin može poboljšati biološku raspoloživost resveratrola.

Interes za resveratrol porastao je 1990-ih nakon otkrića uloge vina u „francuskom paradoksu“ Naime, Renaud i De Lorgeril (1992) francuski istraživači iznjeli su teoriju kako Francuzi čine sve pogrešno u zdravstvenom smislu: jedu masnu hranu, jako se malo bave sportskim aktivnostima, mnogo puše, a imaju upola manju stopu srčanih bolesti i žive u prosjeku 2,5 godine duže od Amerikanaca. Smatrali su da je to zbog veće razine potrošnje crnog vina u Francuskoj. Francuska ima izuzetno nisku stopu pretilosti i to je uglavnom povezano s njihovim načinom prehrane. Francuzi jedu ležerno i polako i konzumiraju vino (Slika 15) gotovo uz svako jelo (Renaud i De Lorgeril 1992).



Slika 15. Sadržaj rezveratrola u mg u jednoj litri poznatih svjetskih vina, Izvor:

<https://theitalianwinegirl.com/are-red-wine-health-benefits-true-or-just-a-myth/>

4. FITOKEMIKALIJE U PREHRANI

S obzirom na područje u kojem živimo, te aktivne turističke sezone i mogućnosti preporuke stranim državljanima, bilo bi šteta ne spomenuti namirnice biljnog podrijetla koje obiluju fitokemikalijama a karakteristične su za naša podneblja i našeg načina prehrane.

4.1 Mediteranska prehrana

Zdrava mediteranska prehrana, prema *Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji* 1994. proglašena je referentnim modelom prehrane te se smatra jednom od najzdravijih prehrana na svijetu, a prvo je primijećena na područjima uzgoja i korištenja maslinovog ulja, odnosno u mediteranskim zemljama. Zamijećeno je da ljudi koji slijede tradicionalni obrazac mediteranske prehrane višestruko manje obolijevaju od kroničnih bolesti, posebno bolesti srca i krvnih žila.

Većina simptoma kardiovaskularnih bolesti je "tiha", za njih se najčešće saznaje u uznapređenoj fazi bolesti, a njihov razvoj počinje godinama ranije i to većinom iz suptilnih oštećenja mikrocirkulacije (vrlo malih kapilara koje obavijaju naše periferne organe). Mediteranska prehrana sadrži čitavu lepezu spojeva koji imaju sposobnost regenerirati našu mikrocirkulaciju.

Velika većina protektivnih struktura naše mikrocirkulacije sastoji se od sumpornih spojeva, a 89,5% prehrambenog sumpora dolazi iz povrća rodova luka (luk, češnjak, poriluk) i kupusnjača (brokula, kelj, šparoge, blitva). Mediteranska prehrana, koja obiluje navedenim povrćem, osigurava pregršt "gradivnih blokova" od kojih se narušena mikrocirkulacija može regenerirati. Zbog kvalitete i raspoloživosti organosumpornih spojeva, luk i srodne namirnice najbolje je konzumirati sirove, do pola sata nakon sjeckanja.

Uz češnjak, glavne komponente mediteranske dijeta koje djeluju ljekovito i zaštitno su maslinovo ulje, rajčice te crno vino i soja.

Maslinovo ulje sadrži visoki udio nezasićenih masnih kiselina, polifenolne spojeve te skvalen za koje se zna da djeluje povoljno na zdravlje kardiovaskularnog sustava. Polifenoli maslinovog pokazuju antikancerogeno djelovanje na različitim modelima raka. Nedavne studije pokazuju da bi fenolni ekstrakt djevičanskog maslinovog ulja mogao biti učinkovitiji od pojedinačnih fenolnih spojeva (Torić i sur., 2019)



Slika 16 . Osnovne namirnice mediteranske prehrane bogate fitonutrijentima

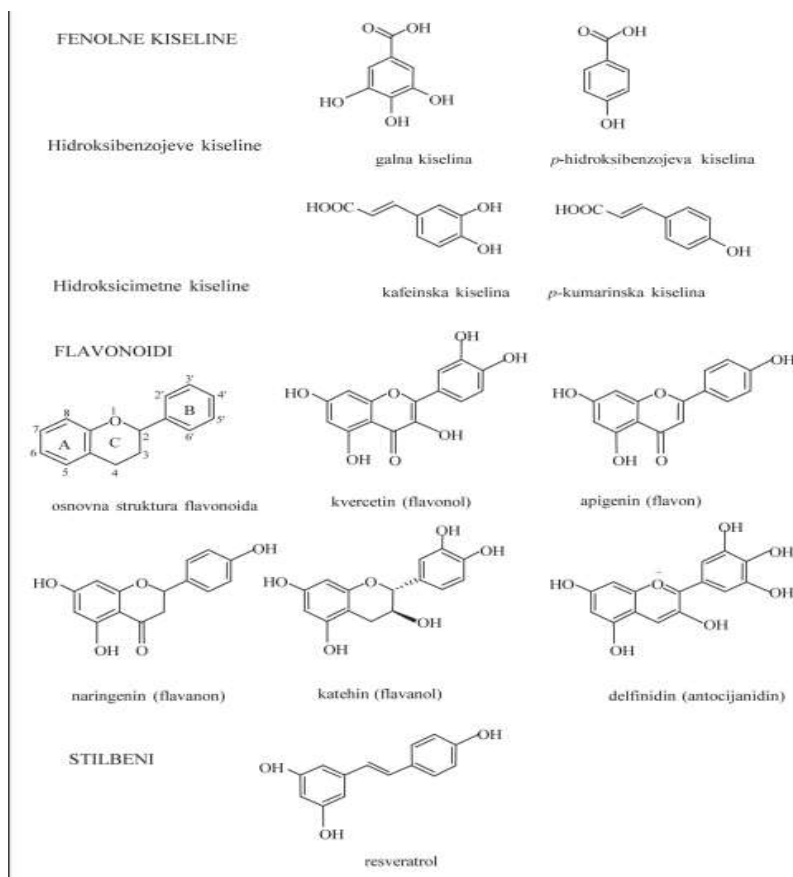
Izvor: <https://www.coolinarika.com/blog/kuhanje/priprema-umaka-za-ribu-c934c108-610d-11eb-806e-0242ac120037>

Rajčica je zanimljiva namirnica jer je niskokalorična, a uz to sadrži mnogo ljekovitih spojeva poput likopena i β -karotena koje smo obradili. U mediteranskoj kuhinji se često koristi, od nje se spravljaju ukusni umaci te svježe salate.

Crveno vino se često konzumira uz obroke, a ljekovito djelovanje ima kad se pije umjereno. Znanstvenici smatraju da je to zbog toga što crveno vino sadrži fenolne spojeve kao što je resveratrol, koje u kombinaciji s drugim antioksidativnim spojevima iz vina ima pozitivan učinak na ljudsko tijelo.

Crna vina iz Srednje i Južne Dalmacije imaju najveći sadržaj polifenola, što se pripisuje povoljnijim klimatskim uvjetima koji uvelike utječu na formiranje tih tvari u grožđu tijekom zriobe. Sastav i količina pojedinih polifenola ovisi o sorti grožđa, klimatskim uvjetima, postupcima uzgoja vinove loze i primijenjenim metodama izrade vina. Također, polifenoli nastaju kao metaboliti kvašćevih gljivica u procesu vrenja i starenja vina.

Polifenoli iz vina djeluju preventivno na razvoj očne mrežnice i makularne degeneracije. Djeluju kardioprotektivno. Crno vino inhibira razvoj bakterije koja se nalazi u zubnom plaku i uzrokuje karijes. Antimikrobno djeluje još protiv brojnih bakterija kao što su: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella infantis*, *Campylobacter coli*., Također su pokazali djelovanje protiv gljivice *Candida albicans* i neuroprotektivnu zaštitu (Rastija i sur., 2016).



Slika 17. Najčešći polifenoli u vinu,

Izvor: <https://hrcak.srce.hr/file/260988>

4.2 Namirnice sa većim udjelom fitokemikalija

Zeleni čaj je poželjno uvrstiti u svakodnevne rituale. Zeleni čaj ima vrlo bogat i složen kemijski sastav, a najznačajnije sastavnice su:

- kofein kojeg ima 1–5%, uz znatno manje količine ostalih alkaloida (teofilin, teobromin, dimetil-ksantin, ksantin i dr.);
- Polifenoli sa značajnim udjelom (5-27%). Većina polifenola zelenog čaja su flavanoli, odnosno katehini te teaflavini. U ovoj skupini spojeva važno mjesto imaju i flavonoli, među kojima su najzastupljeniji kemferol, kvercetin i mircetin. Oni su manje podložni promjenama uzrokovanim načinom proizvodnje;

Za proizvodnju zelenog čaja, svježe ubrani listovi se kuhaju na pari kako bi se spriječila fermentacija, čime se dobiva suh, stabilan proizvod. Polifenoli čaja, odnosno katehini, obično čine 30-42% suhe težine krutine u kuhanom zelenom čaju.

Može se navesti da dugotrajnije uzimanje ima antioksidativno i antikancerogeno djelovanje, prvenstveno kod raka kože (Khan i Mukhtar, 2007).

Soja mahunarka koja se možda najviše uzgaja u svijetu, raste u tropskim, suptropskim i umjerenim klimatskim područjima i daje obilje proteina i ulja za ljudsku prehranu te sadrži velik broj fitokemikalija. Njegove sjemenke sadrže više od 36% bjelančevina, 30% ugljikohidrata i značajne količine dijetalnih vlakana, vitamina i minerala. Također sadrži oko 20% ulja, što soju čini najvažnijom kulturom za proizvodnju jestivog ulja. Prehrambeni proizvodi na bazi soje kao što su *tofu*, sojino mlijeko, sojin umak, *miso* itd. razvijeni su za ljudsku prehranu, dok se sojino brašno ekstrahirano u ulju koristi kao hranjiva hrana za životinje. Soja sadrži brojne bioaktivne fitokemikalije kao što su fenolne kiseline, flavonoidi, izoflavoni, saponini, fitosteroli, te ima izvrsne imunološke učinke u ljudsko tijelo. Farmakološka svojstva soje i njenih fitokemikalija koja su prijavljena uključuju: antioksidativna, estrogena, antidijabetička, antihiperlipidemička, antihipertenzivna, antikancerogena, antimutagena, hepatoprotektivna, antiosteoporotička, antivirusna, protuupalna, imunomodulatorna, neuroprotektivna, zacjeljujuća, antimikrobna, te aktivnost protiv fotostarenja itd..U velikoj mjeri, ova farmakološka svojstva soje mogu se pripisati prisutnosti izoflavona u soji, ali i ostalom sastavu (Alghamdi i sur., 2018).

Kulinarski začini i **začini** koji se općenito koriste za poboljšanje okusa hrane bogato su skladište mnogih fitokemikalija koje im daju jedinstvenu aromu. Crvena paprika zahvaljujući kapsaicinu potiče termogenezu, a sličan učinak ima i piperin. Cimet koji sadrži kompleks fitokemikalija pomaže oboljelima od dijabetesa kontrolirati razinu glukoze, također djeluje i kao prirodni antibiotik (Moses i Sasikala, 2021).

Med je prirodna tvar cijenjena zbog svojih terapijskih sposobnosti od davnina. Njegov sadržaj flavonoida i fenolnih kiselina igra ključnu ulogu u ljudskom zdravlju, zahvaljujući visokim antioksidativnim i protuupalnim svojstvima koja imaju. Med posjeduje antimikrobni kapacitet i antikancerogeno djelovanje protiv različitih vrsta tumora (Cianciosi I sur., 2018).

U svakodnevnu prehranu trebalo bi da bi se povećao unos fitonutrijenata učiniti sljedeće: uvrstiti povrće i voće duginih boja: crvena (paradajz, crvena paprika, jagode, trešnje), narančasta (mrkva, breskva, dinja), žuta (banane, ananas, limun, kukuruz), zelena (masline, jabuka, brokula, lisnato povrće), plava (šumsko voće). Luk i bijeli luk štite od karcinoma i snižavaju kolesterol.

- Koristiti biljne začine
- Za desert poslužiti suho ili pečeno voće
- Udvostručiti uobičajenu porciju povrća
- Ukrasiti jelo umakom od rajčica, *pesta*, šparogama ili artičokama
- Koristiti maslinovo ulje u svježim salatama

- Za međuobrok odabirati kekse od cjelovitog zrna žitarica
- Probati *tofu*, sir od soje
- Dodati sjemenke lana u jogurt
- Uvrstiti napitke od čaja (zeleni čaj), te umjesto umjetnih sladila dodati med
- Čaša crnog vina uz obrok.

Uzimajući sve navedeno u obzir, dokazano je da dugotrajna konzumacija ovakve prehrane koja nam je nadohvat ruke, ima pozitivne učinke na psihofizičko stanje čovjeka.

5. ZAKLJUČAK

Fitokemikalije odnosno fitonutrijenti, su skupina biološki aktivnih nehranjivih tvari iz bilja, koje imaju funkcionalnu vrijednost za ljudski organizam, a djeluju u smislu zaštite od bolesti ili preventive. Biljke ove spojeve proizvode odnosno koriste da bi se zaštitile ili obranile od bolesti, mikroorganizama ili okolišnih uvjeta.

Kod čovjeka velik dio imuniteta dolazi iz samih crijeva, te kao glavna interakcije između mnogih dijelova ljudskog tijela, probavni sustav prolaskom fitokemikalia, odnosno unosom hrane bogatom njima, stvara povoljno "okruženje" i "odskočnu dasku" za izgradnju boljeg i jačeg imuniteta.

U svrhu prehrambenih fitokemikalija susrećemo ih u pet skupina: polifenoli, alkaloidi, karotenoidi, organski spojevi sa sumporom i fitosteroli. Također, svaka od tih skupina ima svoje podskupine koje se razlikuju po kemijskoj građi, rasporedu molekula, te samim time i svojim djelovanjem.

Mediterranska prehrana obiluje fitokemikalijama, ali svakako je važno konzumirati široku paletu boja voća i povrća koje bi trebalo uvrstiti u svakodnevnu prehranu, kako bi smo osigurali dovoljnu količinu fitonutrijenata ali i ostalih povoljnih tvari kao što su vitamini i minerali. Prema Ayurvedskoj filozofiji prehrane, u svakom obroku trebaju biti zastupljene barem četiri boje.

Hrana koja se unosi u organizam uvelike utječe na brojne unutarnje procese koji se svakodnevno odvijaju, a poznato je da je unos voća i povrća važan za cjelokupno ljudsko zdravlje upravo zbog vrijednih tvari koje oni sadrže. Fitokemikalije su biološki aktivne tvari, koje nisu neophodne ali njihova konzumacija ima veliku ulogu zaštite organizma od bolesti ili njihova prevencija, od antioksidativnog, protupalnog djelovanja pa sve do jačanja imuniteta u borbi protiv alergija, raznih virusa, bakterija i gljivica te antikancerogenog djelovanja u svim fazama, od preventivnog pa sve do usporavanja rasta već nastalih tumorskih stanica.

LITERATURA

1. Bumba, V. (2021). Antioksidacijski potencijal odabranih fenolnih kiselina - teoretski pristup, str 3.
2. Alghamdi, S. S., Khan, M. A., El-Harty, E. H., Ammar, M. H., Farooq, M., & Migdadi, H. M. (2018). Comparative phytochemical profiling of different soybean (*Glycine max* (L.) Merr) genotypes using GC-MS. *Saudi journal of biological sciences*, 25(1), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.014>
3. Anand David, A. V., Arulmoli, R., & Parasuraman, S. (2016). Overviews of Biological Importance of Quercetin: A Bioactive Flavonoid. *Pharmacognosy reviews*, 10(20), 84–89. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.194044>
4. Moses Fernandez A , Sasikala C. (2021) Antibacterial and Phytochemical Analysis of Cinnamon Bark (*Cinnamomum Zeylanicum*) Extract against Clinical Pathogens , str 306 -2021
5. Arunava, K., A., Devaraj, B., Pravin M., Kunigal Srinivasaiah S. (2016), Antibacterial synergy of curcumin with antibiotics against biofilm producing clinical bacterial isolates. *J Basic Clin Pharm.* ; 7(3): 93–96.
6. Balloux, F., & van Dorp, L. (2017). Q&A: What are pathogens, and what have they done to and for us?. *BMC biology*, 15(1), 91. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0433-z>
7. Stoilkovski B. (2021) Astaksantin najmoćniji antioksidans <https://hipokrat.com.hr/astaksantin-najmocniji-antioksidans/>
8. Cassileth B. (2010). Lycopene. *Oncology* (Williston Park, N.Y.), 24(3), 296
9. Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Gasparri, M., Reboledo-Rodríguez, P., Manna, P. P., Zhang, J., Bravo Lamas, L., Martínez Flórez, S., Agudo Toyos, P., Quiles, J. L., Giampieri, F., & Battino, M. (2018). Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(9), 2322. <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>
10. Dini, I., & Grumetto, L. (2022). Recent Advances in Natural Polyphenol Research. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(24), 8777. <https://doi.org/10.3390/molecules27248777>
11. Dr. Jašić M. (2009), ALKALOIDI, <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/alkaloidi>
12. Dr. sc. Marković K. (2013) Pokoja više crtica iz znanosti o prehrani str 34 [http://www.pbf.unizg.hr/en/layout/set/print/content/download/23834/93439/file/100%20\(i%20pokoja%20vi%20C3%85%20A1e\)%20crtica%20iz%20znanosti%20o%20prehrani.pdf](http://www.pbf.unizg.hr/en/layout/set/print/content/download/23834/93439/file/100%20(i%20pokoja%20vi%20C3%85%20A1e)%20crtica%20iz%20znanosti%20o%20prehrani.pdf)

13. Galiniak, S., Aebisher, D., & Bartusik-Aebisher, D. (2019). Health benefits of resveratrol administration. *Acta biochimica Polonica*, 66(1), 13–21. https://doi.org/10.18388/abp.2018_2749
14. Ganeshpurkar, A., & Saluja, A. K. (2017). The Pharmacological Potential of Rutin. *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 25(2), 149–164. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.04.025>
15. Green, A. S., & Fascetti, A. J. (2016). Meeting the Vitamin A Requirement: The Efficacy and Importance of β -Carotene in Animal Species. *TheScientificWorldJournal*, 2016, 7393620. <https://doi.org/10.1155/2016/7393620>
16. Gylling, H., Simonen, P. (2015) Phytosterols, phytostanols, and lipoprotein metabolism. *Nutrients*, 7(9): 7965-7977.
17. Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A Review of Its Effects on Human Health. *Foods (Basel, Switzerland)*, 6(10), 92. <https://doi.org/10.3390/foods6100092>
18. Hrvatska enciklopedija (2021), inhibicija, <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=27450>
19. Hrvatska enciklopedija (2021), Proliferacija <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=50620>
20. Stolicovski B.(2020) Slobodni radikali i antioksidansi <https://hipokrat.com.hr/slobodni-radikali-i-antioksidansi/> Boris
21. Santhiravel S, Bekhit AE-DA, Mendis E, Jacobs JL, Dunshea FR, Rajapakse N, (2022). The Impact of Plant Phytochemicals on the Gut Microbiota of Humans for a Balanced Life. *International Journal of Molecular Sciences*; 23(15):8124. <https://doi.org/10.3390/ijms23158124>
22. Kopjar M., Šubari D., Piližota V. (2012), *Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku* str 22-35 <https://hrcak.srce.hr/file/130084>.
23. Bartulović r., Feher Turković L., Mojsović Ćuić A. (2022). Oksidacijski i antimikrobni učinci alicina 133-140 str , <https://hrcak.srce.hr/file/394157>
24. Marković S. (2019-2022) <https://www.plantagea.hr/aromaterapija/fitosteroli-i-stanoli/>
25. Huang, H.(2022). Beta-Carotene. In *Encyclopedia*. <https://encyclopedia.pub/entry/34884>
26. Internetska nutricionistička enciklopedija, definicija hrane Resveratrol <https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/bioloski-aktivne-tvari/resveratrol/>
27. Irina I, Mohamed G, 2012. Biological Activities and Effects of Food Processing on Flavonoids as Phenolic Antioxidants. *Advances in Applied Biotechnology*, ISBN: 978-953-307-820- 5.

28. Fehir Šola K. (2017). <https://www.adiva.hr/nutricionizam/dodaci-prehrani-nutricionizam/upoznajte-astaksantin-mocni-antioksidans/>
29. Khan, N., & Mukhtar, H. (2007). Tea polyphenols for health promotion. *Life sciences*, 81(7), 519–533. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2007.06.011>
30. Khan, U. M., Sevindik, M., Zarrabi, A., Nami, M., Ozdemir, B., Kaplan, D. N., Selamoglu, Z., Hasan, M., Kumar, M., Alshehri, M. M., & Sharifi-Rad, J. (2021). Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human Health Benefits. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2021, 2713511. <https://doi.org/10.1155/2021/2713511>
31. Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology reports (Amsterdam, Netherlands)*, 24, e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>
32. Lara, M. V., Bonghi, C., Famiani, F., Vizzotto, G., Walker, R. P., & Drincovich, M. F. (2020). Stone Fruit as Biofactories of Phytochemicals With Potential Roles in Human Nutrition and Health. *Frontiers in plant science*, 11, 562252. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562252>
33. Leitzmann C. (2016). Characteristics and Health Benefits of Phytochemicals. *Forschende Komplementarmedizin* (2016), 23(2), 69–74. <https://doi.org/10.1159/000444063>
34. Hongyan L., Rong T., Zeyuan D. (2012). Factors affecting the antioxidant potential and health benefits of plant foods. *Canadian Journal of Plant Science*. 92(6): 1101-1111. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-239>
35. Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727–747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
36. Lestari M. (2014), Gunawan Indrayanto, Chapter Three - Curcumin, Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology, Academic Press, Pages 113-204, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800173-8.00003-9>.
37. Kamenjašević M., Oršolić N., Andro Matković A., Matković B., (2017). Učinkovitost polifenolne prehrane na zdravlje i funkcionalnu sposobnost sportaša i rekreativaca (32):5-21 str <https://hrcak.srce.hr/file/291547>
38. Šajina M.,(2016), Nutricionizam, Lignani <https://nutricionizam.com/lignani/>
39. Šajina M. (2011). Karotenoidi , Nutricionizam <https://nutricionizam.com/karotenoidi/>
40. Mrowicka, M., Mrowicki, J., Kucharska, E., & Majsterek, I. (2022). Lutein and Zeaxanthin and Their Roles in Age-Related Macular Degeneration-Neurodegenerative Disease. *Nutrients*, 14(4), 827. <https://doi.org/10.3390/nu14040827>

41. Mukonowenzou, N. C., Adeshina, K. A., Donaldson, J., Ibrahim, K. G., Usman, D., & Erlwanger, K. H. (2021). Medicinal Plants, Phytochemicals, and Their Impacts on the Maturation of the Gastrointestinal Tract. *Frontiers in physiology*, 12, 684464. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.684464>
42. Moje oko (2021). Lutein i zeaksantin, preuzeto sa <https://www.mojeoko.hr/savjeti-za-zdrave-oci/njega-oka/lutein-zeaksantin>
43. Nemrava J., (2016), Protuoksidativna i protuupalna učinkovitost flavonoida u osteoporozi izazvanoj retinoičnom kiselinom u štakora 63 str
44. Akomolafe S.F., Akinyemi A.J., Ogunsuyi O.B., Oyeleye S.I., Oboh G., Adeoyo O.O. , Allismith Y.R. , (2017), Effect of caffeine, caffeic acid and their various combinations on enzymes of cholinergic, monoaminergic and purinergic systems critical to neurodegeneration in rat brain—In vitro, Pages 6-13, <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2017.04.008>.
45. Nikolić T.,(2010) Izolacija alkaloida iz prirodnih spojeva <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:182:150250>
46. Ostlund R. E., Jr (2002). Phytosterols in human nutrition. *Annual review of nutrition*, 22, 533–549. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.22.020702.075220>
47. Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
48. Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J., Lampi, A. M. (2000) Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7): 939-966.
49. Prasad M, Jayaraman S, Eladl MA, El-Sherbiny M, Abdelrahman M, Veeraraghavan V, Vengadassalopathy S, Umapathy V, Jaffer Hussain S, Krishnamoorthy K, (2022), A Comprehensive Review on Therapeutic Perspectives of Phytosterols in Insulin Resistance: A Mechanistic Approach. *Molecules*. 27(5):1595. <https://doi.org/10.3390/molecules27051595>
50. Qadir, M. I., Naqvi, S. T., & Muhammad, S. A. (2016). Curcumin: a Polyphenol with Molecular Targets for Cancer Control. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, 17(6), 2735–2739.
51. V. Rastija, K. Mihaljević, M. Drenjančević, V. Jukić (2016), Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, V Korištenje saznanja o polifenolnom profilu hrvatskih vina u marketinške svrhe str. 39-56
52. Renaud, S., & de Lorgeril, M. (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet (London, England)*, 339(8808), 1523–1526. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)91277-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)91277-f)

53. Ren W, Qiao Z, et al., 2003. Flavonoids: Promising Anticancer Agents. *Medicinal Research Reviews* 23, 519-534.
54. Ruhee, Ruheea Taskin et al. "Organosulfur Compounds: A Review of Their Anti-inflammatory Effects in Human Health." *Frontiers in nutrition* vol. 7 64. 2 Jun. 2020, doi:10.3389/fnut.2020.00064
55. Russo A, Acquaviva A, et al., 2000. Bioflavonoids as antiradicals, antioxidants and DNA cleavage protectors. *Cell Biology and Toxicology* 16, 91-98
56. S.F. Akomolafe, A.J. Akinyemi, O.B. Ogunsuyi, S.I. Oyeleye, G. Oboh, O.O. Adeoyo, Y.R. Allismith (2017). Effect of caffeine, caffeic acid and their various combinations on enzymes of cholinergic, monoaminergic and purinergic systems critical to neurodegeneration in rat brain—*In vitro*, 6-13
57. Šaban S. (2005) Kvercetin zdravlje čuva, *Vaše zdravlje* 41 (4). <https://www.vasezdravlje.com/hrana-i-zdravlje/kvercetin-zdravlje-cuva>
58. Si, P., & Zhu, C. (2022). Biological and neurological activities of astaxanthin (Review). *Molecular medicine reports*, 26(4), 300. <https://doi.org/10.3892/mmr.2022.128>
59. Struna, Hrvatsko strukovno nazivlje, Vazodilatacija <http://struna.ihjj.hr/naziv/vazodilatacija/14294/>
60. Lukičić T. (2017). <https://www.tvornicazdravehrane.com/zdravi-kutak/super-hrana/sto-je-beta-karoten-i-koliko-je-bitan-za-nas-organizam-41325/>
61. Žeželj T. (2022). Biološke uloge glukozinolata <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:935757>
62. Newman T. (2017). All you need to know about beta carotene <https://www.medicalnewstoday.com/articles/252758>
63. Torić, J., Marković A., Karković, B., Cvijeta J., Barbarić M. (2019) "Anticancer effects of olive oil polyphenols and their combinations with anticancer drugs" *Acta Pharmaceutica*, vol.69, no.4, 3919, pp.461-482. <https://doi.org/10.2478/acph-2019-0052>
64. Gmižić, D. (2021). Učinak resveratrola na antioksidacijski kapacitet u plazmi kardiovaskularnih bolesnika, str 7
65. Lončar V. (2015) nastajanje i izlučivanje slobodnih radikala kod životinja pri stresnim uvjetima
66. Xiang, Yiwei (2022) "Beneficial effects of dietary capsaicin in gastrointestinal health and disease." *Experimental cell research* vol. 417,2 (2022): 113227. doi:10.1016/j.yexcr.2022.113227

PRILOZI

POPIS SLIKA

Slika 1. Oksidacijski stres prouzrokovan slobodnim radikalima.....	5
Slika 2. Klasifikacija fitokemikalija iz hrane	6
Slika 3. Alkaloidne namirnice	8
Slika 4. Presjek i prikaz kapsaicinske žlijezde	9
Slika 5. Alliin i enzim koji ga pretvara u alicin	10
Slika 6. Prikaz naslage kolesterola u arteriji	13
Slika 7. Namirnice bogate sa fitosterolima	14
Slika 8. Prikaz osobe sa likopenemijom	16
Slika 9. Žuta pjega ili makula	17
Slika 10. Prikaz izvora luteina i zeaksantina	17
Slika 11. Ružičasto perje odraslih flamingosa.....	18
Slika 12. Prikaz podjele polifenola	19
Slika 13. Prikaz prehrambenih namirnica s kvercentinom	23
Slika 14. Kurkuma i kurkumin	24
Slika 15. Sadržaj rezveratrola u mg u jednoj litri poznatih svjetskih vina	26
Slika 16. Osnovne namirnice mediteranske prehrane bogate fitonutrijentima	28
Slika 17. Najčešći polifenoli u vinu	29

POPIS TABLICA

Tablica 1. Značajniji alkaloidi koji se koriste kao uživala	7
Tablica 2. Prikaz glavnih predstavnika flavonoida.....	21