

6

**Штир (*Amaranthus* ssp.) – биљна врста за
фармацеутску и прехранбену индустрију**

Ново Пржуљ



UDK 582.661.21:635-155.9
DOI 10.7251/PRB2504169P

Цитирање: Пржуљ Н, Илић П (2025) Штир (*Amaranthus ssp.*) – биљна врста за фармацевтску и прехранбену индустрију. У: Пржуљ Н, Грујић Р (уредници) Нутрицеутске гајене биљке. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXV:169–195

Cite as: Pržulj N, Ilić P (2025) Amaranth (*Amaranthus spp.*) – A Plant Species for the Pharmaceutical and Food Industries. *In:* Pržulj N, Grujić R (eds) Nutriceutical cultivated plants. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXV:169–195

Сажетак. *Фамилија* Amarantaceae, у коју се убраја и род *Amaranthus*, обухвата биљке цвјетнице, познате под називом амарант или штир, са око 175 родова и више од 2.500 врста, углавном зељастих и полужбунастих, које успијевају скоро широм свијета. Род *Amaranthus* садржи око 87 врста. Таксономска карактеризација овог рода доста је сложена и тешка, услед велике сличности између већег броја врста, постојања интермедијарних форми и широке географске распрострањености која је довела до богате синонимике у оквиру ових таксона. У Србији је заступљено девет врста рода *Amaranthus*, од којих је међу коровским врстама најзаступљенији *A. retroflexus* L. Штир је познат још од времена Астека, Маја и Инка. У XVI и XVII вијеку широко се раширио у разним другим земљама у форми гајене биљке – као жито или поврће, или у форми корова. Око 40 врста рода *Amaranthus* води поријекло из Америке, док су остале поријеклом из Аустралије, Африке, Азије и Европе.

Штир су народи Централне Америке прије 8.000 година увели у производњу. Зрно и листови су били основна храна древних Астека, који су штир цијенили као једну од најважнијих намирница и користили при религиозним обредима, сматрајући да је то храна достојна богова. Иако FAO не региструје производњу штира, он се тренутно гаји на већим површинама у неколико земаља, укључујући Непал, Индонезију, Малезију, Централну Америку, Мексико и јужну и источну Африку. На широком подручју Централне Америке самоникло је расло више врста овог рода. У протеклим деценијама органска производња штира постаје интересантна и у Европи.

Главна биолошка једињења која се налазе у штиру су протеини, масти, угљени хидрати, витамини и минерали. Садржај протеина, високог нутритивног квалитета и без глутена, у зрну штира износи око 16%, што је више од садржаја у стрним и просоликим житима. Протеини штира богати су у аминокиселинама лизином и метионином, а имају низак садржај леуцина. Количина скроба у зрну, скоро искључиво у облику амилопектина, износи 45–65%. Зрно штира има већи садржај липида од зрна већине жита. Око 76% масних киселина су незасићене. Богато је витамином Б6, тиамином, рибофлавином и ниацином, садржи α -токоферол, δ -токотриенол и γ -токотриенол и полифенолна једињења. Садржај неких микро и макро елемената је вишеструко већи него у житима.

Човјечанство је одувјек било свјесно значаја биљака у одржавању здравља. Због његових вриједних биолошких својстава, богатог фитохемијског састава и широке фармаколошке активности, штир је посљедњих година постао предмет све већег научног и индустријског интересовања. Биљке

штира истовремено садрже квалитетне нутритијенте и фитохемијска једињења која имају позитиван ефекат на здравље људи. У овом раду дат је преглед актуелних података о хемијском саставу штира, вриједности његове суплементације, статусу штира као састојка у исхрани, као и његових главних биолошких и фармаколошких особина. Корисне биолошке особине штира наведене у овом раду могу бити подстицај за даље детаљније научно истраживање у овој области, као и за промоцију развоја иновативних технологија у прехранбеној и козметичкој индустрији у којима се користе поједине биљне врсте штира.

Кључне ријечи: псеудожита, функционална храна, нутрацеутски производи

6.1. Увод

Псеудожита су дикотиледоне биљке које се по структури и функцији разликују од жита (Morales и сар. 2021). Не садрже глутен, богата су протеинима и садрже многе есенцијалне хранљиве материје и сапонине, који имају важну нутрацеутску и агроиндустријску употребу (Mir и сар. 2018). Најпознатија псеудожита су штир, хељда и чиа (Morales и сар. 2020). Потражња за замјенским брашном без глутена постаје све већа због пораста броја пацијената са целијакијом широм свијета (Priyanka и сар. 2018). Са еколошког аспекта, псеудожита могу помоћи у одржавању и проширењу биодиверзитета природних ресурса. Због својих агрономских карактеристика, толерантности на неповољне услове и одличних нутритивних особина, примјена псеудожита је еколошки прихватљива, функционална, јефтина и економична (Dabiја и сар. 2022).

Посљедњих година све је веће интересовање за биљне сировине чија својства омогућавају да се користе и у исхрани и у производњи лијекова. У ову групу биљака/сировина, поред стрних и просоликих жита, могу се сврстати и псеудожита. Ово нису типична жита, али због сличног састава и нутритивних вриједности могу бити добра замјена типичним житима. Јестиви дијелови псеудожита конзумирају се на сличан начин као и стрна и просолика жита – међу се у брашно од којег се праве разни производи за исхрану људи, специфични за поједине дијелове свијета. Такође, имају сличне нутритивне вриједности и укусу као жита.

Псеудожита су била основна храна наших предака широм свијета хиљадама година, углавном од периода холоцена до новог вијека. У различитим

регионима свијета користе се различита псеудожита, а у неким, економски неразвијеним, најсиромашнијим, и данас чине основу исхране. Међутим, због својих нутритивних и нутрацеутских особина псеудожита постају све траженија у Европи и развијеним земљама свијета. Имају велики потенцијал као природни извор широког спектра биолошки активних једињења. Недавни радови сугеришу да су, прије свега, пептиди и хидролизати протеина добијени од ових гајених биљака корисни за људско здравље (Morales и сар. 2020). Прву студију о биоактивном пептиду који потиче од протеина штира, са инхибиторним активностима холестерол естеразе и панкреасне липазе, објавили су Ајауи и сар. (2021).

Због климатских промјена, проблема свјетске глади, смањења броја гајених биљака и промјена у генотиповома водећих гајених биљака у европским и другим земљама широм свијета, постоји тенденција испитивања нових, или некада већ гајених, биљних врста које имају специфичне нутритивне капацитете, уз пожељно особине које обезбјеђују здравствене предности. Штир је биљка са вриједним нутритивним особинама и здравствено пожељним особинама (Сл. 6.1). Додатне важне предности ове биљке су задовољавајући принос у неповољним агроеколошким условима, отпорност на дефицит воде и висок интензитет фотосинтезе. Одлична хранљива вриједност штира (Кагатас и сар. 2019), разнолики хемијски састав сјемена и листова, широк спектар биолошке активности, својства која промовишу здравље и фармаколошка активност побудили су интересовање истраживача за овом биљком посљедњих година. То је довело до значајнијег истраживања и повећаног броја научних резултата о особинама и потенцијалној употреби препарата на бази ове биљке.



Сл. 6.1. Биљке, зрно и брашно штира (Фото: Непознат)

Fig. 6.1. Amaranth plants, grain and flour (Photo: Unknown)

У овом раду даје се преглед актуелних података о хемијском саставу штира, вриједности његове суплементације, значају као састојка у исхрани, као и његове главне биолошке и фармаколошке особине.

6.2. Таксономска припадност

Штир припада породици *Amarantaceae* која обухвата око 850 врста, груписаних у 65 родова (Carlquist 2003), при чему род *Amaranthus* садржи око 87 врста (Mujica и Jacobsen 2003). Таксономска карактеризација овог рода доста је сложена и тешка, услед велике сличности између већег броја врста, ситних и тешко видљивих дијагностичких карактеристика, постојања интер-медијарних форми и широке географске распрострањености која је довела до богате синонимике у оквиру ових таксона (Mujica и Jacobsen 2003). Таксономску сложеност повећава хибридизација, која је уобичајена појава у оквиру рода *Amaranthus* (Wassom и Tranel 2005), а то је једини род фамилије *Amarantaceae* присутан у Србији и заступљен је са девет врста (Božić 2018). Међу коровским врстама често се срећу: *A. albus*, *A. blitoides*, *A. lividus*, *A. hybridus*, а најзаступљенији је *A. retroflexus* (Božić 2018).

6.3. Поријекло и географска распрострањеност

Штир је познат још од времена Астека, Маја и Инка (Kulczyński и сар. 2018). У XVI и XVII вијеку широко се раширио у разним другим земљама у форми гајене биљке – жито или поврће, или у форми корова. Око 40 врста рода *Amaranthus* води поријекло из Америке, док су остале поријеклом из Аустралије, Африке, Азије и Европе (Costea и сар. 2001), при чему је *A. retroflexus* поријеклом из Сјеверне Америке (Costea и сар. 2004; Mandak и сар. 2011). У Европу је интродукована после II свјетског рата.

Штир су народи Централне Америке прије 8.000 година увели у производњу. Зрно и листови су били основна храна древних Астека. Астеци су га цијенили као једну од најважнијих намирница и користили при религиозним обредима, сматрајући да је то храна достојна богова. На широком подручју Централне Америке самоникло је расло више врста овог рода. Већина није била подесна за исхрану због садржаја штетних супстанци, тако да је при оплемењивању требало смањити садржај ових једињења на толерантну границу. Како се штир у протеклих неколико вијекова узгајао на изолованим локалитетима и у природном облику, сачуван је изворни генетички материјал

који је оплемењивачима послужио за добијање сорти за разноврсну употребу. Велики произвођачи штира су земље Централне Америке. Производња се ширила на сјевер континента, а у протеклим деценијама у Европи постаје интересантан за гајење у органској производњи. Иако FAO (*The Food and Agriculture Organization*, FAO) не региструје производњу штира, он се тренутно гаји на већим површинама у неколико земаља, укључујући Непал, Индонезију, Малезију, Централну Америку, Мексико и јужну и источну Африку (Soriano-García и Saraid Aguirre-Díaz 2020).

6.4. Нутритивне особине

Главна биолошка једињења која се налазе у штиру су протеини, масти, угљени хидрати, витамини и минерали (Sushil и Suneeta 2018; Park и сар. 2020) (Таб. 6.1). Садржај протеина у зрну штира варира у зависности од сорте биљке, климе, услова земљишта и начина ђубрења (Januszewska-Jóźwiak и Synowiecki 2008; Park и сар. 2020) и износи око 16%, што је више од садржаја у стрним и просоликим житима (Bolontrade и сар. 2016). Протеини имају високу сварљивост, око 90%. Међу протеинима, албумини су најзаступљенија фракција. За разлику од пшенице, која посједује протеин глиадин и може изазвати алергијску реакцију, целијакију, протеини псеудожита не посједују алергијски ефекат (Kuhn и сар. 1966).

Таб. 6.1. Поређење приближног садржаја хранљивих компоненти између зрна штира и неких жита (% CM) (Saunders и Becker 1984)

Table 6.1. Comparison of proximate composition between amaranth grains and some cereals (% DM) (Saunders and Becker 1984)

Хранљиве компоненте	Штир*	Пшеница	Кукуруз	Пиринач
Угљени хидрати	59,2	66,9	67,7	75,4
Сирови протеини	16,6	14,0	10,3	8,5
Масти	7,2	2,1	4,5	2,1
Сирова влакна	4,1	2,6	2,3	0,9
Пепео	3,3	1,9	1,4	1,4
Влага	9,6	12,5	13,8	11,7

* Средња вриједност за четири врсте штира (*A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus* и *A. hybridus*)

* Mean values of four *Amaranthus* species (*A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus*, and *A. hybridus*)

Протеини штира су богати у аминокиселинама лизиним и метионином, чији је садржај низак код стрних жита и махунарки (Thompson 2001; Januszevska-Jóźwiak и Synowiecki 2008; Zhang и сар. 2023), а супротно стрним житима имају низак садржај леуцина (Таб. 6.2). Висока концентрација лизина допуњена је повишеним садржајем сумпорних аминокиселина (2–5%), што је више него код најважнијих махунарки, као што су грашак, пасуљ и соја (у просјеку 1,4%) (Gorinstein и Moshe 1991). Леуцин, изолеуцин, валин, ограничавајуће аминокиселине у штиру не сматрају се озбиљним проблемом, јер се налазе у вишку код већине стрних жита, због чега је брашно штира погодно за мијешање са житима.

Таб. 6.2. Садржај есенцијалних аминокиселина у штиру и неким другим гајеним биљкама (Zhang и сар. 2023)

Table 6.2. Essential amino acids in seeds of amaranths and some other crops (Zhang et al. 2023)

Врста	Есенцијалне аминокиселине (g/100 g протеина)									Референце
	Trp	Met	Thr	Ile	Val	Lys	Phe	Leu	His	
Штир	0,9	4,6	5,1	3,9	5,9	5,7	5,4	6,2	3,0	Balakrishnan и Schneider 2022
Киноа	0,9	3,3	3,7	3,1	3,7	4,8	6,3	5,0	2,7	Nowak и сар. 2016
Пиринач	–	1,7	2,3	1,9	2,8	2,4	3,1	4,7	1,3	Sekhar и Reddy 1982
Јечам	1,2	3,2	3,2	4,0	4,7	3,2	8,2	6,5	2,8	Bhattarai 2018
Хељда	1,4	3,7	3,5	3,5	4,7	5,9	4,2	6,7	2,2	Huda и сар. 2021
Кукуруз	0,6	3,2	3,9	3,8	5,0	1,9	4,5	13,0	2,4	Sindhu и Khatkar 2019
Пшеница	–	8,7	2,7	8,2	8,1	2,6	6,1	10,8	2,4	Jiang и сар. 2014
FAO/СЗО	0,6*	2,2	2,3	3,0	3,9	4,5	3,8			

СЗО – Свјетска здравствена организација / WHO – World Health Organization

* Референтна дневна количина аминокиселина за одрасле (g/100 g протеина)

Количина скроба у зрну штира варира између 45–65% (Olagunju и Omoba 2024). Скроб штира састоји се скоро искључиво од амилопектина (> 90%). Иако спада у категорију воштаног скроба, што је супротно осталим житима његове особине упоредиве су са особинама скроба жита. Грануле скроба штира су полигоналног облика, изузетно мале величине (0,5–2,0 μm), десет пута мање од кукурузних, због чега су чврсто збијене у зрну. Скроб штита посједује пожељне особине за прехранбену индустрију, фармакологију и козметику, укључујући добру желатинизацију на нижим температурама, велику бистрину пасте и умјерен вршни вискозитет (Resio и сар. 2000). Различите физичко-хемијске и функционалне карактеристике природног (немодификованог) и модификованог скроба указују на његов широк спектар примјенљивости као функционалног састојка у системима исхране. Зрно штира

садржи висок ниво влакана. Растворљива влакна су углавном пектини, а нерастворљива лигнин, целулоза и хемицелулоза, који благотворно дјелују на дигестивни систем. Количина влакана у сјемену, у зависности од извора поријекла, износи у просјеку 2–8% суве масе (Januszevska-Jóźwiak и Synowiecki 2008).

Зрно штира има већи садржај липида од зрна већине жита (Nasirpour-Tabrizi и сар. 2020). Око 76% масних киселина су незасићене, гдје је удио линолне масне киселине 25–62%, олеинске 19–35% и линоленске 0,3–2,2%, а од засићених заступљене су палмитинска 12–25%, стеаринска 2–8,6%, арахидна 0,07% и миристинска 0,1%. Однос засићене/незасићене масне киселински износи 0,26–0,31. Уље штира садрже велике количине сквалена (2–7%, а у рафинисаном уљу више од 8%). Сквален је високо незасићени угљоводоник, тритерпен, познат као обавезни биохемијски прекурсор стерола. То је липид који природно производе ћелије коже људи, а његова улога је вишеструка, а најважније је то што хидрира и штити кожу. Може бити биљног и животињског поријекла. Једињење се често користи и цијени као мазиво за фине електронске инструменте, у козметици и као лијек. Комерцијално се добија из јетре китова, ајкула и неких других морских врста или се синтетише индустријски. Међу другим алтернативним биљним изворима, уље маслине, пшеничне клице и пиринчане мекиње садрже 0,1–1,7% сквалена (Becker и сар. 1981; Leon-Camacho и сар. 2001; Berghofer и Schoenlechner 2002). Антибактеријска својства сквалена, његови антиоксидативни и антитуморски ефекти у канцерогенези су научно доказани и прихваћени (Al-Matun и сар. 2016; House и сар. 2020; Fouad и сар. 2024). Зрно штира садржи стероле у концентрацијама 0,27–0,32 mg/g (Leon-Camacho и сар. 2001), концентрација фосфолипида у уљу штира је релативно ниска (око 5%), а садржај токола варира од 191 mg/kg у зрну (Becker 1994) до 2.000 mg/kg у уљу (Berghofer и Schoenlechner 2002).

Зрно штира је богато витамином Б6, тиамином, рибофлавином и ниацином (Таб. 6.3). Садржи и α -токоферол, β -токотриенол и γ -токотриенол (Niro и сар. 2019) и полифенолна једињења (Pilat и сар. 2016).

Зрно штира садржи значајне количине микро и макро елемената, неких и вишеструко више него што је њихов садржај у житима (Таб. 5.3) (Gajewska и сар. 2002; Abdel-Aal и сар. 2011). Садржи гвожђе (10,1 mg/100 g) и калцијум (153 mg/100 g), који су важни са нутритивне тачке гледишта. Сто грама зрна штира има: 341,9 mg калијума, 65,87 mg магнезијума, 0,91 mg цинка (Kachiguma и сар. 2015). Gajewska и сар. (2002) наводе да конзумирање 100 g зрна штира задовољава дневне потребе за манганом (обезбјеђујући 126–227%

потреба), никлом (обезбјеђујући 61–584% потреба), калијумом (обезбјеђујући 79–158% потреба), гвожђем (обезбјеђујући 53–97% потреба), бавром (обезбјеђујући 42–193% потреба), хромом (обезбјеђујући 14–110% потреба) и цинком и калцијумом (обезбјеђујући 9–69% потреба). Зрно штира садржи низак ниво натријума, што га препоручује за увођење у храну особа са вишком килограма и хипертензијом.

Таб. 6.3. Садржај хранљивих материја, витамина и минерала у производима од штира и зрну пшенице (Gajewska и сар. 2002; Abdel-Aal и сар. 2011)

Table 6.3. Content of nutrients, vitamins and minerals in amaranth products and wheat grain (Gajewska et al. 2002; Abdel-Aal et al. 2011)

Витамини (µg/100 g)/ Минерали (mg/100 g)	Штир			Пшеница
	Зрно	Брашно	Кокице	
Тиамин	29,0	29,0	19,0	4,0
Рибофлавин	0,131	0,100	0,143	0,15
Ниацин	1,02	1,14	1,20	7,29
Витамин Б6	0,563	0,615	0,586	
Калцијум	223	204	212	20
Фосфор	738	712	792	430
Гвожђе	8,3	9,3	9,7	4,2
Магнезиј	218	200	235	155
Цинк	2,9	3,1	3,1	2,5
Бакар	1,03	1,19	1,38	
Магнезијум	4,54	4,36	3,78	5,9
Натријум	6,30	7,93	8,42	
Калијум	337	318	331	355
Хром	0,040	0,041	0,55	
Никл	0.292	0.217	0.185	
Кобалт	0.045	0.050	0.051	

Осим пожељних, у зрну штира налазе се и непожељна једињења антинутритивне природе (Таб. 6.4). У антинутритивна једињења штира спадају трипсин и хомотрипсин инхибитори, танини, фитини, сапонини и друга једињења која смањују вриједност хране за људе и домаће животиње. Пошто су инхибитори трипсина термолабилна једињења, њихов садржај у храни зависи од припреме штира за конзумирање, јер високе температуре изазивају њихову деактивација. Сходно томе, највећи садржај инхибитора трипсина има у непрерађеном зрну и брашну – око 1,66 mg/g CM, што је мањи садржај него у ољуштеном зрну (1,10 mg/g CM) и зрну третираном вишим температурама (0,25 mg/g CM) (Worobieј и сар. 2009). Једињења из групе сапонина, која се

налазе у зрну штира, углавном су тритерпенски гликозиди, али је њихов садржај толико низак (0,1% СМ) да не показују велику штетност за организам (Jakuszew 1997).

Адстрингентно дејство штира зависи од присуства и активности бетацијана. Бетацијани припадају црвеним или љубичастим беталаин пигментима, од којих је најпознатији бетанидин. Ова једињења су идентификована у различитим врстама штира (Joergm 2000). Беталаини су високо биоактивна природна једињења са потенцијалним здравственим предностима.

Таб. 6.4. Хемијски састав (g/100 g СМ) различитих фракција брашна штира (Ramesh и Prakash 2020)

Table 6.4. Chemical composition (g/100 g DM) of Amaranth flour fractions (Ramesh and Prakash 2020)

Нутритивне компоненте	Фракција брашна		
	Whole	Fine	Coarse
Протеини (g)	17,06	19,7	12,08
Масти (g)	6,33	8,54	5,69
Минерали (g)	2,62	2,90	2,08
Угљени хидрати (g)	50,8	39,8	58,8
Дијететска влакна			
Укупна (g)	15,29	20,09	12,3
Нерастворљива (g)	10,03	12,85	10,05
Растворљива	5,26	7,24	2,25
Антинутријенти			
Фитинска киселина (g)	1,59	2,42	1,43
Кондензовани танини (mg)	71,2	50,3	75,4
<i>In vitro</i> сварљиви протеини			
Количина (g)	11,8	17,1	9,4
Проценат (%)	59,8	72,5	66,7

Ramesh и Prakash (2020) установили су да се свака фракција брашна од штира разликовала у садржају протеина, масти, минерала, угљених хидрата и укупних дијететских влакана (Таб. 6.4). *Fine* фракција имала је већи садржај протеина, масти и минерала, а мањи садржај угљених хидрата него *Whole* фракција. Највише дијететских влакана било је у *Fine* фракцији. Садржај фитинске киселине износио је 1,43–2,42 g/100 g СМ и није било значајне разлике између појединих фракција, док је највећи садржај кондензованих танина био у *Coarse* брашну.

6.5. Штир у исхрани људи

Зрно, уље и листови ових биљака користе се као храна (Karamas и сар. 2019; Park и сар. 2020). Зрно штира конзумирало се још у вријеме Инка, Маја и Астека. Коришћено је као храна, али и као света биљка за многе вјерске и ритуалне церемоније (Kaźmierczak и сар. 2011). Уље сјемена штира садржи велику количину (7–11%) сквалена, који се често употребљава у козметичи и медицини, пошто маслиново уље садржи само 1% сквалена. Уље амаранта је такође богат извор токотриенола, који је веома ефикасан за снижавање LDL холестерола (Becker и сар. 1981; Plate и Areas 2002). Око 50–60 једногодишњих врста рода *Amaranthus* гаје се за зрно или лист, које конзумирају људи (Szejtkowska и Bielski 2012; Moszak и сар. 2018; Park и сар. 2020). Листови штира добар су извор велике количине протеина, витамина, минерала и дијеталних влакана.

Преглед тренутне литературе указује на то да се углавном *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus* и *Amaranthus caudatus* узгајају у прехранбене сврхе (Kulczyński и сар. 2017; Aderibigbe и сар. 2020; Januszewska-Jóźwiak и Synowiecki 2008). У принципу ради се о вриједним биљним врстама чији потенцијал још увијек није довољно познат и искоришћен, јер посједује велику економску вриједност због користи које може донијети произвођачима, прерађивачима хране и потрошачима.

Неколико врста рода *Amaranthus* спада у групу корова, док се друге врсте користе као лиснато поврће у многим дијеловима свијета (Stallknecht и Schulz-Schaeffer 1993). Као поврће углавном се користе *A. viridis*, *A. tricolor*, *A. retroflexus* и *A. hybridus*. Ове врсте штира веома добро расту у топлим и влажним предјелима. У афричким земљама листови амаранта понекад се препоручују у медицинске сврхе (Aderibigbe и сар. 2020).

Уобичајене врсте које се узгајају у источној Африци, Кини и Индији су *A. hybridus*, *A. blitum* и *A. dubius*. Јужна Америка и југозападни дијелови САД користе *A. caudatus* као зрно. *A. dubius* се углавном узгаја у Кини и на Карибима због свог листа. *A. hybridus* се гаји и користи у Мексику, Непалу, Индонезији, Малезији, на Тајланду и Филипинима (Orona-Tamayo и сар. 2017). *Amaranthus blitum* Linn., *Amaranthus gangeticus* Linn., *Amaranthus mangostanus* Linn., *Amaranthus tricolor* Linn. узгајају се широм Индије као поврће.

Према Каталогу нове хране ЕУ од врста *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus* користи се зрно. У Пољској се штир узгаја за зрно као извор липида и протеина за производњу брашна, пахуљица, кондиторских производа, експандираних жита и хљеба, тјестенина и резанаца (Januszewska-Jóźwiak и Synowiecki 2008). *Amaranthus cruentus* је

најраспрострањенија врста овог рода биљака у Пољској (Kaźmierczak и сар. 2011). У неким дијеловима свијета конзумира се и неколико дивљих врста.

6.5.1. Штир као суплемент

Најважнији производ који се добија од штира је брашно, које се користи у пекарској индустрији (Park и сар. 2020). Поред појединих жита – кукуруза, сирка и проса, и псеудожита – киное и тефа, и брашно од штира не садржи глутен и могу га конзумирати особе које су алергичне на њега (Kuhn и сар. 1996; Januszewska-Jóźwiak и Synowiecki 2008; Woome и Adedeji 2021; Piga и сар. 2021). Зрно штира углавном се користи за производњу пахулица, брашна, крупице, муслија и уља (Moszak и сар. 2018). Висок квалитет протеина штира значи да се може употребљавати сам или као додатак храни у мјешавинама са другим житима. Штир се може користити као нови алтернативни састојак у прављењу посебних *колачића*, гдје је суплемент интегралном пшеничном брашну, чиме се обогаћује нутритивна вриједност ових производа (Uriarte-Frías и сар. 2021). Уље цијеђено из зрна штира, које је високо отпорно на оксидацију, такође је веома популарно (Jamka и сар. 2021) и користи се као функционална храна (Moszak и сар. 2018). Током дуготрајног складиштења у штиру долази до незнатних промјене у саставу масних киселина (Moszak и сар. 2018).

Садржај гвожђа у зрну штира је значајно већи него у пшеници, као и другим намирницама (спанаћ, месо), због чега производи са зрном или брашном од штира могу бити одличан додаток исхрани за особе са симптомима анемије (Szejtkowska и Bielski 2012). Јела са суплементом штира користе се у облику супа, салата, пиреа или тортиља (Park и сар. 2020). Додатак уља штира, као суплемента, доприноси снижавању крвног притиска, регулисању липидног профила, те испољавању антиоксидативног и хепатопротективног дејства. Moszak и сар. (2018) наводе да се уље штира може користити и у нормализацији нивоа глукозе у крви. Иако су производи од штира нутритивно високовриједни, због високе цијене недоступни су већини потрошача. То се посебно односи на цијену уља од штира, због чега је за просјечног потрошача немогуће спровести дугорочну суплементацију.

Уз промоцију здравих стилова живота потрошачи све више обраћају пажњу на исхрану, користећи нутритивно вриједну, безбједну и функционалну храну, у коју се може уврстити и уље штира, које је богат извор незасићених масних киселина, токоферола и полифенола. Због високог садржаја деривата хидроксициметне киселине и рутина, екстракти добијени од штира у периоду вегетације и раног цвјетања представљају вриједан извор антиоксиданата

који се могу искористити за производњу нутрицеутика или као функционални састојак хране (Karatas и сар. 2009). Како се испоставило, сјеме штира такође може бити извор гвожђа, чија количина може бити ефикасна за спречавање анемије. Orsango и сар. (2020) наводе да је конзумација прерађеног хљеба обогаћеног штиром код дјеце у неразвијеним земљама смањила преваленцију анемије и повећала средњу концентрацију хемоглобина. У групи дјеце лијечене штиром ризик од анемије услед недостатка гвожђа смањен је са 35% на 15% .

6.6. Нутрицеутске особине штира

Поред значаја у исхрани људи и домаћих животиња, као и индустријској преради, поједине врсте из рода *Amaranthus* имају многе значајне здравствене ефекте и користи.

6.6.1. Биолошка и фармаколошка активност

Штир се користи као адстрингент. Овај ефекат вјероватно потиче од садржаја сапонина, протоалкалоида и бетацијана (Joergm 2000). Штир се користио за лијечење дијареје, чирева и у случајевима фарингитиса. Сапонини, протоалкалоиди и бетацијани штира основа су за његово коришћење код лијечења кожных проблема, као што су акне и екцеми, као и за припремање воде за испирање уста код бола у устима (Esiyok 2004; Joergm 2000). У научној литератури постоје извјештаји о благотворном дјеловању штира на кардиоваскуларни и нервни систем, хипогликемијском дјеловању, антимикуробној активности, као и антиоксидативном дјеловању (Martirosyan и сар. 2007; Pazinatto и сар. 2013; Cherian и Sheela 2016; Baraniak и Kania-Dobrowolska 2022; Xu и сар. 2023).

Широко се користи у фармацеутској индустрији за производњу лијекова против атеросклерозе, чира на желуцу, туберкулозе, као и код антисептичних, антифунгалних и антиинфламаторних препарата (Szwejkowska и Bielski 2012). Према Khare (2004) зрно *Amaranthus hypochondriacus* L. у унани медицини се сматра сперматогенетичким лијеком и тоником. Чајем од цвјетова лијечи се дијареја, дизентерија, кашаљ, крварење. *Amaranthus poligamus* Villd. користи се као спазмолитички, еменагошки, галактагошки фактор (Khare 2004). *Amaranthus spinosus* Linn. узима се за смањење обилног менструалног крварења и у случајевима прекомјерног вагиналног секрета, такође као диуретик. Цијеле биљке *Amaranthus blitum* Linn., *Amaranthus gangeticus* Linn., *Amaranthus*

mangostanus Linn. и *Amaranthus tricolor* Linn. сматрају се адстрингентним, диуретичким и демулцентним материјама (Khare 2004). *Amaranthus tricolor* Linn. је описан у Ајурведској фармакопеји Индије. Уље сјемена штира испољава хиполипемичко, антиатеросклеротско, хипотензивно и антиоксидативно дјеловање (Moszak и сар. 2018). То значи да конзумација штира може довести до инхибиције или одлагања развоја цивилизацијских болести повезаних са исхраном.

6.6.2. Хепатопротективна активност

Различите врсте штира показују хепатопротективну активност. Zeashan и сар. (2009) утврдили су хепатопротективну активност екстракта цијеле биљке, која је тестирана при концентрацијама од 6, 7, 8, 9 и 10 mg/mL против токсичности изазване CCl₄ у свјеже изолованим хепатоцитима пацова и HepG2 ћелијама. Хепатопротективна активност етанолног екстракта *Amaranthus spinosus* зависила је од његове дозе (Zeashan и сар. 2009). Водени екстракт коријена *Amaranthus tricolor* Linn. спријечио је физичке, биохемијске, хистолошке и функционалне промјене изазване предозирањем парацетамолом у јетри пацова, испољавајући на тај начин хепатопротективну активност (Апеја и сар. 2013). Moszak и сар. (2018) наводи хепатопротективну активност штира, која се приписује уљу и екстрактима биљке. Обогаћивање исхране уљем од штира регулише се липидни профил и дјелује заштитно на јетру. Уље штира модулира физичко-хемијске особине липида и ћелијских мембрана хепатоцита на тај начин што стабилизује ћелијске мембране и дјелује као хепатопротективни агенс (Moszak и сар. 2018). Познато је да сквален испољава антиоксидативна и хепатопротективна својства, а такође регулише ниво холестерола и помаже у уклањању токсичних супстанци из тијела (Szejtkowska и Bielski 2012). Заштита јетре вјероватно долази од сквалена који се налази у уљу штира, јер је утврђено да ова супстанца испољава антиоксидативне и хепатопротективне особине, а такође регулише ниво холестерола и помаже у уклањању токсичних супстанци из тијела (Szejtkowska и Bielski 2012).

6.6.3. Антиоксидативна активност

Екстракт штира који је добијен из цијеле биљке показао је значајну антиоксидативну активност у DPPH тесту (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) (Zeashan и сар. 2009). Екстракт сјемена *Amaranthus hypochondriacus*, у којем се налази значајна количина полифенола, имао је заштитно дејство на јетру пацова

супхронично изложених етанолу, што се приписује антиоксидативним својствима екстракта сјемена штира (Lucero-Lopez и сар. 2011).

У проучавању фитохемијског састава врсте штира *Amaranthus gangeticus* L., са посебним освртом на идентификацију фенолних једињења одговорних за антиоксидативну активност, у биљци је идентификовано 25 различитих фенолних једињења, која су имала високу антиоксидативну активност у уклањању радикала (Sarker и Oba 2020a). Исти аутори су у другој студији (2020b) представили хемијска једињења пронађена у штиру *A. tricolor* – бетаксантини, беталаини, која испољавају антиоксидативно дејство.

Код метанол екстракта из сјемена и стабла врста штира *A. hybridus* и *A. lividus* DPPH анализа уклањања радикала показала је да оба испитивана екстракта посједују, зависно од дозе, значајан антиоксидативни потенцијал, чије су вриједности IC₅₀ биле $28 \pm 1,5$ и $93 \pm 3,23$ µg/mL, респективно (Al-Mamun и сар. 2016). И код два полисахарида пречишћена из врсте штира *A. hybridus* утврђена је јака антиоксидативна активност (активност уклањања радикала DPPH и активност уклањања слободних радикала супероксид анјона) (Tang и сар. 2019). Код врсте *A. viridis* антиоксидативну активност су имале гулонска и хлорогенска киселина, као и кемпферол (Fouad и сар. 2024). Антиоксидативна својства различитих врста штира нису резултат само присуства фенолних једињења, већ и хидролизата и активних пептида са супериорном антиоксидативном активношћу (Kuhn и сар. 1996).

6.6.4. Потенцијал против рака

Примјена екстракта *A. lividus* и *A. hybridus* довела је до 45% и 43% инхибиције раста ЕАС ћелија (*Ehrlich ascites carcinoma cells*, ЕАС) женки швајцарских албино мишева (Al-Mamun и сар. 2016). Екстракт сјемена *A. hybridus* имао је већу инхибиторну активност од екстракта стабљике *A. lividus* и показао је 14%, 26% и 45% инхибицију раста при дозама од 25, 50 и 100 µg/mL, респективно. Код животиња третираних екстрактима штира, морфолошке промјене које сугеришу на апоптозу такође су примијећене у ЕАС ћелијама. Препарати штира могу се сматрати потенцијалном материјом у истраживањима против рака (Al-Mamun и сар. 2016).

6.6.5. Антихипергликемијска и хипополипидемијска активност

Метанолни екстракт листова *Amarantus viridis* смањио је ниво шећера у крви код дијабетичких пацова изазваних стрептозотоцином и нивое холестерола

и триглицерида у серуму (Girija и сар. 2011). И у тестирању метанолног екстракта три врсте штира: *A. caudatus*, *A. spinosus* и *A. viridis* на дијабетичким пацовима изазваним стрептозотоцином утврђено је значајно снижавања глукозе и холестерола (Girija и сар. 2011). Manólio Soares и сар. (2015) доказали су да специфични протеини из биљке штира *Amaranthus cruentus* имају хипохолестеролемијско дјеловање на тај начин што утичу на смањење ефикасности HMG-CoA редуктазе (*3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-coenzyme A reductase*, HMGCR), кључног ензима у биосинтези холестерола.

Хиполипемички ефекат уља штира повезан је са садржајем сквалена. Механизам активности сквалена заснива се на инхибицији активности HMG-CoA – јетреног ензима који одређује количину синтетисаног холестерола (Moszak и сар. 2018). Додатак штира *Amaranthus mangostanus* у праху значајно је смањео нивое триглицерида, укупног холестерола и фосфолипида и експресију неколико гена повезаних са липогенезом у јетри мишева који су конзумирали храну са високим садржајем масти (Yang и сар. 2021). Недавни резултати истраживања сугеришу да би се водени екстракт добијен из пареног лишћа црвеног штира *Amaranthus tricolor* могао користити као моћан додатак исхрани за спречавање дијабетичке ретинопатије (Hsiao и сар. 2021; Jahan и сар. 2022).

6.6.7. Антиинфламаторна активност

Екстракти *A. lividus* и *A. tricolor* посједују антиинфламаторну активност и могу да смање експресију гена за проинфламаторне цитокине (Amornrit и Santiyanont 2015). Sandoval-Sicairos и сар. (2021) први публикују информације о биоактивним пептидима са антиинфламаторном активношћу из проклијалог штира који се ослобађа *in vitro* гастроинтестиналним варењем.

6.6.8. Антимикробни и антивирусни ефекат

У љековитој биљци штира *Amaranthus tricolor* пронађен је нови антимикробни пептид снажног дјеловања против *E. coli* (Moyer и сар. 2019). Третирањем бактерија *Streptococcus piogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* и гљивица *Candida albicans*, *Penicillium chrysogenum*, *Candida glabrata* и *Penicillium aurantiogriseum* са етанолним и воденим екстрактом штира *Amaranthus caudatus* Jimoh и сар. (2020) су утврдили антимикробну и антифугалну активност. У тре-

тирању гљивице *Candida albicans* са мјешавином уља из сјемена штира *Amaranthus cruentus* L. и антифунгалног лијека под називом *тербинафин* утврђено је њихова синергичка фунгистатичка и фунгицидна активност, што се потенцијално може искористити у припремању антифунгалних формулација (De Vita и сар. 2021). Al-Mamun и сар. (2016) утврдили су *in vitro* осјетљивост пет патогена (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. tipheri*, *S. aureus*) на метанолни екстракт стабла и зрна двије врсте штира; *A. lividus* и *A. hybridus*. Guo и сар. (2020) утврдили су антимикуробну активност сировог екстракта штира *A. tricolor* против бактерије *Staphylococcus aureus*, а механизам те активности повезан је са деполаризацијом ћелијске мембране, смањењем интрацелуларног рН, смањењем садржаја бактеријских протеина, цијепањем ДНК и отицањем цитоплазме из ћелије.

Недавно је откривена и антивирусна активност пигмента бетацијанина из листова штира *Amaranthus dubius*, који је инхибирао DENV-2 virus (*Dengue virus 2*) *in vitro* (Chang и сар. 2020). Међутим, и сами аутори ових резултата истичу да механизам инхибиције инфективности бетацијанинима мора бити потврђен ригорозним научним студијама.

6.7. Закључак

Климатске промјене, повећање хумане популације, коришћење дијела биљне производње водећих гајених биљака у непрехрамбене намјене, успореније повећање укупне производње главних усјева – кукуруза, пшенице и пиринча и повећане потребе за нутрацеутским биљним врстама подстакло је истраживаче широм свијета на значајнија проучавања мање коришћених биљних врста, које могу бити алтернатива главним усјевима. У тој групи посебно се истичу врсте из рода штир (*Amaranthus*). На нашем подручју ове врсте се не гаје, а свима је позната коровска врста из овог рода, штир обични (*Amaranthus retroflexus* L.). Врсте рода *Amaranthus* одликују скромни захтјеви према агроеколошким условима и висока адаптабилност, што га чини конкурентним усјевом широм свијета, посебно у сиромашним регионима. Ова чињеница сама по себи учвршћује позицију штира као свестране гајене биљке која би могла имати важну улогу у производњи хране у XXI вијеку. Хемијски састав штира са високим садржајем макро и микро нутријента додатно повећава његов значај. Штир посебно садржи висок проценат лизина у поређењу са другим житима и псеудожитима.

Род штира представља вриједне биљке са два лица – вијековима су биле храна, а истовремено у будућности могу се користити за производњу биљних лијекова. Велики број производа од ових биљака могу се употријебити као

природни агенси у фармацеутској и прехранбеној индустрији. Њихова одлична нутритивна вриједност и особине за унапређење здравља требало би подстаћи произвођаче хране да на бази ових биљака развију нове технолошки иновативне прехранбене производе, посебно функционалну храну. Поред тога, потребно је спровести детаљне студије о фармаколошкој активности биљака овог рода. Ово ће омогућити да се одреде терапеутске дозе ове сировине, које се могу користити у формулацији лијекова намијењених за примјену у лијечењу специфичних болести. Врсте овог рода могу наћи широку примјену у превенцији и лијечењу неких цивилизацијских болести, као што су исхемијска болест срца, алергија, дијабетес типа 2 и целијакија. Међутим, потребна су даља детаљнија истраживања активности ових биљака и препарата добијених из њих. Због присуства биолошких једињења са корисним нутритивним потенцијалом препарати од штира успјешно се користе и у козметичкој индустрији.

Литература

- Abdel-Aal ESM, Hucl PJ, Shea S, Miller-Patterson CA, Gray D (2011) Microstructure and nutrient composition of hairless canary seed and its potential as a blending flour for food use. *Food Chem* 125:410–416. doi:10.1016/j.foodchem.2010.09.021
- Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O (2020) Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus spp.*) along the value chain for food and nutrition security: A review *Crit Rev Food Sci Nutr* 62:656–669. doi:10.1080/10408398.2020.1825323
- Ajayi F, Mudgil P, Gan CY, Maqsood S (2021) Identification and characterization of cholesterol esterase and lipase inhibitory peptides from amaranth protein hydrolysates. *Food Chem* 12:100165. doi:10.1016/j.fochx.2021.100165
- Al-Mamun MA, Husna J, Khatun M, Hasan R, Kamruzzaman M, Hoque KM, Reza MA, Ferdousi Z (2016) Assessment of antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of two vegetable species of *Amaranthus* in Bangladesh. *BMC Complement Altern Med* 31(16):157. doi:10.1186/s12906-016-1130-0
- Amornrit W, Santiyanont R (2015) Effect of *Amaranthus* on advanced glycation end-products induced cytotoxicity and proinflammatory cytokine gene expression in SH-SY5Y cells. *Molecules* 17288. doi:10.3390/molecules200917288
- Aneja S, Vats M, Aggarwal S, Sardana S (2013) Phytochemistry and hepatoprotective activity of aqueous extract of *Amaranthus tricolor* Linn. roots. *J Ayurveda Integr Med* 4:211–215. doi:10.4103/0975-9476.123693
- Balakrishnan G, Schneider RG (2022) The role of amaranth, quinoa, and millets for the development of healthy, sustainable food products—a concise review. *Foods* 11:2442

- Baraniak J, Kania-Dobrowolska M (2022) The Dual Nature of Amaranth—Functional Food and Potential Medicine. *Foods* 11:618. [Doi:org/10.3390/foods11040618](https://doi.org/10.3390/foods11040618)
- Berghofer E, Schoenlechner R (2002) Grain Amaranth. *In*: Belton P, Taylor J (eds) *Pseudocereals and less common cereals, grain properties and utilization potential*. Springer Verlag, pp 219–260
- Becker R, Wheeler EL, Lorenz K, Stafford AE, Grosjean OK, Betschart AA, Saunders RM (1981) A compositional study of Amaranth grain. *J Food Sci* 46:1175–1180
- Becker R (1994) Amaranth oil: Composition, processing and nutritional qualities. *In*: Peredes-López O (ed) *Amaranth Biology, Chemistry and Technology*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 133–141
- Bolontrade AJ, Scilingo AA, Anón MC (2016) Amaranth proteins foaming properties: Film rheology and foam stability - Part 2. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 141:643–650
- Božić D (2018) *Amaranthus retroflexus* L. – štir obični. *Acta herbologica* 27(1):5–19
- Bhattarai G (2018) Amaranth: a golden crop for future. *Himalayan J Sci Tech* 2:108–116
- Gajewska R, Lebieżińska A, Malinowska E, Szefer P (2002) The health aspects of amaranth. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 53:141–147
- Girija K, Lakshman K, Udaya C, Sachi GS Divya T (2011) Anti-diabetic and anti-cholesterolemic activity of methanol extracts of three species of *Amaranthus*. *Asian Pac J Trop Biomed* 1:133–138. [doi:10.1016/S2221-1691\(11\)60011-7](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60011-7)
- Gorinstein S, Moshe R (1991) Evaluation of four amaranthus species through protein electrophoretic patterns and their amino acid composition. *J Agric Food Chem* 39(5):851–854
- Guo L, Wang Y, Bi X, Duo K, Sun Q, Yun X, Zhang Y, Fei P, Han J (2020) Antimicrobial activity and mechanism of action of the *Amaranthus tricolor* crude extract against *Staphylococcus aureus* and potential application in cooked meat. *Foods* 9:359. [doi:10.3390/foods9030359](https://doi.org/10.3390/foods9030359)
- Dabija A, Ciocan ME, Chetrariu A, Codină GG (2022) Buckwheat and Amaranth as Raw Materials for Brewing, a Review. *Plants* 11(6):756. [doi:org/10.3390/plants11060756](https://doi.org/10.3390/plants11060756)
- De Vita D, Messori A, Toniolo C, Frezza C, Scipione L, Berteà CM, Micera M, Di Sarno V, Madia VN, Pindinello I (2021) Towards a new application of amaranth seed oil as an agent against *Candida albicans*. *Nat Prod Res* 35:4621–4626. [doi:10.1080/14786419.2019.1696335](https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1696335)
- Esiyok D, Ötles S, Akcicek E (2004) Herbs as a food source in Turkey. *Asian Pac J Cancer Prev* 5:334–339
- Zeashan H, Amresh G, Singh S, Rao CV (2009) Hepatoprotective and antioxidant activity of *Amaranthus spinosus* against CCl₄ induced toxicity. *J Ethnopharmacol* 125:364–366. [doi:10.1016/j.jep.2009.05.010](https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.05.010)
- Zhang X, Shi J, Fu Y, Zhang T, Jiang L, Sui X (2023) Structural, nutritional, and functional properties of amaranth protein and its application in the food industry: A review. *Sustainable Food Proteins* 1(1):45–55.

- doi.org/10.1002/sfp2.1002. Доступно на: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sfp2.1002>, Приступљено: 7. април 2025
- Jakuszew M (1997) Chemical composition and biological activity of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) seed saponins. Praca doktorska wykonana w Zakładzie Biochemii i Jakości Plonów IUNG (PhD thesis), Puławy. [in Polish + summary in English]
- Jamka M, Morawska A, Krzyzanowska-Jankowska P, Bajerska J, Przysławski J, Walkowiak J, Lisowska A (2021) Comparison of the effect of amaranth oil vs. rapeseed oil on selected atherosclerosis markers in overweight and obese subjects: A randomized double-blind cross-over trial. *Int J Environ Res Public Health* 18:8540. doi:10.3390/ijerph18168540
- Januszewska-Jóźwiak K, Synowiecki J (2008) Charakterystyka i przydatność składników szarłatu w biotechnologii żywności. *Biotechnologia* 3:89–102
- Jahan F, Bhuiyan NH, Islam J, Ahmed S, Hasan S, Bashera M, Waliullah M, Chowdhury AN, Islam B, Saha BK, Moulick SP (2022) *Amaranthus tricolor* (red amaranth), an indigenous source of nutrients, minerals, amino acids, phytochemicals, and assessment of its antibacterial activity. *J Agric Food Res* 10:100419. doi:org/10.1016/j.jafr.2022.100419
- Jiang X, Wu P, Tian J (2014) Genetic analysis of amino acid content in wheat grain. *J Genet* 93:451–458. doi:org/10.1007/s12041-014-0408-6
- Jimoh MO, Afolayan AJ, Lewu FB (2020) Toxicity and antimicrobial activities of *Amaranthus caudatus* L. (Amaranthaceae) harvested from formulated soils at different growth stages. *J Evid Based Complementary Altern Med* 25:1–11. doi:10.1177/2515690X20971578
- Joergm G (2000) PDR for Herbal Medicines. 2nd ed. Medical Economics Company; Montvale, NJ, USA: pp 75–76
- Kaźmierczak A, Bolesławska I, Przysławski J (2011) Szarłat—Jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych. *Nowiny Lekarskie* 80:192–198
- Karamac M, Gai F, Longato E, Meineri G, Janiak MA, Amarowicz R, Peiretti PG (2019) Antioxidant activity and phenolic composition of amaranth (*Amaranthus caudatus*) during plant growth. *Antioxidants* 8:173. doi:10.3390/antiox8060173
- Kachiguma NA, Mwase W, Maliro M, Damaliphetsa A (2015) Chemical and mineral composition of amaranth (*Amaranthus* L.) species collected from central Malawi. *Journal of Food Research* 4(4):92–102, doi:10.5539/jfr.v4n4p92
- Kulczyński B, Gramza-Michałowska A, Grdeń M (2017) Amaranthus—Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne. *Bromat Chem Toksykol* 1:1–7
- Kumari S, Elancheran R, Devi R (2018) Phytochemical screening, antioxidant, antityrosinase, and antigenotoxic potential of *Amaranthus viridis* extract. *Indian J Pharmacol* 50:130–138. doi:10.4103/ijp.IJP_77_18
- Kuhn M, Wagner S, Aufhammer W (1996) Amaranths, Buchweizen, Reismelde und Hafer. *DT LebensmRundschau* 92(1):147–152

- Khare CP (2004) Rational Western Therapy, Ayurvedic and Other Raditional Usage, Botany. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany. Indian Herbal Remedies
- Leon-Camacho M, Garcia-Gonzalez DL, Aparicio RA (2001) detailed study of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) oil fatty profile. Eur Food Res Technol 213:349–355
- Lucero-Lopez VR, Razzeto GS, Gimenez MS, Escudero NL (2011) Antioxidant properties of *Amaranthus hypochondriacus* seeds and their effect on the liver of alcohol-treated rats. Plant Foods Hum Nutr 66:157–162. doi:10.1007/s11130-011-0218-4
- Mandak B, Zakravsky P, Dostal P, Plačková I (2011) Population genetic structure of the noxious weed *Amaranthus retroflexus* in Central Europe. Flora 206:697–703
- Manólio Soares RA, Mendonça S, Andrade de Castro LI, Cardoso Corrêa Carlos Menezes AC, Gomes Arêas JA (2015) Major peptides from amaranth (*Amaranthus cruentus*) protein inhibit HMG-CoA reductase activity. Int J Mol Sci 16:4150. doi:10.3390/ijms16024150
- Martirosyan DM, Miroshnichenko LA, Kulakova SN, Pogojeva AV, Zoloedov VI (2007) Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension. Lipids Health Dis 5(6):1. doi:10.1186/1476-511X-6-1
- Mir NA, Riar CS, Singh S (2018). Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. Trends in Food Science & Technology 75:170–180
- Morales D, Miguel M, Garcés-Rimón M (2020) Pseudocereals: A novel source of biologically active peptides. Crit Rev Food Sci Nutr 61:1537–1544 doi:10.1080/10408398.2020.1761774
- Morales D, Miguel M, Garcés-Rimón M (2021) Pseudocereals: a novel source of biologically active peptides. Crit Rev Food Sci Nutr 61(9):1537–1544. doi:10.1080/10408398.2020.1761774
- Moszak M, Zawada A, Grzymisławski M (2018) (The properties and the use of rapeseed oil and amaranth oil in the treatment of metabolic disorders related to obesity. Forum Zaburzeń Metab 9:53–64
- Moyer TB, Heil LR, Kirkpatrick CL, Goldfarb D, Lefever WA, Parsley NC, Wommack AJ, Hicks LM (2019) PepSAVI-MS reveals a proline-rich antimicrobial peptide in *A. tricolor*. J Nat Prod 82:2744–2753. doi:10.1021/acs.jnatprod.9b00352
- Mujica A, Jacobsen SE (2003) The genetic resources of Andean grain amaranths (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L. and *A. hypochondriacus* L.) in America. Plant Genetic Resources Newsletter 133:41–44
- Nasirpour-Tabrizi P, Azadmard-Damirchi S, Hesari J, Piravi-Vanak Z (2020) Amaranth Seed Oil Composition. Доступно на: https://www.researchgate.net/publication/339623672_Amaranth_Seed_Oil_Compositiondoi:dx.doi.org/10.5772/intechopen.91381, Приступљено: 15. април 2025

- Niro S, D'Agostino A, Fratianni A, Cinquanta L, Panfili G (2019) Gluten-free alternative grains: Nutritional evaluation and bioactive compounds. *Foods* 8(6):208. doi:10.3390/foods8060208
- Nowak V, Du J, Charrondière UR (2016) Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chem* 193:47–54. doi:org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111
- Olagunju AI, Omoba OS (2024) Amaranth starch: physicochemical, functional, and nutritional properties. In: Lorenzo JM, Bangar SP (eds) *Non-Conventional Starch Sources*. Academic Press, pp 281–313. doi:org/10.1016/B978-0-443-18981-4.00010-0
- Orona-Tamayo D, Valverde ME, Paredes-López O (2017) Chia—the new golden seed for the 21st century: nutraceutical properties and techno-logical uses. In: *Sustainable protein sources*. Amsterdam: Elsevier, pp 265–268
- Orsango AZ, Loha E, Lindtjørn B, Engebretsen IMS (2020) Efficacy of processed amaranth-containing bread compared to maize bread on hemoglobin, anemia and iron deficiency anemia prevalence among two-to-five year-old anemic children in Southern Ethiopia: A cluster randomized controlled trial. *PLoS ONE* 15:e0239192. doi:10.1371/journal.pone.0239192
- Park SJ, Sharma A, Lee HJ (2020) A review of recent studies on the antioxidant activities of a third-millennium food: *Amaranthus* spp. *Antioxidants* 9:1236. doi:10.3390/antiox9121236
- Pazinatto, Malta LG, Pastore GM, Netto FM (2013) Antioxidant capacity of amaranth products: effects of thermal and enzymatic treatments. *Food Sci Technol Campinas* 33(3):485–493
- Piga A, Conte P, Fois S, Catzeddu P, Del Caro A, Sanguinetti AM, Fadda C (2021) Technological, nutritional and sensory properties of an innovative gluten-free double-layered flat bread enriched with amaranth flour. *Foods* 10:920. doi:10.3390/foods10050920
- Pilat B, Ogrodowska D, Zadernowski R (2016) Nutrient content of puffed proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) grains. *Czech Journal of Food Science* 34:362–369
- Plate AYA, Areas JAG (2002) Cholesterol-lowering effect of extruded amaranth (*Amaranthus caudatus* L) in hypercholesterolemia rabbits. *Food Chem* 76:1–6
- Priyanka P, Gayam S, Kupec JT (2018) The Role of a Low Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides, and Polyol Diet in Nonceliac Gluten Sensitivity. *Gastroenterology Research and Practice*. Article ID 1561476, doi:org/10.1155/2018/1561476
- Ramesh D, Prakash J (2020) Nutritional and Functional Properties of Amaranth Grain Flour Fractions Obtained by Differential Sieving. *Prog Chem Biochem Res* 3(3):272–286
- Resio AC, Aguerre RJ, Constatino S (2006) Hydration kinetics of amaranth grain. *J Food Eng* 72:247–253

- Sandoval-Sicairos ES, Milán-Noris AK, Luna-Vital DA, Milán-Carrillo J, Montoya-Rodríguez A (2021) Anti-inflammatory and antioxidant effects of peptides released from germinated amaranth during in vitro simulated gastrointestinal digestion. *Food Chem* 1:128394. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128394
- Sarker U, Oba S (2020a) Polyphenol and flavonoid profiles and radical scavenging activity in leafy vegetable *Amaranthus gangeticus*. *BMC Plant Biol* 20:499. doi:10.1186/s12870-020-02700-0
- Sarker U, Oba S (2020b) Leaf pigmentation, its profiles and radical scavenging activity in selected *Amaranthus tricolor* leafy vegetables. *Sci Rep* 10:18617. doi:10.1038/s41598-020-66376-0
- Saunders RM, Becker R (1984) *Amaranthus*: a potential food and feed resource. In: Pomeranz Y (ed) *Advances in Cereal Science and Technology* 6:357–396
- Sekhar BPS, Reddy GM (1982) Amino acid profiles in some scented rice varieties. *Theor Appl Genet* 62:35–37
- Szwejkowska B, Bielski S (2012) Wartość prozdrowotna nasion szarłat (*Amaranthus cruentus* L.) *Postepy Fitoter* 4:240–243
- Sindhu R, Khatkar B (2019) *Pseudocereals: nutritional composition, functional properties, and food applications. Food bioactives*. New York: Apple Academic Press; pp 129–147
- Soriano-García M, Saraid Aguirre-Díaz I (2020) Nutritional Functional Value and Therapeutic Utilization of Amaranth. *IntechOpen*. doi:10.5772/intechopen.86897
- Stallknecht GF, Schulz-Schaeffer JR (1993) In: Janick J, Simon JE (eds) *Amaranth Rediscovered*. New York: Wiley; pp 211–218
- Sushil N, Suneeta P (2018) Amaranth - A Functional Food. *Con Dai Vet Sci* 1(3).CDVS.MS.ID.000112. doi:org/10.32474.CDVS.2018.01.000112
- Tang Y, Xiao Y, Tang Z, Jin W, Wang Y, Chen H, Yao H, Shan Z, Bu T, Wang X (2019) Extraction of polysaccharides from *Amaranthus hybridus* L. by hot water and analysis of their antioxidant activity. *PeerJ* 7:e7149. doi:10.7717/peerj.7149
- Thompson T (2001) Case problem: Question regarding the acceptability of buckwheat, amaranth, quinoa, and outs from a patient with celiac disease. *J Am Diet Assoc* 101:586–587
- Uriarte-Frías G, Hernández-Ortega MM Gutiérrez-Salmeán G, Santiago-Ortiz MM, Morris-Quevedo HJ, Meneses-Mayo M (2021) Pre-Hispanic Foods Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*), Nopal (*Opuntia ficus-indica*) and Amaranth (*Amaranthus* sp.) as New Alternative Ingredients for Developing Functional Cookies *J Fungi* 7:911. doi:10.3390/jof7110911
- Fouad M, Ghareeb M, Hamed AA, Aidy EA, Tabudravu J, Sayed AM, Tammam MA, Mwaheb MA (2024) Exploring the antioxidant, anticancer and antimicrobial potential of *Amaranthus viridis* L. collected from Fayoum depression: Phytochemical, and biological aspects. *S Afr J Bot* 166:297–310
- House NC, Puthenparampil D, Malayil D, Narayanankutty A (2020) Variation in the polyphenol composition, antioxidant, and anticancer activity among different

- Amaranthus* species. South African Journal of Botany 135:408–412
doi:org/10.1016/j.sajb.2020.09.026
- Hsiao LW, Tsay GJ, Mong MC, Liu WH, Yin MC (2021) Aqueous extract prepared from steamed red amaranth (*Amaranthus gangeticus* L.) leaves protected human lens cells against high glucose induced glycativ and oxidative stress. J Food Sci 86:3686–3697. doi:10.1111/1750-3841.15822
- Huda MN, Lu S, Jahan T, Ding M, Jha R, Zhang K (2021) Treasure from garden: bioactive compounds of buckwheat. Food Chem 335:127653
- Carlquist S (2003) Wood and stem anatomy of woody *Amaranthaceae* s.s.: ecology, systematics and problems of defining rays in dicotyledons. Botanical Journal of the Linnean Society 143:1–19
- Costea M, Sanders A, Waines G (2001) Preliminary results toward a revision of the *Amaranthus hybridus* species complex (*Amaranthaceae*). SIDA 19:931–974
- Costea M, Weaver SE, Tardif FJ (2004) The biology of Canadian weeds 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. Canadian J Plant Sci 84:631–668
- Chang YJ, Pong LY, Hassan SS, Choo WS (2020) Antiviral activity of betacyanins from red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and red spinach (*Amaranthus dubius*) against dengue virus type 2 (GenBank accession no. MH488959) Access Microbiol 2:1–6. doi:10.1099/acmi.0.000073
- Cherian P, Sheela D (2016) Antimicrobial activity of Amaranth Alkaloid against pathogenic microbes. Int J Herb Med 4(5):70–72
- Wassom JJ, Tranel PJ (2005) Amplified fragment length polymorphism – based genetic relationship among weedy *Amaranthus* species. J Hered 96:410–416
- Woomer JS, Adedeji AA (2021) Current applications of gluten-free grains—A review. Crit Rev Food Sci Nutr 61:14–24. doi:10.1080/10408398.2020.1713724
- Worobiej E, Piecyk M, Rębiś M, Rębiś Ż (2009) The content of non-nutrient bioactive compounds and antioxidant proprieties of amaranth products. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna 42(2):54–157
- Xu W, Du Y, Xiao M, Luo Q, Wen AX (2023) Analysis of the Effect of Grain Amaranth Hypoglycemic Powder in Type 2 Diabetes Mellitus. Indian J Pharm Sci Special Issue 6:25–31
- Yang Y, Fukui R, Jia H, Kato H (2021) Amaranth supplementation improves hepatic lipid dysmetabolism and modulates gut microbiota in mice fed a high-fat diet. Foods 10:1259. doi:10.3390/foods10061259

Amaranth (*Amaranthus* spp.) – A Plant Species for the Pharmaceutical and Food Industries

Novo Pržulj

Summary

The family *Amaranthaceae*, which includes the genus *Amaranthus*, consists of flowering plants known as amaranth, with around 175 genera and more than 2,500 species, mostly herbaceous and semi-shrubby, that grow worldwide. The genus *Amaranthus* comprises about 87 species. Taxonomic characterization of this genus is rather complex and challenging due to the great morphological similarity among many species, the existence of intermediate forms, and its broad geographical distribution, which has resulted in extensive synonymy within these taxa. In Serbia, nine *Amaranthus* species are present, with *A. retroflexus* L. being the most widespread among weedy species. Amaranth has been known since the time of the Aztecs, Mayans, and Incas. In the XVI and XVII centuries, it spread widely to various countries either as a cultivated crop (grain or vegetable) or as a weed. Approximately 40 *Amaranthus* species originate from the Americas, while others come from Australia, Africa, Asia, and Europe.

People in Central America began cultivating amaranth around 8,000 years ago. Its seeds and leaves were staple foods of the ancient Aztecs. They considered amaranth one of the most important food sources and used it in religious ceremonies, believing it to be food worthy of the gods. Although FAO does not report official amaranth production, it is currently cultivated on larger areas in several countries, including Nepal, Indonesia, Malaysia, Central America, Mexico, and southern and eastern Africa. Many species of this genus also grow wild across Central America. In recent decades, organic amaranth production has gained interest in Europe.

The main bioactive compounds in amaranth include proteins, fats, carbohydrates, vitamins, and minerals. The grain contains about 16% protein, which is gluten-free and of high nutritional quality, more than in common cereals and millets. Amaranth protein is rich in lysine and methionine, while low in leucine. The starch content, almost exclusively in the form of amylopectin, ranges between 45–65%. Its grain also contains more lipids than most cereals, with around 76% being unsaturated fatty acids. It is rich in vitamin B6, thiamine, riboflavin, and niacin, and contains α -tocopherol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol, and polyphenolic compounds. The levels of some macro- and microelements are significantly higher than those found in cereals.

Humanity has always been aware of the importance of plants for maintaining health. Due to its valuable biological properties, rich phytochemical composition, and broad pharmacological activity, amaranth has in recent years become a growing focus of scientific and industrial interest. Amaranth species contain both quality nutrients and phytochemicals that positively affect human health. This paper provides an overview of current data on the chemical composition of amaranth, its value as a dietary supplement, its status as a food ingredient, and its main biological and pharmacological properties. The beneficial effects of amaranth highlighted in this paper may encourage further scientific investigation in this field, as well as the development of innovative technologies in the food and cosmetics industries that utilize various *Amaranthus* species.

Keywords: Pseudocereals, Functional Food, Nutraceutical Products