

2

**Просо (*Millets*) – биљне врсте
високе адаптабилности и потенцијални
извор есенцијалних хранљивих материја**

Ново Пржуљ

UDK 633.1:581.19]:641.5
DOI 10.7251/PRB2504039P

Цитирање: Пржуљ Н (2025) Просо (*Millets*) – биљне врсте високе адаптабилности и потенцијални извор есенцијалних хранљивих материја. У: Пржуљ Н, Грујић Р (уредници) Нутрицеутске гајене биљке. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXV:39–65

Cite as: Pržulj N (2025) Millets – Highly Adaptable Plant Species and a Potential Source of Essential Nutrients. *In:* Pržulj N, Grujić R (eds) Nutraceutical cultivated plants. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXV:39–65

Сажетак. Просо (Millets) термин је који означава безглутенске гајене врсте ситог сјемена из породице трава, чије се зрно и вегетативни дијелови користе у исхрани људи, домаћих животиња, птица и живине. То су биљне врсте поријеклом из тропских подручја Африке и Азије, а стигле су у Европу преко Грузије у V и IV миленијуму п. н. е. Просо се гаји у 93 земље свијета на преко 30 милиона хектара, а највише у Азију (око 50%) и Африци (око 40%), гдје су још увијек важни извори људске хране. Највеће засијане површине и највећи свјетски произвођачи зрна су Индија (39%), Нигер (11%), Кина (9%), Нигерија и Мали. Русија обухвата око 7% свјетских површина под просом, а на остале рејоне, укључујући и Европу, отпада осталих 3%. Укупна производња свих врста проса заузима пето мјесто у свјетској производњи жита, након кукуруза, пшенице, јечма и сирка.

Захтијевају пуно свјетлости, а успијевају и на скромнијим, али не киселим земљиштима. Гајење проса није препоручљив у монокултури, највише због могућности јаког напада кукурузног мољца. Ове биљне врсте могу се гајити као покровни усјев, чиме се чува вода у земљишту, спречава ерозија, одржава плодност земљишта и бори против корова. Осим у тропским подручјима гаје се на сјеверној хемисфери до 53° г. ш. У најпознатије врсте проса које се гаје спадају фингер просо (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), италијанско просо (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.), обично просо (*Panicum miliaceum* L.), мухар (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. и *Echinochloa colona* (L.) Link), кодо просо (*Paspalum scrobiculatum* L.), мало просо (*Panicum sumatrense* Roth. ex. Roem. & Schult.), меф – етиопско просо (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), фонио просо (*Digitaria exilis* Stapf. и *D. iburua* Stapf.), просо јобове сузе (*Coix lacryma-jobi* L.), звинејаско просо (*Brachiaria deflexa* (Schumach.) C. E. Hubb. ex Robyns = *Urochloa deflexa* (Schumach.) H. Scholz) и браунтоп просо (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. = *Urochloa ramosa* (L.) T. Q. Nguyen). У нашим условима добро успијева обично просо, мухар, италијанско или бар просо и свијетло сјеме (*Phalaris canariensis*), од којих је у производњи најзаступљеније обично просо.

Због својих бројних предности, укључујући њихову употребу у исхрани и производњи прехранбених производа са додатном нутритивном вриједношћу, врсте проса описују се као „чудотворне гајене биљке“. Дobar су извор енергије, дијететских влакана, споро сварљивог и резистентног скроба. Богат су извор протеина и увелико их конзумирају вегани. Садржи све есенцијалне аминокиселине и аминокиселине које садрже сумпор. Фракција мекиња проса је главни и обилан извор дијететских влакана, која се карактеришу као сложени полисахариди који нису лако доступни ензиматском систему организма. Просо је

богат извор минерала и витамина, који се углавном акумулирају у алеурону, клици и перикарпу.

Хранљиве материје проса пружају вишеструке користи, као што су смањење инциденције рака, гојазности и дијабетеса, кардиоваскуларних болести, гастроинтестиналних проблема, мигрене и астме. Конзумација проса помаже у управљању хипергликемијом због његовог ниског гликемијског индекса угљених хидрата и високог садржаја дијететских влакана, што га чини савршеном храном за дијабетичарску популацију. Просо игра важну улогу у савременој исхрани као потенцијални извор есенцијалних хранљивих материја, посебно у неразвијеним земљама и земљама у развоју.

У зрну проса налазе се и антинутријенти – фитохемијска једињења која биљке природно производе за своју одбрану. Ова антинуритивна једињења ометају апсорпцију хранљивих материја у организму човјека, што доводи до смањене биорасположивости и коришћења хранљивих материја. Када се конзумирају некувани, производи који садрже антинутријенте и хемијска једињења могу бити штетни, или чак представљати здравствене проблеме код људи. Посљедњих година, неки антинуритивни фактори, као што су полифенолна једињења, окарактерисана су као нутрацеутици, због њиховог доприноса антиоксидативним својствима. Уклањање антинутријената врши се техникама предтретмана или прераде.

Недовољна информисаност произвођача и потрошача о овим биљним врстама, одсуство оплемењивачког рада и недостатак сјемена, као и непознавање технологије њиховог гајења представљају примарне препреке гајењу проса на већим површинама изван тропских подручја и већег коришћења у исхрани. На подручју западног Балкана гаји се обично просо, и то на малим површинама; у Србији на око 100 ha.

Кључне ријечи: просо, поријекло, распрострањеност, систематика, нутритивне особине

2.1. Увод

Пшеница (*Triticum aestivum* L.), кукуруз (*Zea mais* L.) и пиринач (*Oriza sativa* L.) обезбјеђују више од 60% енергије за хуману популацију и представљају главне биљке у њеној исхрани (Awika 2011; Sakmak и Kutman 2018; Vetri-venthan и Uradhуaya 2019). Коришћење ова три жита у исхрани у највећој мјери има за посљедицу да око двије милијарде људи широм свијета не

уноси довољно микро и макро минералних елемената (Bekkering и Tian 2019). Из тог разлога постоји потреба диверзификације биљне производње промовисањем гајења и укључивањем у исхрану традиционалних и регионално значајних гајених биљака, које имају високо хранљиву вриједност и изграђену адаптабилност на мање повољне агроеколошке услове (Vetriventhan и Upadhyaya 2019). Организација Уједињених нација за храну и пољопривреду прогласила је 2023. годину „годином проса“, као знак истицања његовог значаја у глобалном снабдијевању храном.

Просо (*Millets*) уобичајени је термин под којим се подразумевају безгљутенске гајене врсте ситог сјемена из породице трава, које се користе у исхрани људи, домаћих животиња, птица и живине. Taylor и Emmambux (2008) наводе да ријеч *millet* потиче од француске ријечи *mille*, што значи хиљаду, подразумевајући да се у руци може налазити хиљаду сјемена. Због њихове толерантности на дефицит воде, за њих се често користи израз „жита за суво земљиште“ (Yadav и сар. 2022). Старословенски израз *просо* означава неколико биљних врсти сличног изгледа, начина гајења и употребе. У нашим условима добро успијева обично просо (*Panicum miliaceum*), мухар (*Setaria italica* var. *moharia*), италијанско или бар просо (*Setaria italica* var. *maxima*) и свијетло сјеме (*Phalaris canariensis*), од којих је у производњи најзаступљеније обично просо.

Коријен проса је жиличаст и достиже до 1 m дубине. Има велику способност упијања воде и при малој количини влаге у земљишту. Висина стабла износи до један метар за обично просо и до два метра за италијанско просо. Метлица може бити дуга и до 50 cm. Са основне гране развија се 10–40 бочних гранчица које се завршавају класићима, чији појединачни цвјетови формирају зрно. Сјеме проса најмање је од свих жита и маса 1.000 зрна износи 5–8 g, а због доброг попуњавања простора, хектолитарска маса је 70–75 kg.

Назив просо користи се за биљне врсте кратког дана, поријеклом из тропских подручја Африке и Азије, које у вријеме краћих дана (испод 12 сати свјетла) скраћују вегетацију, нарочито плодоношење. У условима дугог дана продужавају вегетацију. Зависно од дужине дана и температуре, дужина вегетације траје између 60 дана (у пострним роковима сјетве) и 120 дана (у прољећним роковима сјетве). Температура земљишта при сјетви мора бити изнад 10 °C, најбоље 12–15 °C. Као накнадни и пострни усјев сазријева рано, како због високих температура, тако и због краћег дана. Ове биљне врсте захтијевају пуно свјетлости, а успијевају и на скромнијим, али не киселим земљиштима. Не препоручује се њихово гајење у монокултури, највише због могућности јаког напада кукурузног мољца. Могу се гајити као покровни усјев, чиме се чува вода у земљишту, спречава ерозија, одржава плодност земљишта и бори против корова. Гајење проса може се препоручити

као допунски извор зараде на обрадивим површинама које би иначе била изван производње током љета, али и као нужан усјев у случају сушних година, које су, нажалост, све чешће у нашим крајевима.

Циљ овога рада је да се прикажу поријекло и особине проса, његово мјесто у глобалној пољопривреди, систематика, хемијски састав и значај у исхрани људи.

2.2. Поријекло, историјат и распрострањеност проса

Мјесто поријекла проса још увек није у потпуности дефинисано. Коровски облици ових биљних врста имају широк ареал распрострањености у централној Азији. Претпоставља се да се одавде просо ширио на исток, према источној Азији, и на запад, према Европи (Jones и Liu 2009), те да поједине врсте воде поријекло из различитих дијелова свијета, и да су једне од првих гајених биљака. Актуелни археоботанички налази потврђују да су италијанско просо и обично просо доместификовани у сјеверној Кини око 6.000 година п. н. е. (Zhenhua и сар. 2007). Разне врсте проса биле су посебно важне и раширене у Индији и Кини. У исто вријеме, поједине врсте гајиле су се у Африци, на Блиском истоку и у Европи. Први узгајивачи утврдили су да просо нема посебне захтјеве за гајење, да је кратке вегетације, да се сјеме може дуго чувати, да је веома хранљиво и да може продужити људски живот (Lu и сар. 2009).

Претпоставља се да је просо стигло у Европу преко Грузије, гдје је зрно проса пронађено у ископинама неолитских насеља из IV и V миленијума п. н. е. Овим путем просо се ширило у рејоне источне и централне Европе, одакле је прешло у Италију и Грчку, а много касније и на Блиски исток (Kirleis и сар. 2022). Просо је у суштини гајена биљка јужних, топлих крајева, али због кратке вегетације ареал његовог гајења иде далеко на сјевер и нешто је шири у односу на ареал гајења кукуруза. Оптимални рејон гајења проса налази се између 30–50° с. г. ш. и 20–35° ј. г. ш. Због кратке вегетације у условима дефицита воде и високих температура, просо се углавном гаји у полусушним тропима Африке и Азије.

Различите врсте проса гаје се у 93 земље свијета на преко 30 милиона хектара. Данас су највише присутне у Азији (око 50%) и Африци (око 40%), гдје су још увијек важни извори људске исхране. Највећи свјетски произвођачи зрна су Индија (39%), Нигер (11%), Кина (9%), Нигерија и Мали, у којима су и највеће засијане површине (Meena и сар. 2021). Русија обухвата око 7% свјетске површине под просом, а на остале рејоне, укључујући и Европу, отпада осталих 3%. Према ФАО (FAO 2024) укупна производња

свих врста проса заузима пето мјесто у свјетској производњи жита; након кукуруза, пшенице, јечма и сирка.

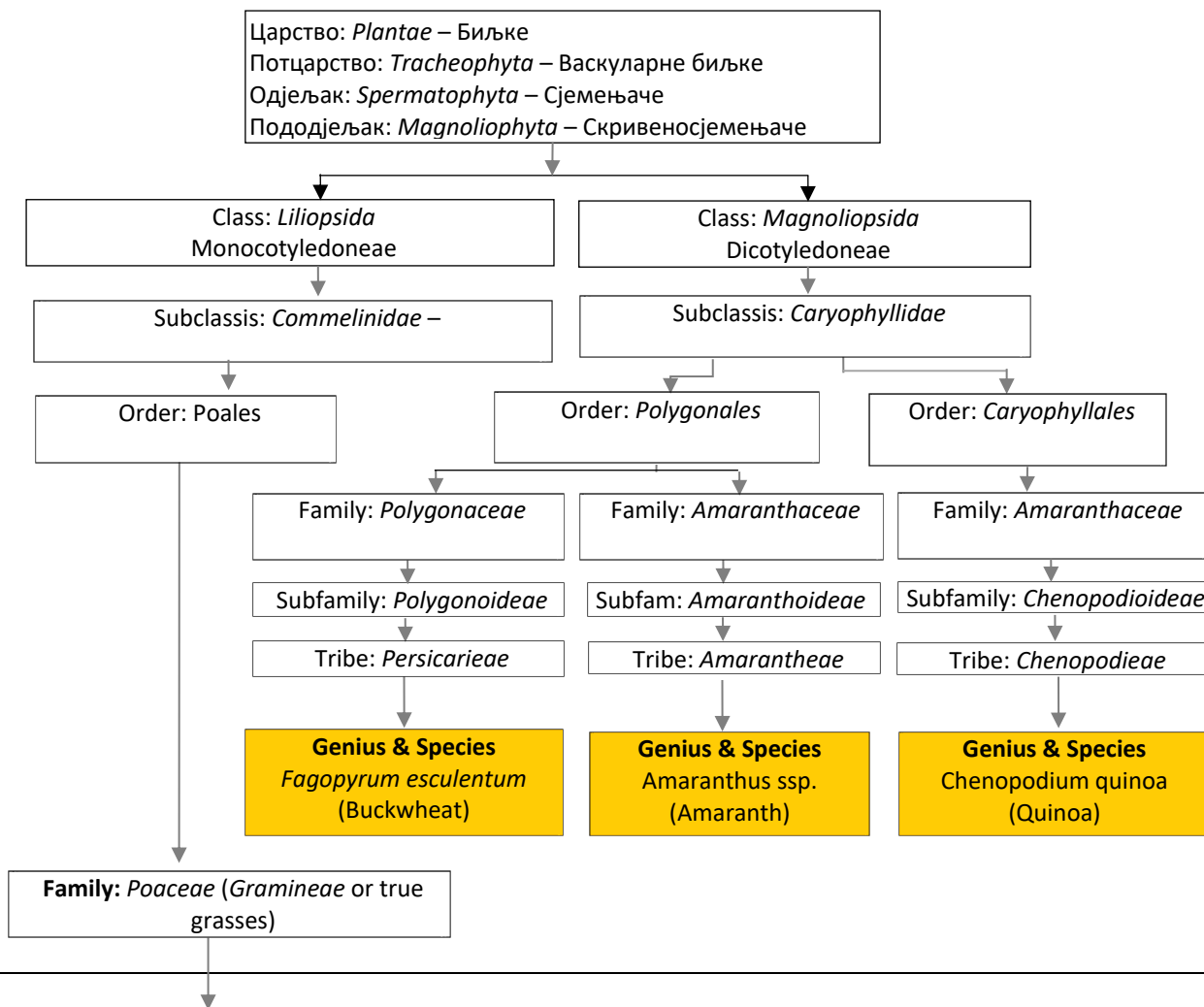
2.3. Систематика проса

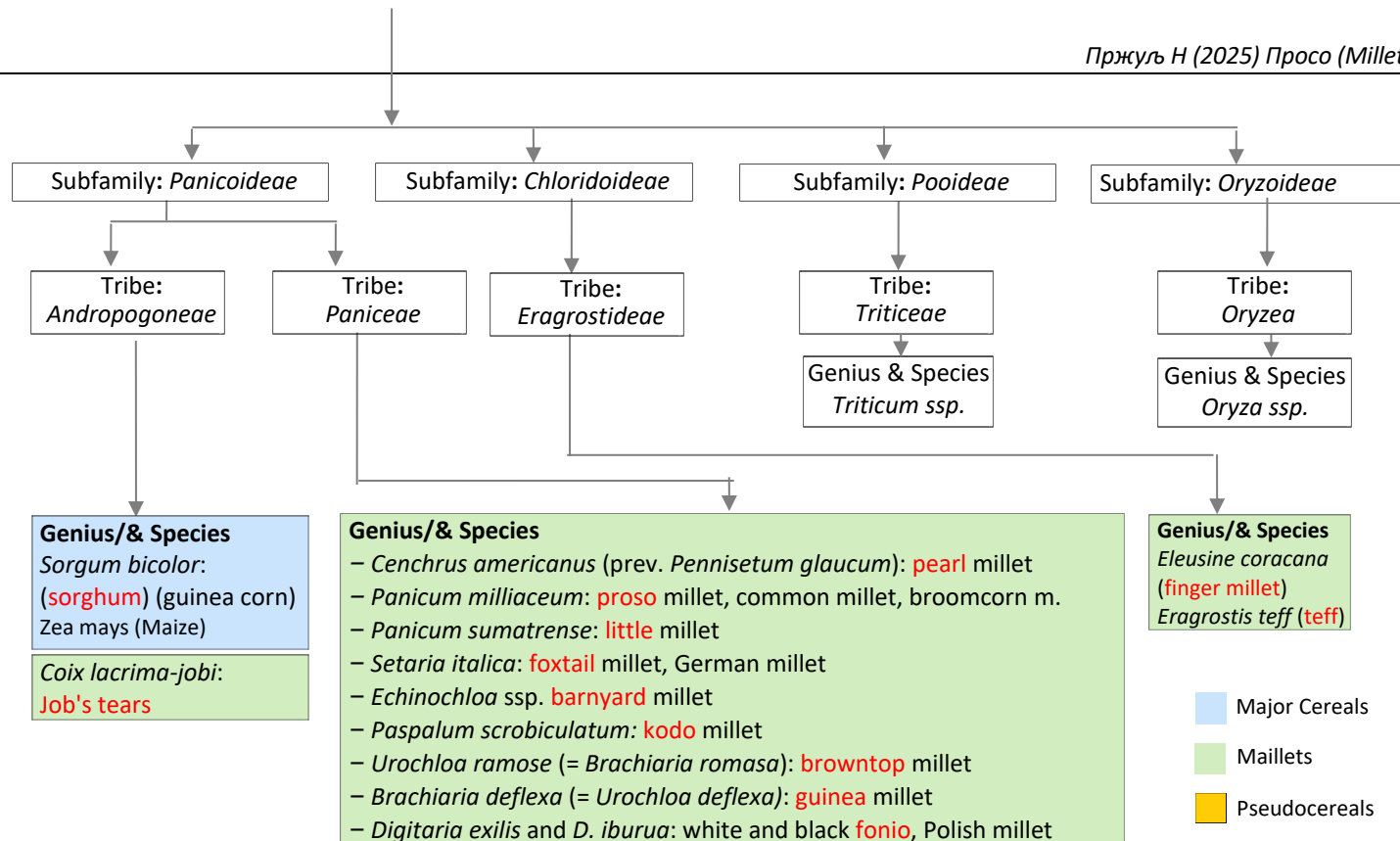
У ову групу жита сврставају се: фингер просо (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), италијанско просо (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.), обично просо (*Panicum miliaceum* L.), мухар (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. и *Echinochloa colona* (L.) Link), кодо просо (*Paspalum scrobiculatum* L.), мало просо (*Panicum sumatrense* Roth. ex. Roem. & Schult.), теф – етиопско просо (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), фонио просо (*Digitaria exilis* Stapf и *D. iburua* Stapf.), просо јобове сузе (*Coix lacryma-jobi* L.), гвинеја просо (*Brachiaria deflexa* (Schumacher.) C. E. Hubb. ex Robyns = *Urochloa deflexa* (Schumacher.) H. Scholz), браунтоп просо (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. = *Urochloa ramosa* (L.) T. Q. Nguyen) и јапанско просо (*Echinochloa esculenta*) (Шема 2.1) (Vetriventhan и сар. 2020).

2.4. Особине проса

Просо се сматрају важним житом у свијету, иако се по засијаним површинама налази на петом мјесту, иза пшенице, пиринча, кукуруза и јечма (Vetriventhan и сар. 2020). То су ситносјемена, овална жита, прва доместификована жита у Африци и Азији (Bhat и сар. 2018). Некада је просо био важна прехранбена гајена биљке, а данас се због високе адаптабилности на климатске промјене и одличне адаптабилности на неповољне еко-системе промовише као значајна храна будућности (Maitra и Shankar 2019). Због својих бројних предности, укључујући употребу разних врста проса у исхрани и поризводњи прехранбених производа са додатном нутритивном вриједношћу, важног извора за исхрану домаћих животиња, значајног доприноса агродиверзитету, ниских потреба за хранљивим материјама, ефикасне секвестрације угљеника (C4 биљке), способности спречавања ерозије земљишта у сушним регионима и сигурног снабдијевања храном за мале земљопоседнике који живе у еколошки неповољним условима, просо се карактерише као „чудотворна гајена биљка“. Такође је савршена храна за људе који брину о свом здрављу, јер представља безглутенску храну (Kumar и Singh 2015).

Недовољна информисаност произвођача и потрошача о овим биљним врстама, одсуство оплемењивачког рада и недостатак сјемена, као и непознавање технологије њиховог гајења, примарне су препреке гајењу проса





Шема 2.1. Таксономска класификација жита, проса и псеудожита (Vetriventhan и сар. 2020)

Scheme 2.1. Taxonomical classification of small millets and other major cereals and millets, and pseudo-cereals (Vetriventhan et al. 2020)

на већим површинама изван тропских подручја и његове масовније употребе. Због толерантности на абиотичке и биотичке факторе и смањених захтијева за агрохемикалијама, врсте проса су погодне за одрживу и еколошку пољопривреду (Thilakarathna и Raizada 2015). У поређењу са другим житима, ове гајене биљке мање су продуктивне и имају смањен производни потенцијал, што је, с обзиром на њихову генетику и интеракцију генотип и агроеколошки услови, сасвим очекивано (Bai и сар. 2021). Традиционално, просо се производи као усјев гдје се не користи ђубриво, или се користи у врло малим количинама (Devkota и сар. 2016). У Таб. 2.1 наведено је поријекло, тривијални називи и неке физичке особине најважнијих врста проса (Kalse и сар. 2022).

2.4.1. Нутритивне особине проса

Нутритивни квалитет је кључни елемент који одређује прехранбени значај разних врста жита и њихову важност за здравље људи. Просо има високу хранљиву вриједност, која је упоредива са осталим житима (Таб. 2.2). Разне врсте проса добар су извор енергије, дијететских влакана, споро сварљивог и резистентног скроба, што обезбјеђује продужено ослобађање глукозе и даје осјећај ситости (Nithiyanantham и сар. 2019, Annor и сар. 2017).

Таб. 2.2. Нутритивни садржај проса и других жита (Das и сар. 2019)
Table 2.2. Nutritional composition of millets and other cereals (Das et al. 2019)

Жита	Протеини (%)	Маси (%)	Сирова влакна (%)	Пепео (%)	Скроб (%)	Укупна дијететска влакна (%)	Укупни феноли (mg/100g)
Пшеница	14,4	2,3	2,9	1,9	64,0	12,1	20,5
Пиринач	7,5	2,4	10,2	4,7	77,2	3,7	2,51
Кукуруз	12,1	4,6	2,3	1,8	62,3	12,8	2,91
Сирак	11,0	3,2	2,7	1,8	73,8	11,8	43,1
Јечам	11,5	2,2	5,6	2,9	58,5	15,4	16,4
Овас	17,1	6,4	11,3	3,2	52,8	12,5	1,2
Раж	13,4	1,8	2,1	2,0	68,3	16,1	13,2
Фингер пр.	7,3	1,3	3,6	3,0	39,0	19,1	102
Бисерно пр.	14,5	5,1	2,0	2,0	60,5	7,0	51,4
Обично пр.	11,0	3,5	9,0	3,6	56,1	8,5	13,3
Италијанско	11,7	3,9	7,0	3,0	59,1	19,1	106,0
Кодо просо	8,3	1,4	9,0	3,6	72,0	37,8	368,0

Таб. 2.1. Различите особине појединих врста проса (Kalse и сар. 2022)

Table 2.1. Different characteristics of millet (Kalse et al. 2022)

Врсте проса	Латински назив	Уобичајени назив	Физичке особине	Поријекло	Фенотип биљке	Сјеме
Италијанско просо	<i>Setaria italica</i>	Индијски паспалум, кангни, италијанско просо, рала	Боја – пљеве од жуте до наранџасте; облик – овалан; величина – дужина 2 mm	Кина		
Фингер просо	<i>Eleusine coracana</i>	Раги, вимби, мандуа, накни, капаи, нагли, маруа	Боја – од свијетло-браон до тамно-браон; облик – сферичан; величина – 1–2 mm у пречнику	Уганда		
Бисерно просо	<i>Pennisetum glaucum</i>	Бајра, кетеил просо, њемачко просо	Боја – бијела, пљеве жуте, браон или љубичасте; облик – овалан; величина – дужина 3–4 mm	Тропска западна Африка (Сахел)		

Врсте проса	Латински назив	Уобичајени назив	Физичке особине	Поријекло	Фенотип биљке	Сјеме
Обично просо	<i>Panicum miliaceum</i>	Чина, обично просо, просо за метле, вари	Боја – бијела, жута, наранџаста; облик – сферичаст до овалан; величина – 3 mm дужина, 2 mm пречник	Централна и источна Азија		
Кодо просо	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Кодара, дич просо, крипинг паспалум	Боја – црно-браон до тамнобраон; облик – елиптичан до овалан; величина – 1,2–9,5 mm дужине	Индија и западна Африка		
Велики мухар	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Багар, саван, чингура, кудрајвали, удулу, барти	Боја – бијела; облик – овалан; величина – дужина 2–3 mm	Јапан и Индија		
Мало просо	<i>Panicum sumatrense</i>	Кутки, самај, самалу, халив	Боја – сива до бијела; облик – елиптичан до овалан; величина – 1,8 до 1,9 mm дужине	Југоисточна Азија		

Просо је богат извор протеина и вегани конзумирају у великој количини различите врсте проса. Садржи све есенцијалне аминокиселине, тј. метионин, фенилаланин, триптофан, валин итд. (Saleh и сар. 2013) (Таб. 2.3). Добар су извор протеина који садрже аминокиселине у којима се налази сумпор (метионин и цистеин). Међутим, просо садржи ограничену количину лизина и триптофана, што варира у зависности од врсте и сорте. Присуство антинутријената инхибира сварљивост протеина, због чега је процесом прераде важно смањити ниво антинутријената. Једноставне технике, као што су љуштење, мљевање, намакање и загријевање, смањују нивое антинутријената и повећавају *in vitro* сварљивост протеина.

Таб. 2.3. Садржај есенцијалних аминокиселина (мг/100 г) код различитих врста проса (Singh и сар. 2019)

Table 2.3. Essential amino acid composition (mg/100 g) of different millet (Singh et al. 2019)

Просо	Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Trp	Val
Бисерно	256	598	214	154	148	301	203	241	122	345
Фингер	275	594	181	194	163	325	–	263	191	413
Италијанско	475	1044	138	175	–	419	–	194	61	431
Обично	405	762	189	160	–	307	–	147	49	407
Мало	416	679	114	142	–	297	–	212	35	379
Јапанско	288	725	106	133	175	362	150	231	63	388
Кодо	188	419	188	94	–	375	213	194	38	238

Ile – изолеуцин, Leu – леуцин, Lys – лизин, Met – метионин, Cys – цистин, Phe – фенилаланин, Tyr – тирозин, Thr – треонин, Trp – триптофан, Val – валин

Масти су неопходне за снабдијевање људског организма калоријама, развој мозга и апсорпцију и транспорт витамина А, D, Е и К у тијелу. Вријеме клијања зрна проса утиче на садржај масти. На примјер, сирово и кондиционирано брашно проклијалог италијанског проса имало је 4,4% и 3,6% масти респективно, што је знатно мање од неклијалог узорка. До овог смањења долази јер се маст користи као извор енергије током цијелог процеса клијања (Sharma и сар. 2015). Намакања италијанског проса под високим притиском смањује садржај масти за 28%. Ово се може приписати ензимској активности која ствара слободне и растворљиве хранљиве материје током цијеле фазе клијања зрна.

Садржај угљених хидрата у зрну проса креће око 60–75% (Таб. 2.1). Скроб је главни угљени хидрат проса, као и код других жита. На количину доступних угљених хидрата у прехранбеним житима утичу различите методе прераде и

кувања, као што су намакање, наклијавање, кување под притиском, аутоклавирање и тако даље (Rao и сар. 2017).

Фракција мекиња проса је главни и обилан извор дијететских (прехранбених влакана), која се карактеришу као сложени полисахариди који нису лако доступни ензиматском систему организма. Стога, уклањање фракције мекиња током љуштења резултира значајном редукцијом компоненте влакана (Yousaf и сар. 2021). Пошто се просо углавном љушти прије конзумирања, важно је контролисати обим љуштења у циљу максимизирања садржаја влакана. Садржај нерастворљивих дијететских влакана лигнина, целулозе и хемицелулозе у млевеној фракцији мањи је него у брашну од цијелог зрна (Sharma и Niranjan 2018), док се у италијанском просу садржај влакана значајно повећава са повећањем дужине времена клијања (Sharma и сар. 2017).

Просо је богат извор минерала као што су K, Mg, Fe, Ca и Zn, заједно са витаминима који се углавном акумулирају у алеурону, клици и перикарпу (Hegde и сар. 2005; Rao и сар. 2017) (Таб. 2.4). Намакање зрна проса прије кувања помаже у смањењу антинутријената, а истовремено побољшава биодоступност минерала. Зрна проса намочена у води имају смањен садржај Zn и Fe, што се може приписати минералима који се испирају у води за вријеме намакање (Bindra и Manju 2019).

Таб. 2.4. Садржај минералних компоненти у просу и другим житима (Das и сар. 2019)

Table 2.4. Mineral composition of the millets and other cereals (Das et al. 2019)

Жито	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Zn	Тиамин	Рибофл.	Ник. кис.
	(mg 100 g ⁻¹)										
Пшеница	0,04	0,35	0,36	0,04	0,14	40,1	40,0	30,9	0,57	0,12	7,40
Пиринач	0,02	0,12	0,10	0,00	0,03	19,0	12,0	10,0	0,07	0,03	1,60
Кукуруз	0,03	0,29	0,37	0,03	0,14	30,0	5,0	20,0	0,38	0,14	2,80
Сирак	0,04	0,35	0,38	0,05	0,19	50,0	16,3	15,4	0,46	0,15	4,84
Лечам	0,04	0,56	0,50	0,02	0,14	36,7	18,9	22,6	0,44	0,15	7,20
Овас	0,11	0,38	0,47	0,02	0,13	62,0	45,0	37,0	0,77	0,14	0,97
Раж	0,05	0,36	0,47	0,01	0,11	36,0	58,4	32,2	0,69	0,26	1,52
Фингер п.	0,33	0,24	0,43	0,02	0,11	46,0	7,5	15,0	0,48	0,12	0,30
Бисерно п.	0,01	0,35	0,44	0,01	0,130	74,9	18,0	29,5	0,38	0,22	2,70
Обично п.	0,01	0,15	0,21	0,01	¹²	33,1	18,1	18,1	0,63	0,22	1,32
Итал. п.	0,01	0,31	0,27	0,01	¹³	32,6	21,9	21,9	0,48	0,12	3,70
Кодо п.	0,01	0,32	0,17	0,01	¹³	7,0	–	–	0,32	0,05	0,70

2.5. Просо у људској исхрани

Зрно проса може се лако укључити у постојећу исхрану засновану на пиринчу или кукурузу или као замјена за пиринч у постојећим рецептима. Такође, разне врсте проса служе као главна компонента у разним традиционалним јелима и пићима, и састојак су у разним производима са више врста жита и у безглутенској храни. Просо се такође користи за прављење ферментисаних напитака, што повећава доступност хранљивих материја, укључујући биорасположивост протеина и минерала, повећава сварљивост и смањује антинутритивне факторе (Dayakar и сар. 2017).

У Римском царству просо је често било једина храна сиротиње и користили су га за прављење хљеба, погача, пецива, каше и сличних јела. У неким земљама гајило се за производњу пива. У фараонском Египту просена погача наквашена у води била је сировина за производњу првог пива (Omran и сар. 2023). У Румунији и Бугарској просо се користи и за производњу бозе, традиционалног пића са око 1% алкохола. Ово је једино пиће у коме се налази алкохол који су Турци дозвољавали, без обзира на религијска ограничења, јер су га јањичари радо пили „за гријање и храброст“. У старој Кини од проса су правили вино, те је у доба династије Хан (2800 година п. н. е.) овај напитака био популарнији од чаја (Tursi 2022). Ова традиција наставља се до данашњих дана у Кини, Тајвану, Кореји и Јапану, гдје је ово вино, заједно с рижиним вином (саке) на цијени код сладокусаца (Tursi 2022).

Просо се обично обрађују прије конзумирања како би се уклонили нејестиви дијелови, продужио рок трајања и побољшала нутритивна и сензорна својства. Примарне технике прераде, као што су љуштење, намакање, клијање, печење, сушење, полирање и мљење примјењују се како би просо био погодан за потрошњу. Истовремено, савремене или секундарне методе прераде као што су ферментација, прокувавање, кување, сладовање, печење, љуштење, екструзија, итд., користе се за производњу прехранбених производа на бази проса (Birania и сар. 2020). Иако ове технике обраде имају за циљ да побољшају сварљивост и биорасположивост хранљивих материја, њене значајне количине се губе током накнадне обраде (Nazni и Devi 2016).

Просо се може користити и као сточна храна, посебно у исхрани перади, а крупна стока једе зрно, сламу, зелену масу, па чак и пљеву. Зрно се може дуго складиштити, и не губи клијавост чак и до 5 година.

2.5.1. Улога проса у здрављу људи

Хранљиве материје проса пружају вишеструке користи, као што су смањење инциденције рака (Ramadoss и Sivalingam 2020; Yang и сар. 2020), гојазности и дијабетеса (Vedamanickam и сар. 2020), кардиоваскуларних болести (Hegde и сар. 2005; Ren и сар. 2018), гастроинтестиналних проблема (Chen и сар. 2018), мигрене и астме (Rao и сар. 2017; Gowda и сар. 2020). Конзумација проса помаже у управљању хипергликемијом због његовог ниског гликемијског индекса угљених хидрата и високог садржаја дијететских влакана, што га чини савршеном храном за људе обољеле од дијабетеса (Nainwal 2018; Gowda и сар. 2020). Због тога просо игра важну улогу у савременој исхрани као потенцијални извор есенцијалних хранљивих материја, посебно у неразвијеним земљама и земљама у развоју (Anbukkani и сар. 2017). Здравствене користи од појединих врста проса наведене су у Таб. 2.5.

Просо је богато ниацином, који је важан за здраву кожу и функцију појединих органа. Такође, садржи бета-каротен, посебно тамно обојена зрна, који се претвара у витамин А, а витамин А помаже организму у борби против слободних радикала и ојачава имуни систем (Debnath и сар. 2023).

Таб. 2.5. Здравствене користи од разних врста проса (Rasika и сар. 2024)
Table 2.5. Health benefits of millets (Rasika et al. 2024)

Врста проса	Здравствена корист	Болести	Позитивни утицај	Негативни утицај	Референца
Фингер просо	Богат Са, Fe и прехран. влакнима	Помаже у превенцији анемије и остеопорозе	Не садржи глутен, има висок садр. антиоксид.	Може узроковати алергијске реакције	Saleh и сар. 2013
Бисерно просо	Богат извор протеина и витамина Б комплекса	Помаже код дијабетеса	Толерантан на сушу, погодан за сушне регионе	Ограничени подаци о дугорочним ефектима	Saleh и сар. 2013; Gupta и сар. 2018
Италијанско просо	Низак глик. индекс, богат у антиоксид.	Помаже у регулисању тјелесне масе	Лако сварљив, без глутена	Може изазвати проблеми са варењем	Saleh и сар. 2013; Chandrasekara и Shahidi 2010

Врста проса	Здравствена корист	Болести	Позитивни утицај	Негативни утицај	Референца
Обично просо	Висок садржај прот., низак гликемијски индекс	Ефикасан за здравље срца и контролу шећера у крви	Брзо се кува, пожељан у многим рецептима	Недоступан у неким регионима	Saleh и сар. 2013; Rani и сар. 2018
Јапанско просо	Не садржи глутен, висок садржај прехрамб. влакана и есенцијалних аминокиселина	Помаже у смањењу холестерола у крви	Лако сварљив, погодан за разноврсне дијете	Ограничене подаци о хранљивом саставу	Saleh и сар. 2013
Мало просо	Висок садржај жељеза и есенцијалних минерала	Помаже у регулацији крвног притиска	Гаји се у разним климатским условима, одрживи усјев	Ограничено познавање и тржишна доступност	Saleh и сар. 2013
Кодо просо	Садржи антиоксиданте и есенцијалне масне киселине	Допринос контроли тјелесне масе и дијабетеса	Брзорастући усјев, отпоран на штетне организме	Може имати благорук укус	Saleh и сар. 2013; Chandrasekara и Shahidi 2010

Просо има низак гликемијски индекс, те може контролисати садржај шећера у крви након оброка. Садржи угљене хидрате које организам не вари, као и влакна и полисахариде који нису скробни, због чега су јела од интегралног проса пожељна у исхрани особа са дијабетесом типа 2 (Кам и сар. 2016).

Разне врсте проса су богате растворљивим и нерастворљивим биљним влакнима. На основу епидемиолошких доказа утврђено је да биљна влакна, генерално, имају заштитно дејство против разних дегенеративних болести, као што су рак, кардиоваскуларне болести, дијабетес, метаболички синдроми и Паркинсонова болест (Chandrasekara и Shahidi 2010). Америчко министарство пољопривреде (*The US Department of Agriculture, USDA*) прилагодило је своје смјернице за исхрану, у циљу наглашавања важности жита или производа од жита за здравље (USDA 2005). Нерастворљива влакна су пробиотик, што значи да подржавају добре бактерије у цријевима и

смањују ризик од канцера дебелог цријева. Просо садржи растворљива влакана, која задржавају масти у цријевима (Jacob и сар. 2024), што доприноси смањењу нивоа холестерола у крви. То може допринијети смањењу настанка атеросклерозе и ризика од болести срца (Kumar и сар. 2023). Просо је добар извор магнезијума, који је неопходан за одржавање нормалног срчаног ритма и крвног притиска (Gahalawat и сар. 2024).

Начин метаболизма шећера у тијелу главни је фактор старења. Због високог садржаја танина, фитата и фенола, који помажу у заштити ћелија од оштећења и потенцијалних болести попут високог крвног притиска, дијабетеса и високог холестерола, просо је значајно у успоравању старења (Kumar и сар. 2021).

Неке врсте проса одличан су извор витамина В, који има посебно значајну улогу у многим процесима у организму, од функције мозга до здраве диобе ћелија. За производњу здравих црвених крвних зрнаца потребан је витамин В9, познат и као фолна киселина, а који се налази у зрну проса (Dayakar и сар. 2017).

2.5.2. Антинутријенти

Антинутријенти су фитохемијска једињења која биљке производе за своју одбрану. Ако се налазе у храни, ова једињења ометају апсорпцију хранљивих материја у организму човјека, што доводи до смањене биорасположивости и коришћења хранљивих материја (Boa и сар. 2019). Када се конзумирају некувани, производи који садрже антинутријенте и поједина хемијска једињења могу бити штетни, или чак представљати здравствене проблеме код људи, као што су дефицит микронутријената у исхрани и надимање. Храна биљног поријекла углавном садржи антинутријенте као што су танини, фитати, оксалати, трипсин и инхибитори химотрипсина (Ророва и Mihaylova 2019). Један од недостатака проса је већа концентрација антинутритивних фактора у поређењу са пшеницом и пиринчем. Фингер просо садржи полифеноле, танине (0,61%), фитате (0,48%), инхибиторе трипсина и оксалате, који могу ометати биорасположивост микронутријената и сварљивост протеина. Гоитрогена једињења су супстанце које се налазе у бројним намирницама и лијековима, а отежавају штитној жлијезди да производи своје хормоне, односно успоравају њен рад и функцију. Нека једињења индукују антитијела да реагују са штитном жлијездом, док друга ометају ензим пероксидазу који је одговоран за апсорпцију јода током производње хормона штитне жлезде. Ова једињења у бисерном просу јесу деривати фенолних флавоноида, као што су Ц-гликозил-флавоноиди, а њихови метаболити

су одговорни за развој непријатних мириса у брашну током складиштења (Taylor и Emmambux 2008). Антинутритивни фактори услед хелације метала и капацитета инхибиције ензима смањују биорасположивост хранљивих материја, углавном минерала и протеина. Међутим, посљедњих година, антинутритивни фактори, као што су полифенолна једињења, окарактерисана су као нутрацеутици због њиховог доприноса антиоксидативним реакцијама (Rao и сар. 2017). Већина секундарних метаболита, који функционишу као антинутријенти, могу изазвати изузетно штетне биолошке реакције, док се други активно користе у исхрани и фармаколошки активним лијековима. Уклањање антинутријената врши се техникама предтретмана или прераде жита које се користе за храну, као што су уклањање мекиња, намакање, наклијавање, ферментација и аутоклавирање. Ове методе додају вриједност храни тако што повећавају биодоступност неколико катјона, као што су Ca, Fe и Zn, као и повећавају апсорпцију протеина (Birania и сар. 2020).

2.6. Обично просо (*Panicum miliaceum* L.)

На подручју западног Балкана гаји се обично просо, и то на малим површинама; у Србији на око 100 ha (Latković и сар. 2015). Највећи дио производње обавља се пострно, када се са исте парцеле добија друга жетва квалитетног зрна. Просјечан принос зрна обичног проса у Србији износи 3–3,5 t/ha, а у пострној сјетви принос је за око 30% мањи (2–2,5 t/ha).

У Србији је производња зрна проса првенствено намијењена за исхрану птица, иако се у посљедње вријеме један дио пласира и за људску исхрану (Latković и сар. 2015). Зрно проса је нарочито погодно за исхрану живине и свиња. Осим зрна, за хранидбу стоке, посебно говеда, користи се и цијела биљка у зеленом стању или као сијено. Слама проса, која остаје након жетве, такође се користи за сточну храну или као стеља. У исхрани кока носиља, бројлера и ћурића, уз додатак неопходних витамина и аминокиселина, ефикасност обичног проса не заостаје за зрном кукуруза и сирка (Luis и Sullivan 1982; Luis и сар. 1982).

У људској исхрани најчешће се користи ољуштено зрно. У вријеме популаризације здраве и дијететске исхране, просо доживљава своју ренесансу због жутих пигмената, па је важан састојак интегралног брашна. Исто се може рећи и за органску производњу која све више тражи просо. У исхрани људи користи се ољуштено цијело зрно проса као кашаста храна или брашно које се мијеша у односу 15 : 85 са брашном пшенице или ражи за различите пекарске производе.

Ољуштено зрно обичног проса садржи око 70% скроба, 13% протеина, 4% уља, по 0,5% шећера и целулозе, те око 1% минералних материја. Неољуштено зрно има мање протеина (12%) и скроба (57%), а више целулозе (13%) и минералних материја (3–4%). Од 100 kg натуралног зрна добије се 80–85 kg ољуштеног зрна. Ограничавајућа аминокиселина у обичном просу је лизин (Kalinova и Moudry 2006). Зрно обичног проса богато је В комплексом витамина, посебно нијацином, Б6 и фолном киселином. Садржи калцијум, жељезо, калијум, магнезијум и цинк. Просо нема глутена, па брашно није погодно за дизано тијесто, него за погаче. Представља изврсну замјену пшеничном брашну за људе који су алергични на глутен (McSweeney 2014).

Просо има и велики агротехнички значај (Đurić и сар. 2018). Одликује се врло кратким вегетационим периодом и сходно томе релативно високим генетичким потенцијалом родности. На Балкану се гаји у равничарским подручјима, најчешће као пострни усјев. Веома је толерантан према суши и може се гајити и у ариднијим рејонима као пострни усјев, без наводњавања у условима сувог ратарења. Вертикална распрострањеност гајења је велика и може се гајити у брдско-планинском подручју до 1.000 m надморске висине. Просо је добар предусјев за велики број биљака, јер је земљиште послјије њега незаковљено и добрих физичких особина.

2.7. Закључак

У скорије вријеме поједине врсте проса постале су важне због њихових добрих нутритивних вриједности, документованих здравствених користи за људе, високе адаптабилности на неповољне агроеколошке услове, важне улоге у одрживој пољопривреди, поготово са ниским улагањима и погодности за органско гајење. Недостатак воде представља велику пријетњу за пољопривреду и производњу хране у будућности, чему се морају прилагођавати пољопривредне праксе, у чему просо може имати значајну улогу. Као покровни усјев просо може успорити деградацију земљишта и губитак површинског обрадивог слоја. Коришћење проса у исхрани људи може потенцијално ублажити погоршање људског здравља које је посљедица седентарног начина живота и смањене физичке активности.

Иако се просо традиционално гаји у Азији и Африци, а од европских земаља највише у Русији, данас су поједине врсте постале ново, алтернативно жито и нова сировина за производњу хране у многим развијеним земљама. Производи од проса нашли су примјену у исхрани пацијената са целијакијом, јер протеински комплекс не садржи протеине који формирају глутен. Зрна проса

богат су извор скроба, елемената у траговима, дијететских влакана и витамина. Просо може смањити ризик од кардиоваскуларних болести, дијабетеса типа 2 и помоћи у спречавању гојазности. Полифенолна једињења проса окарактерисана су као нутрацеутици, због њиховог доприноса антиоксидативним својствима.

Без обзира на потенцијалне користи од проса за одрживу пољопривреду и људско здравље, њихово гајење и потрошња у многим земљама, узимајући у обзир и западни Балкан, занемарива је због велике конкуренције традиционалних жита која се користе у исхрани људи. Примарне препреке гајењу проса на већим површинама изван тропских подручја и већег коришћења су недовољна информисаност произвођача и потрошача о овим биљним врстама, одсуство оплемењивачког рада и недостатак сјемена, као и непознавање технологије њиховог гајења. Производне и тржишне празнине могу се превазићи само едукацијом људи о еколошким и нутритивним вриједностима ових биљних врста. Додатно истраживање тржишта и промоција значаја ових алтернативних гајених биљака у исхрани људи са данашњим начином живота може допринијети ширем прихватању и потрошња ових алтернативних гајених биљака.

Литература

- Anbukkani P, Balaji SJ, Nithyashree ML (2017) Production and consumption of minor millets in India-a structural break analysis. *Ann Agric Res New Ser* 38:1–8
- Annor GA, Tyl C, Marcone M, Ragaee S, Marti A (2017) Why do millets have slower starch and protein digestibility than other cereals? *Trends Food Sci Technol* 66:73–83
- Awika JM (2011) Advances in Cereal Science: Implications to Food Processing and Health Promotion. *In: Major cereal grains production and use around the world*. ACS Publications; Washington, DC, USA, pp 1–13
- Bai SK, Nagaraj KH, Reddy GK, Ranganatha SC (2021) Participatory varietal selection through front line demonstration and impact assessment on value addition in foxtail millet in Ramanagara district Karnataka. *Pharm Innov*
- Bekkering CS, Tian L (2019) Thinking outside of the cereal box: breeding underutilized (pseudo) cereals for improved human nutrition. *Front Genet* 10:1289
- Bindra D, Manju D (2019) Formulation and evaluation of foods from composite flour blends of sorghum, pearl millet and whole wheat for suitability in diabetic diet. *Int J Home Sci* 5:220–229
- Birania S, Rohilla P, Kumar R, Kumar N (2020) Post harvest processing of millets: A review on value added products. *Int J Chem Stud* 8:1824–1829. doi:10.22271/chemi.2020.v8.i1aa.8528

- Bora P, Ragaee S, Marcone M (2019) Characterisation of several types of millets as functional food ingredients. *Int J Food Sci Nutr* 70:714–724.
doi:10.1080/09637486.2019.1570086
- Bhat BV, Rao BD, Tonapi VA (eds) (2018) *The Story of Millets*. Karnataka State Department of Agriculture, Bengaluru, India with ICAR-Indian Institute of Millets Research, Hyderabad, India. Доступно на: https://www.millets.res.in/pub/2018/The_Story_of_Millets.pdf, Приступљено: 10 фебруар 2025
- Vedamanickam R, Anandan P, Bupesh G, Vasanth S (2020) Study of millet and non-millet diet on diabetics and associated metabolic syndrome. *Biomedicine* 40:55–58
- Vetriventhan M, Upadhyaya HD (2019) Variability for productivity and nutritional traits in germplasm of kodo millet, an underutilized nutrient-rich climate smart crop. *Crop Sci* 59:1095–106
- Vetriventhan M, Azevedo VCR, Upadhyaya HD, Nirmalakumari A, Kane-Potaka J, Anitha S, Ceasar SA, Muthamilarasan M, Bhat BV, Hariprasanna K, Bellundagi A, Cheruku D, Backiyalakshmi C, Santra D, Vanniarajan C, Tonapi VA (2020) Genetic and genomic resources, and breeding for accelerating improvement of small millets: current status and future interventions. *Nucleus* 63:217–239.
doi:org/10.1007/s13237-020-00322-3
- Gahalawat P, Lamba N, Chaudhary P (2024) Nutritional and health benefits of millets: a review article. *J Indian Sys Medicine* 12:4–11
- Gowda NN, Taj F, Subramanya S, Ranganna B (2020) Development a table top centrifugal dehuller for small millets. *AMA Agric Mech Asia Africa Latin Am* 51
- Gupta SK, Nepolean T, Shaikh CG, Rai K, Hash CT, Das RR, Rathore A (2018) Phenotypic and molecular diversity-based prediction of heterosis in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L. (R.) Br.). *Crop J* 6(3):271–281.
doi:org/10.1016/j.cj.2017.09.008.
- Das S, Khound R, Santra M, Santra DK (2019) Beyond bird feed: Proso millet for human health and environment. *Agriculture* 9:64. doi:10.3390/agriculture 9030064
- Dayakar Rao B, Bhaskarachary K, Arlene Christina GD, Sudha Devi G, Tonapi VA (2017) Nutritional and Health benefits of Millets. ICAR Indian Institute of Millets Research (IIMR) Rajendranagar, Hyderabad, pp 1–112
- Debnath SK, Sahu D, Das D, Ekka R, Mandal TK, Babu G (2023) Acceptance of Millets in Aspects of Nutritional Profiles, Health and Environmental Benefits. *Int J Ayurveda Pharma Res* 11(9):71–75
- Devkota R, Khadka K, Gartaula H, Shrestha A, Karki S, Patel K, Chaudhary P (2016) Transforming Gender and Food Security in the Globalsouth. Routledge; Gender and labour efficiency in finger millet pro-duction in Nepal
- Đurić N, Horvat Ž, Cvijanović G, Glamočlija Đ, Dozet G, Cvijanović V (2018) Efekat roka sjetve na prinos i neke osobine običnog prosa (*Panicum miliaceum* L.) Radovi sa XXXII savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista 24(1–2)

- Zhenhua D, Hsiao-Chun H, Xuechun F, Yunming H, Houyuan L (2017) The ancient dispersal of millets in southern China: New archaeological evidence. *The Holocene*, p 28. doi:10.1177/0959683617714603
- Jacob J, Krishnan V, Antony C, Bhavyasri M, Aruna C, Mishra K, Nepolean T, Satyavathi CT, Visarada KBRS (2024) The nutrition and therapeutic potential of millets: an updated narrative review. *Front Nutr* 11:1346869. doi:10.3389/fnut.2024.1346869
- Jones MK, Liu X (2009) Origins of Agriculture in East Asia. *Science* 324, Доступно на: www.sciencemag.org, Pristupljeno: 7. фебруар 2005
- Kalinova J, Moudry J (2006) Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Plant Foods Hum Nutr* 61:45–49
- Kalse SB, Swami SB, Jain SK (2022) Millet: A Review of its Nutritional Content, Processing and Machineries. *Int J Food Ferment Technol* 12(01):47–70. doi:10.30954/2277-9396.01.2022.7
- Kam J, Puranik S, Yadav R, Manwaring HR, Pierre S, Srivastava RK, Yadav RS (2016) Dietary Interventions for Type 2 Diabetes: How Millet Comes to Help. *Front Plant Sci* 7:1454. doi:10.3389/fpls.2016.01454
- Kirleis W, Dal Corso M, Filipović D (2022) Millet and what else? Доступно на: <https://www.researchgate.net/publication/360619012>, Приступљено: 7. фебруар 2025
- Kumar A, Singh P (2015) Millets: nutritional composition, some health benefits and processing – a review. *J Food Sci Technol* 52(5):2481–2495
- Kumar A, Rani M, Mani S, Shah P, Singh DB, Kudapa H, Varshney RK (2021) Nutritional Significance and Antioxidant-Mediated Antiaging Effects of Finger Millet: Molecular Insights and Prospects. *Front Sustain Food Syst* 5:684318. doi:10.3389/fsufs.2021.684318
- Lu H, Zhang J, Liu K-b Wua N, Lic Y, Zhoua K, Yed M, Zhange T, Zhange H, Yangf H, Shene L, Xua D, Li Q (2009) Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proc Natl Acad Sci USA* 106(18):7367–7372
- Luis ES, Sullivan TW (1982) Nutritional value of proso millet in layer diets. *Poult Sci* 61:1176–1182
- Luis ES, Sullivan TW, Nelson L (1982) Nutrient composition and feeding value of millets, sorghum grains, and corn in broiler diets. *Poult Sci* 61:311–320
- Latković D, Marinković B, Crnobarac J, Jaćimović G, Berenji J, Sikora V (2015) Gajenje alternativnih njivskih biljaka, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet i Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo
- Maitra S, Shankar T (2019) Agronomic management in little millet (*Panicum sumatrense* L.) for enhancement of productivity and sustainability. *Int J Bioresour.Sci* 6(2):91–96
- Meena RP, Joshi D, Bisht JK, Kant L (2021) Global Scenario of Millets Cultivation. In: Kumar A, Tripathi MK, Joshi D, Kumar V (eds) *Millets and Millet Technology*. Springer, Singapore. doi:org/10.1007/978-981-16-0676-2_2

- Mcsweeney M (2014) Proso Millet as an Ingredient in Foods Common to North Americans. University of Guelph: Guelph, ON, Canada
- Nainwal K (2018) Conservation of minor millets for sustaining agricultural biodiversity and nutritional security. *J Pharmacogn Phytochem* SP1:1576–1580
- Nazni S, Devi S (2016) Effect of processing on the characteristics changes in barnyard and foxtail millet. *J Food Process Technol* 7:1–9
- Nithiyantham S, Kalaiselvi P, Mahomoodally MF, Zengin G, Abirami A, Srinivasan G (2019) Nutritional and functional roles of millets—A review. *J Food Biochem* 43:1–10
- Omran AA, El-Ola Z, Mohamed M, Alfauomy GA (2023) Proso Millet and Phalaris as Alternatives for Wheat Flour in Preparing Balady Bread. *J Food Technol Res* 2(2):1–14
- Popova A, Mihaylova D (2019) Antinutrients in plant-based foods: A Review. *Open Biotechnol J* 13:68–76. doi:10.2174/1874070701913010068
- Ramados DP, Sivalingam N (2020) Vanillin extracted from Proso and Barnyard millets induce apoptotic cell death in HT-29 human colon cancer cell line. *Nutr Cancer* 72:1422–1437
- Rani S, Singh R, Sehrawat R, Kaur BP, Upadhyay A (2018) "Pearl millet processing: a review". *Nutr Food Sci* 48(1):30–44. doi:org/10.1108/NFS-04-2017-0070
- Rao DB, Malleshi NG, Annor GA, Patil JV (207) Millets Value Chain for Nutritional Security: A Replicable Success Model from India. *In: Nutritional and health benefits of millets*. Indian Institute of Millets Research (IIMR), Hyderabad, India, pp 1–112
- Rasika A, Chavan SM, Ghatge J, Gopi S, Prathapan K (2024) Review Paper on Millet: Production, Nutrients, Processing, and Food Products for Health and Sustainability. *Int J Environ Agric Biotech* 9(3):88–103
- Ren X, Yin R, Hou D, Xue Y, Zhang M, Diao X, Zhang Y, Wu J, Hu J, Hu X, Shen Q (2018). The glucose-lowering effect of foxtail millet in subjects with impaired glucose tolerance: A self-controlled clinical trial. *Nutrients* 10:1509
- Saleh ASM, Zhang Q, Chen J, Shen Q (2013) Millet Grains: Nutritional Quality, Processing, and Potential Health Benefits. *Compr Rev Food Sci F* 2(3):281–295
- Sharma S, Saxena DC, Riar CS (2015) Antioxidant activity, total phenolics, flavonoids and antinutritional characteristics of germinated foxtail millet (*Setaria italica*) *Cogent Food Agric* 1:1081728. doi:10.1080/23311932.2015.1081728
- Sharma N, Goyal SK, Alam T, Fatma S, Chaoruangrit A, Niranjana K (2017) Effect of high pressure soaking on water absorption, gelatinization, and biochemical properties of germinated and non-germinated foxtail millet grains. *J. Cereal Sci* 83:162–170. doi:10.1016/j.jcs.2018.08.013
- Sharma N, Niranjana K (2018) Foxtail millet: Properties, processing, health benefits, and uses. *Food Rev Int* 34:329–363. doi:10.1080/87559129.2017.1290103
- Taylor JRN, Emmambux MN (2008) Gluten-Free Cereal Products and Beverages. *In: Gluten-free foods and beverages from millets*. Academic Press, Cambridge, MA, USA, pp 119–148

- Tursi NJ (2022) Alcoholic Beverages in China: Terminology, History, and Cultural Significance. *Sino-platonic papers* 323:1–28
- Thilakarathna MS, Raizada MN (2015) A review of nutrient management studies involving finger millet in the semi-arid tropics of Asia and Africa. *Agronomy* 5:262–290
- USDA (2005) Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans. US Department of Agriculture. Department of Health and Human Services, Washington, DC
- FAO (2024) International Year of Millets 2023 Final Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome
- Hegde PS, Rajasekaran NS, Chandra TS (2005) Effects of the antioxidant properties of millet species on oxidative stress and glycemic status in alloxan-induced rats. *Nutr Res* 25:1109–1120
- Cakmak I, Kutman UB (2018) Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *Eur J Soil Sci* 172–180
- Chandrasekara A, Shahidi F (2010) Bioaccessibility and antioxidant potential of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. *J Funct Foods* 4(1):226–237. doi:org/10.1016/j.jff.2011.11.001
- Chen Y, Xu J, Ren Q (2018) The Effect of Millet Porridge on the Gastrointestinal Function in Mice. *J Food Nutr Res* 6:152–157
- Yadav P, Dagar CS, Kumar A, Dahiya P (2022) Effect of Soil moisture on growth and yield of Pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under different Dates of Sowing. *Environment and Ecology* 40(3B): 489–1496
- Yang R, Shan S, Zhang C, Shi J, Li H, Li Z (2020) Inhibitory Effects of Bound Polyphenol from Foxtail Millet Bran on Colitis-Associated Carcinogenesis by the Restoration of Gut Microbiota in a Mice Model. *ACS Appl Mater Interfaces* 68:3506–3517
- Yousaf L, Hou D, Liaqat H, Shen Q (2021) Millet: A review of its nutritional and functional changes during processing. *Food Res Int* 142:110197. doi:10.1016/j.foodres.2021.110197

Millets – Highly Adaptable Plant Species and a Potential Source of Essential Nutrients

Novo Pržulj

Summary

Abstract. Millets is a general term for gluten-free, small-seeded cultivated grass species whose grains and vegetative parts are used as food for humans, livestock, birds, and poultry. These plant species originate from tropical regions of Africa and Asia, and were introduced to Europe via Georgia in the 5th and 4th millennia BCE. Today, millets are grown in 93 countries on more than 30 million hectares, mainly in Asia (around 50%) and Africa (about 40%), where they remain important food sources. The largest producers are India (39%), Niger (11%), China (9%), Nigeria, and Mali. Russia accounts for about 7% of the global millet-growing area, while the remaining 3% includes other regions, including Europe. Millet ranks fifth in global cereal production, after maize, wheat, barley, and sorghum.

These crops require a lot of sunlight and can grow on modest but non-acidic soils. Millet cultivation is not recommended in monoculture, mainly due to the risk of heavy infestation by corn borer. These species can be grown as cover crops to conserve soil moisture, prevent erosion, maintain fertility, and suppress weeds. Besides tropical areas, millets are cultivated in the northern hemisphere up to 53°N. The most commonly cultivated millet species include finger millet (*Eleusine coracana*), foxtail millet (*Setaria italica*), proso millet (*Panicum miliaceum*), barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* and *E. colona*), kodo millet (*Paspalum scrobiculatum*), little millet (*Panicum sumatrense*), teff (*Eragrostis tef*), fonio millet (*Digitaria exilis* and *D. iburua*), Job's tears (*Coix lacryma-jobi*), Guinea millet (*Brachiaria deflexa*), and browntop millet (*Brachiaria ramosa*). In the Western Balkans, proso millet, barnyard millet, foxtail millet, and canary grass (*Phalaris canariensis*) are the most suitable, with proso millet being the most widely cultivated.

Due to their versatility and added nutritional value, millet species are referred to as “miracle crops.” They are a good source of energy, dietary fiber, slowly digestible and resistant starch. Rich in proteins and essential amino acids, including sulfur-containing ones, millets are widely consumed by vegans. Millet bran is a primary source of complex dietary fiber, which is resistant to enzymatic digestion. The grains are also rich in minerals and vitamins, mainly concentrated in the aleurone layer, germ, and pericarp.

Millet nutrients provide various health benefits, including reducing the incidence of cancer, obesity, diabetes, cardiovascular disease, gastrointestinal issues, migraines, and asthma. Due to its low glycemic index and high fiber content, millet is considered an ideal food for diabetics. Millets play an important role in modern diets as a potential source of essential nutrients, particularly in developing and underdeveloped countries.

However, millet grains also contain antinutrients, naturally occurring phytochemicals that reduce nutrient bioavailability. When consumed raw, these compounds may pose health risks. Yet, in recent years, certain antinutritional compounds such as polyphenols have been recognized as nutraceuticals due to their antioxidant properties. Antinutrients can be removed through pretreatment or processing techniques.

Major obstacles to expanding millet cultivation outside tropical regions include lack of awareness among farmers and consumers, absence of breeding programs and seed availability, and insufficient knowledge of cultivation practices. In the Western Balkans, proso millet is grown on a limited scale, with around 100 ha in Serbia.

Keywords: Millets, Origin, Distribution, Systematics, Nutritional Properties