

## ZRNATI ŠČIR, *Amaranthus* sp.

### 1. Sistematika

Zmate ščire uvrščamo v red *Caryophyllales*, družino ščirovk (*Amaranthaceae*), po družino *Amaranthoideae*, v rod ščirov (*Amaranthus*) in po Sauerju (1967) v sekcijo *Amaranthus*.

Rod *Amaranthus* šteje okoli 60, predvsem kozmopolitskih plevelnih vrst (*A. retroflexus* L., *A. hybridus* L., *A. powellii* S. Watt., *A. spinosus* L...) in kultivirane vrste, ki jih lahko uporabljamo za zrnje, kot zelenjavo, krmo, ali kot okrasne rastline.

Glede na osnovni namen uporabe v humani prehrani delimo vrste na **zrnate** in **listnate ščire**:

- **Listnati ščir:** listi večine vrst ščirov so užitni, še posebej pa se kot zelenjadnice uporabljajo nekatere vrste, kot *A. blitum* L.; sin. *A. lividus* L., *A. viridis* L.; sin. *A. gracilis* Desf. in *A. tricolor* L.; sin. *A. gangeticus* L. Listi in mladi poganjki so hranljivi, prijetnega, špinaci podobnega okusa in dajejo velike pridelke zelene mase. Zaradi naštetega, in ker uspešno rastejo tudi pri visokih temperaturah, so listnati ščiri med najbolj razširjenimi zelenjadnicami v humidnih predelih Afrike in Azije.
- **Zrnati ščir:** spada med neprava ali psevdožita. Sem prištevamo tri rastlinske vrste (slike 1-4):
  - *Amaranthus hypochondriacus* L. (sin. *A. leucocarpus* S. Watts, *A. frumentaceus*) – (ang. prince's feather) ali tropski ščir,
  - *A. cruentus* L. sin. *A. paniculatus* L. (ang. bush greens, red amaranth) ali košati mehiški ščir in,
  - *A. caudatus* L. z dvema podvrstama: subsp. *caudatus* in subsp. *mantegazzianus* Passerini syn.: *A. edulis* Spagazzini (ang. love-liebleeding in Inca wheat), v slovenščini imenovani repati ščir in italijanski ščir.

**Repatski ščir** - *A. caudatus* (2n = 32), izvira kot krompir iz področja Andov: Ekvador, Bolivija, Peru in SZ Argentina. Iz SZ Argentine je tudi italijanski ščir *A. edulis*, za katerega se je po nekaterih genetskih raziskavah pokazalo, da je mutant oziroma podvrsta repatega ščira *A. caudatus* ssp. *mantegazzianus*. Arheološke najdbe semen, za katere domnevajo da pripadajo repatemu ščiru, datirajo v obdobje 2.000 let pred Kristusom.

**Mehiški ščir** - *A. cruentus* (2n = 34), izvira iz Mehike in Gvatemale, kjer so ga glede na namen uporabe, začeli pridelovati kot zrnato poljščino (odbira genotipov s svetlim zrnjem), kot listnato zelenjavo (genotipi s temnim zrnjem) in kot barvilno rastlino. Arheološke najdbe cele rastline in svetlega semena košatega ščira (najstarejšega najdenega ščira) v Tehuakanskih jamah, v sušnih predelih srednje Mehike, datirajo v obdobje okoli 4.000 let pred Kristusom.

**Tropski ščir** - *Amaranthus hypochondriacus* (2n = 32), so začeli pridelovati v srednji Mehiki, na področjih nekoliko bolj severno kot mehiški ščir. Glede na arheološke najdbe v Tehuakanskih jamah, so tropski ščir udomačili kasneje, v obdobju 1.500 let pred Kristusom. Kot košati, se je tudi tropski ščir razširil na območja JZ dela današnjih ZDA, kjer so ga med 1350 in 1400 našega štetja pridelovali Salado Indijanci, sicer znani po pridelavi koruze, fižolov in buč z namakanjem.



Slika 1: *A. hypochondriacus* - tropski ščir  
Figure 1: *A. hypochondriacus* - prince's feather



Slika 2: *A. cruentus* - košati ali mhiški ščir  
Figure 2: *A. cruentus* - mexican, red or purple  
amaranth



Slika 3: *A. caudatus* - repati ščir  
Figure 3: *A. caudatus* - love-lies-bleeding amaranth



Slika 4: *A. mantegazzianus* - italijanski ščir  
Figure 4: *A. mantegazzianus* - quinoa de castilla

## 2. Morfološki opis

Zmati ščir je enoletna poljščina, s  $C_4$  potjo fotosinteze, ki je za dvokaličnice sicer redka (ščir spada v skupino NAD-malatni encimski tip  $C_4$  metabolizma). Zaradi nekaterih anatomskih značilnosti ščira in  $C_4$  metabolizma (učinkovitejše izkoriščanje  $CO_2$  pri fotosintezi), lahko ščir uspešno raste tudi v stresnih pogojih visokih temperatur in pomanjkanja vlage. (Ščir aktivno asimilira  $CO_2$  pri višjih temperaturah (25 °C do 40 °C) in višji intenzivnosti osvetlitve.

### Korenine

V literaturi je informacij o morfološki rasti in vplivu razpoložljivih hranil in vode na rast ter razvoj korenin, malo. Raziskave rasti korenin srhkodlakega ščira *A. retroflexus* L. kažejo,

da se te že v 10 tednih razvijejo do globine 2,4 m in 1,8 m v širino. Hiter razvoj koreninskega sistema je tako eden od dejavnikov velike tekmovalnosti ščira (tudi zrnatega).

### **Steblo**

Steblo zrnatega ščira zraste, glede na vrsto 0,5 do 3,5 m visoko, lahko je enostavno ali razvejano, kar je odvisno od genotipa, rastnih razmer in predvsem od gostote posevka. Med pomembnimi žlahtnjiteljskimi cilji je znížati višino rastlin na 1 do 1,5 m in odbrati genotipe, ki se manj vejijo.

### **Listi**

Listi ščira so različnih oblik: eliptični, rombasto jajčasti do jajčasto suličasti, z ostrim, šilastim ali topim vrhom, zelene ali rdeče barve, neredke so popolnoma rdeče rastline ter rastline z rdečimi ali srebrnkastimi madeži na listih.

### **Socvetje**

Steblo zrnatega ščira se konča z velikim razvejanim socvetjem, ki je pokončno pri tropskem (*A. hypochondriacus*) in italijanskem ščiru (*A. caudatus* subsp. *mantegazzianus*), polpokončno pri košatem ščiru (*A. cruentus*) in povešujoče pri repatem ščiru (*A. caudatus* subsp. *caudatus*). Rast socvetja je pri vseh vrstah nedeterminantna, razen pri italijanskem ščiru, katerega socvetje ima zaradi determinantne rasti kijašto obliko.

Socvetja so živih raznolikih barv, od rumene, zelene, rdeče, oranžne, rožnate, vijoličaste in rjave, pri košatem ščiru je socvetje pogosto tudi dvobarvno (slika 5).



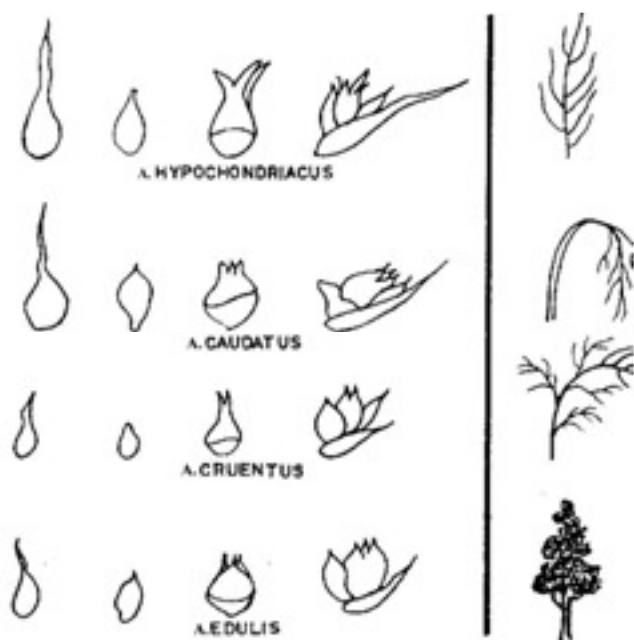
Slika 5: Kolekcijsko polje zrnatega ščira

Figure 5: Grain amaranth varieties collection

Zmati ščir je monoecijska rastlina. Cvetovi so enospolni, petštevni, združeni v glomerule ali psevdoklaskne dihazijske strukture. Prvi cvet v glomeruli je moški, vsi nadaljnji so ženski.

Posamezne vrste zrnatega ščira ločimo po obliki socvetja in nekaterih morfoloških lastnostih: ostrosti, dolžini in položaju ovršnega lista, po obliki notranjega »tepala« in mešička (utricle) v ženskem cvetu (slika 6 in 7b, 7c) ter po morfologiji lista in socvetja.

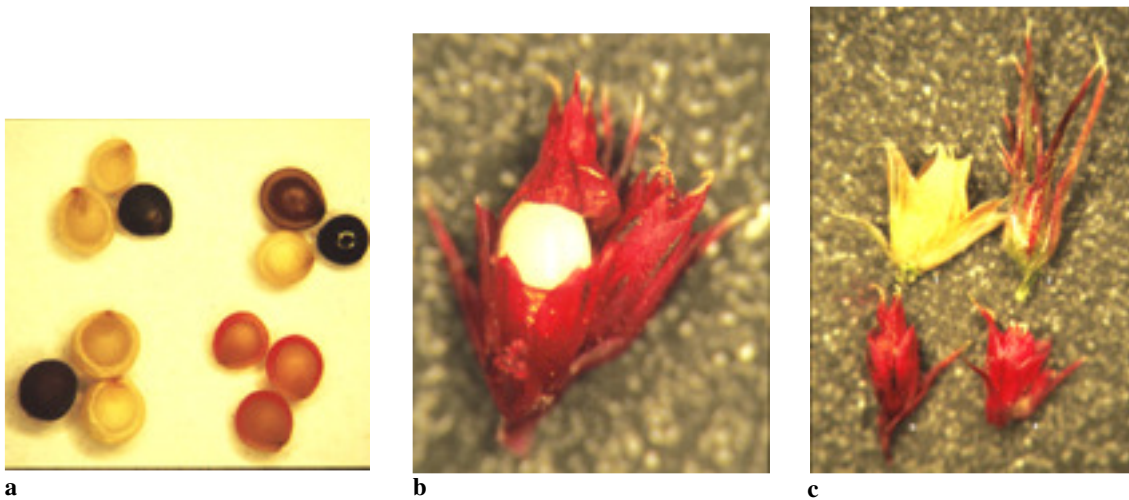
Zmati ščir se v večini oprahuje z vetrom in je do 90% samoprašen, delež tujeprašnosti pa se lahko glede na genotip in vplive okolja, poveča tudi na 30%. V glomeruli cveti moški cvet pred ženskimi, zato se ti oplodijo s pelodom iz druge glomerule na socvetju.



Slika 6: Nekaterne morfološke razlike med vrstami zrnatega ščira (Joshi in Rana, 1991: 57)  
 Figure 6: Some morphological differences among amaranth species (Joshi and Rana, 1991: 57)

## Seme

Seme ščira se razvije v mešičku (ang. utricle), ki se lahko popolnoma, delno ali se ne razpoči, od česar je odvisen raztros semena (slika). Seme zrnatega ščira je različnih barv (rumene, rjave, rdeče, bele), drobno (masa 1.000-zrn znaša 0,6-1 g), okroglaste oblike s premerom 0,9 do 1,7 mm (slika). Selekcija zrnatega ščira je v preteklosti potekala na velikost rastlin, velikost socvetja ter na barvo semena. Indijanci so med ščiri, s prvotno črno obarvanimi semeni, za zmje odbirali svetleje oziroma belo obarvane mutante, ki so boljše okusa in večje prahranske vrednosti. Selekcija na velikost semena v preteklosti ni potekala.



Slika 7: Seme zrnatih ščirov (a), mešiček (utricle) v katerem se razvije seme (b) in ženski cvet različnih vrst zrnatega ščira (c): 1 - *A. mantegazzianus*; 2 - *A. hypochondriacus*; 3 - *A. cruentus* in 4 - *A. caudatus* (25-kratna povečava)

Figure 7: Grain amaranth seeds (a), utricle in which seeds are borne (b) and female flower of different grain amaranth species (c): 1 - *A. mantegazzianus*; 2 - *A. hypochondriacus*; 3 - *A. cruentus* and 4 - *A. caudatus* (25-magnitude)

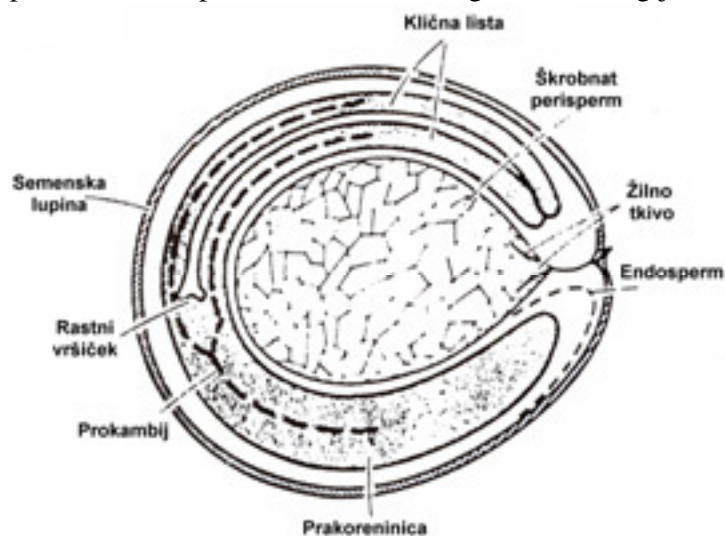
V današnjem času sodi med pomembnejše žlahtnjiteljske cilje povečati velikost semena zrnategu ščiru. S tem bi izboljšali vigor sejancev, zmanjšali težave s prilagoditvami setvene in žetvene mehanizacije ter pri praženju dobili večji in uporabnejši proizvod. Povečanje absolutne mase, le s povečanjem deleža meljaka, pa lahko negativno vpliva na delež beljakov in v semenu. Med metodami v litaturi omenjajo odbiro rastlin z večjim semenom (ki se ni izkazala kot dovolj uspešna), križanja z nekaterimi divjimi vrstami (nekateri divji ščiri imajo precej večja semena) in poliploidizacijo.

Tetraploidne rastline so krajše, z debelejšim stebлом in za 42 do 159% večjim zrnjem (slika 8).



Slika 8: Tetraploid košata egaš čira *A. cruentus*, i ma debelejšo in nagubano listno ploskev  
Figure 8: *A. cruentus* tetraploid with thicker and wrinkled leaf surface

Morfološko so seme ščira *A. cruentus* opisali Irving in sod. (1981). Kalček je kamfilotropen (leži krožno okoli perisperma) in relativno velik, saj kumulativno predstavlja 25% mase zrnja. Glavno založno tkivo semena je perisperm (diploidno tkivo), triploiden endosperm pa kot energetska zaloga služi razvijajočemu se kalčku in je v zrelem semenu, podobno kot pri sladkorni pesi, le na nekaterih mestih. Večina preostalega endosperma se nahaja pripeta na semensko lupino ob prakoreninici, ob koncih kličnih listov in kot enocelična plast vzdolž kalčka. Žilno tkivo se nahaja na mestu, kjer je seme pripeto k starševski rastlini (semenski popek) in sega v perisperm. Tanka semenska lupina s pigmenti je z endospermom oziroma s perispermom močno povezana in je pri predelavi ni potrebno odstraniti kot pri ajdi in kvinoji (slika 9). Zaradi morfoloških razlik, v primerjavi z zrnjem žit in drobnosti zrnja, so za predelavo ščira potrebne neko liko drugačne tehnologije.



Slika 9: Shematska ponazoritev semena ščira prečno (Irving in sod., 1981: 1171)  
Figure 9: Illustration of amaranth seed in the longitudinal section (Irving et al., 1981: 1171)

Divje vrste ščira in nekateri listnati ščiri imajo dormantno seme, seme kultiviranih in predvsem ščirov s svetlo obarvanim semenom pa dormance nima, saj zrelo kali že v 3 do 4 dneh pri temperaturi 21 °C ali več.

### 3. Pomen

#### ... v preteklosti

Zmati ščir je v obdobju predkolumbijskih južno ameriških civilizacij sodil, na tej celini, med nepogrešljive prehranske vire. V kompleksnem popisu zgodovinskega, ekonomskega in etnografskega življenja Aztekov *Codex Mendoza*, nastalega na zahtevo prvega španskega podkralja Antonia de Mendoze med 1541-42, so v opisu dajatev poglavarju Montezumi II, omenjeni tudi zrnati ščiri. Letna dajatev imperija je znašala 200.000 mernikov (8.000.000 kg) *huauhtli* - mešanica semena kvinoje in zrnatega ščira in je bila po količini podobna višini dajatev v koruzi in fižolu. Indijanci so zrnje ščira uporabljali v pijačah, omakah, pripravljali so močnik, zrnje ščira so mleli v moko, iz katere so tudi z dodatkom koruzne moke pripravljali mlincem ali tortiljam podobne izdelke, jih pražili kot koruzo pokovko, kuhali kaše, dušili in ga uporabljali tudi v zdravstvene namene.

Razen v prehrani, se je zrnati ščir uporabljal še v religiozne namene in imel kot tak, za Indijance tudi simboličen pomen. Podobe iz testa ščirove moke so ob koncu praznovanj in ritualov pojedli (pomešane s krvjo tudi pri žrtvovanjih). Zaradi podobnosti indijanskih z evharističnim obredom so Španci pridelavo in uporabo ščira prepovedali. V ugibanjih, zakaj se pridelava in uporaba ščira v Južni Ameriki, razen lokalno, ni ohranila in zakaj se ščir v Evropi ni uveljavil kot npr. koruza, krompir in fižol, navajajo Sauer (1967), National Research council (1984) in Kauffman (1992) poleg hitrega zatona indijanske kulture in uvajanja novih poljščin iz Evrope kot pomankljivost tudi drobnost zrnja.

Po poročanju Sauerja (1967), so Španci v 16. stoletju ščir prinesli v Španijo, od koder se je okoli 1700 razširil po Evropi in se, predvsem v srednji Evropi in Rusiji, uveljavil kot zrnata poljščina. Kasneje je pridelava ščira v Evropi zamrla, zato je bil do nedavnega poznan le kot okrasna rastlina. V začetku 19. stoletja so ga iz Evrope prenesli v Afriko in Azijo, kjer so se v pridelavi uveljavile predvsem vrste listnatega ščira, zrnati ščiri pa kot psevdožito manjšega pomena le v Himalaji.

#### ... danes

Znanstveno poimenovanje ščira, *Amaranthus*, izvira iz grščine in pomeni večer, nesmrten, neuničljiv, kar lahko nekoliko poetično povežemo tudi z zgodbo o renesansi ali »ponovnem odkritju« te poljščine. Prvi je leta 1973 na visoko vsebnost lizina v zrnju vrste *A. edulis* opozoril avstralski raziskovalec Downton, širša agronomska znanost pa se je za to staro poljščino začela zanimati po izidu knjige *Underexploited Plants with Promising Economic Value* (National Academy of Sciences, 1975), kjer je kultiviran ščir predstavljen kot potencialna poljščina za pridelavo visokokakovostnih beljakovin. V tem času so v Indiji na lokalnih genotipih naredili temeljne raziskave v genetiki. Leta 1976 so na Rodale Research Center v državi Pennsylvania začeli z žlahtnjenjem ščira, z razvijanjem tehnike pridelave in s komercializacijo pridelave. Na Univerzi California-Davis so v 90-ih začeli z genskim mapiranjem. 1982 je organizacija US National Academy of Science izbrala zmati ščir za temo raziskav. Tako je do leta 1989 potekalo devet programov, v okviru katerih so analizirali potencial in mesto zrnatega ščira v državah v razvoju, medkatere pa sodijo tudi države izvora vrst (Kauffman, 1992).

V zadnjem obdobju potekajo v ZDA obširne raziskave na področju žlahtnjenja, tehnologijah pridelave in predelave ter razvoju in komercializaciji novih proizvodov iz ščira. Z raziskavami se v Evropi ukvarjajo predvsem Avstrija, Češka, Slovaška, Nemčija, Madžarska, Poljska, Rusija in Italija. V ospredju raziskav so agronomski vidiki pridelave ter razvoj proizvodov (Berghofer in Schoenlechner, 2002).

## 4. Klimatske zahteve in tla

### Svetloba in temperatura

Predvsem so ščiri razširjeni v toplejših in pridelovalnih območjih z večjo intenziteto osvetlitve, zato zmanjšana jakost osvetve in padec temperature močno vplivata na njihovo rast. (Kot velja za druge  $C_4$  rastline, tudi ščir najintenzivnejše asimilira in raste pri visokih temperaturah (med 30 in 40 °C) in v pogojih močne osvetlitve). Za uspešno rast ščira so potrebne dnevne temperature nad 21 °C. Zrnati ščiri so na mraz občutljivi. Njihova rast preneha že pri 8 °C, temperature pod 4 °C pa rastline že trajno poškodujejo. Med vrstami ščira je na nižje temperature najmanj občutljiv repati ščir *Amaranthus caudatus*, ki izvira iz višjih nadmorskih višin perujskih Andov.

### Nadmorska višina

Za pridelovanje zrnatega ščira nadmorska višina sicer ni omejujoč dejavnik, saj poljščino tradicionalno (v tropskih predelih) pridelujejo tudi na višinah do 3.200 metrov, za pridelavo na višjih nadmorskih višinah v Evropi pa je potrebno upoštevati dolžino vegetacije in temperature (izbira primerne sorte in sortimenta s krajšo rastno dobo).

### Tla

Zmatemu ščiru ustrezajo tla lažjih teksturnih razredov, ki so zračna, dobro drenažirana in s pH okoli nevtralnega. Čeravno za rod ščirov velja, da vrste ne prenašajo večjih koncentracij soli v tleh, je zmati ščir relativno tolerant na zmerno slanost in alkalnost tal. Predvsem je za razvoj ščira kot  $C_4$  rastline esencialno potreben natrij, vendar pa večje koncentracije hranila delujejo toksično. Rast ščira se s povečevanjem slanosti zmanjšuje, in popolnoma preneha pri koncentraciji NaCl nad 70 mM.

### Padavine

Za zrnati ščir velja, da je na sušo odporna poljščina, vendar pa je dovolj talne vlage potrebno za kalitev in uspešno začetno rast. Po tem ko so sejančki dovolj razviti, se potrebe glede vlage zmanjšajo, saj zrnati ščiri najbolje uspevajo v suhih in vročih razmerah, tudi na področjih kjer pade le 200 mm padavin letno. Nasprotno velja za listnate ščire, ki zahtevajo dovolj vlage skozi vso rastno dobo in uspevajo na področjih s tudi 3.000 mm padavin.

## 5. Oskrba s hranili

Podatkov o gnojenju ščira je v literaturi relativno malo, rezultati so pogosto nejasni, vendar pa velja, da ščiru ustrezajo s hranili dobro založena tla. V Ameriki, kjer pridelujejo zrnati ščir v večjem obsegu priporočajo, oskrbijo posevek s fosforjem in kalijem glede na gnojilna priporočila za sirek in gnojenje s 45 do 55 kg N ha<sup>-1</sup> (Amaranth Grain Production Guide). Weber in sod. (1990) poročajo, da znaša odvisno od vrste pridelkom 1.350 zrnja ha<sup>-1</sup> 41 kg N ha<sup>-1</sup>, 8 kg P ha<sup>-1</sup> in 7 kg K ha<sup>-1</sup>. V povprečju gnojijo zrnati ščir v Južni Ameriki z 80 kg N/ha, 60 kg P



ha<sup>-1</sup> in z do 40 kg K ha<sup>-1</sup> ter v Peruju, v komercialni pridelavi, z 200-240 kg N ha<sup>-1</sup>, 100-150 kg P ha<sup>-1</sup> in 50-80 kg K ha<sup>-1</sup>.

Rezultati iz literature kažejo, da je ščir nitrofilna poljščina, pri kateri dodani dušik pozitivno vpliva na rast in pridelek. Kljub vsemu lahko imajo večje količine dušika negativne posledice: rastline so višje, poveča se delež polegih rastlin, dozorevanje se po daljša in žetev je kasnejša.

Fiziološka in ekonomska učinkovitost dušika sta odvisna od mnogih dejavnikov (lastnosti tal, vremenski in klimatski pogoji, aktivnost talnih organizmov, predhodni posevek, gnojenje prejšnjim kulturam...), zato so za pridobitev jasnejših podatkov potrebne nadaljne študije. Kakorkoli, v ekološki pridelavi oskrbimo posevek ščira z organskimi gnojili, zaoravanjem rastlinskih ostankov, zelenim gnojenjem...

## 6. Kolobar

Zaradi kopičenja nekaterih bolezni in škodljivcev ter enostranske izrabe hranil, je kot ostale poljščine, tudi ščir smiselno pridelovati v ustreznem kolobarju. V ZDA sestavljajo kolobar glede na spoznanja, da ščir ne ustrezajo zbita tla (na takih tleh priporočajo predhodno zeleno gnojenje), da je po posevku ščira, predvsem pri kultivarjih s temneje obarvanim zrnjem, potrebno računati na rastline, ki bodo kalile naslednje leto in predstavljale plevel v posevku. Nadalje ugotavljajo, da bi bilo v aridnih področjih smiselno sejati ščir v ožjih medvrstnih razdaljah, s tem pridelati več nadzemne mase za zaoravanje in tako zmanjšati zimsko erozijo.

V južni Ameriki sejejo ščir v zaporedjih: krompir - ščir - žita - bob, krompir - koruza - ščir - lupina tarwi, lucerna - krompir - ščir - žita in koruza - paradižnik - ščir - fižol (Sánchez, 1997). Prav tako v Južni Ameriki, predvsem v Mehiki, tradicionalno pridelujejo zrnati ščir v združenih setvah s fižolom in bučami ali s koruso v razmerju korusa in ščir 8 : 2 ter 9 : 1 (Feine, 1980).

Kot vsa psevdožita je tudi zrnati ščir zelo dober člen predvsem v ozkem kolobarju žit in ga v ekološki pridelavi priporočajo na isto površino sejati s presledkom 3 do 5 let.

## 7. Priprava tal

Pri izbiri njive za pridelavo zrnatega ščira moramo med drugim upoštevati tudi predhodne posevke na površini in zapleveljenost. Predvsem lahko povzročajo težave toplotno zahtevnejši pleveli (npr. plevelne vrste ščira, bela metlika), ki kalijo istočasno kot zrnati ščir in predstavljajo težave zlasti v vrstah. Seme naštetih plevelov povzroča težave tudi pri spravilu in čiščenju pridelka.

Ob setvi zrnatega ščira naj bodo tla pripravljena že nekaj tednov pred setvijo. Setvena posteljica naj bo kompaktna, pripravljena kot za setev zelenjadnic z drobnim semenom, kar omogoča dober stik semena s tlemi in ohranjanje vlažnosti. Zaradi drobnega semena zrnatega ščira ne sejemo na površine s slabo strukturo (zbita tal), ki se rada zaskorjijo. Na tleh slabše strukture se priporoča kultivacija pred setvijo (slepa setev).

## 8. Semenski material

Selekcija zrnatega ščira se je začela šele leta 1976, zato je na trgule nekaj pravih kultivarjev, večina ostalega semenskega materiala se pojavlja kot landraces, akcesije, selekcije in linije.

Kot kultivarji zrnatih ščirov, so v Crop Science registrirani 'Montana-3' ('MT-3'), 'Montana-5' ('MT-5'), 'Amont' in 'Plainsman'. 'MT-3' je selekcija prej omenjene linije RRC 1041, 'MT-5' selekcionirana linija RRC 425, 'Amont' je dobljen z odbiro iz 'MT-3' in 'Plainsman' selekcija križanja linije RRC 1024 in kultiviranega *A. hybridus* iz Pakistana. Kultivar 'Plainsman' ima v primerjavi z materinsko linijo RRC 1024 krajšo rastno dobo (110 dni), svetlejšje - belo seme in krajše steblo (160 cm). V povprečju daje pridelke med 700 in 2500 kg/ha.

V okviru različnih žlahtnjiteljskih programov so v Peruju selekcionirali kultivarje 'Noel Vietmeyer', 'Oscar Blanco' in 'Alan Garcia' ter v Indiji kultivar 'Annapura' s pridelki do 4.100 kg/ha.

V Evropi je večina agronomskih raziskav izvedena na K 343, kar je oznaka kultivarja 'Plainsman' pred registracijo.

## 9. Setev

Za kalitev zrnatega ščira kot rastline toplega podnebja, navajajo Webb in sod (1987) minimalno temperaturo tal 13 °C. Hitro in optimalno kalijo rastline v tleh s temperaturo med 24 in 34 °C, dober v znik (85-95%) je bil dosežen v tleh ogretyh med 18,5 °C in 24 °C.

Zaradi razmeroma dolge rastne dobe nekaterih genotipov in zagotavljanja ustrezne vlažnosti tal pri kalitvi in vzniku, sejemo zrnati ščir relativno zgodaj spomladi. Tako priporočata Weber (1990) in Putnam (1990), cit. po Hendersonu in sod (1998: 339) za območje ameriškega koruznega pasa setev od sredine maja do začetka junija, oziroma dva tedna po zadnjih spomladanskih mrazovih za severnejša območja ZDA. Po pregledani literaturi sejejo zrnati ščir v Evropi v prvi polovici do sredine meseca maja.

Tradicionalno sejejo zrnati ščir povprek ali ga pridelujejo s presajanjem sadik, v moderni pridelavi pa se priporoča direktna setev v vrste. Glede na gostoto posevka, navajajo različni avtorji (Svirskis, 2003; Majewski in sod., 1994; Henderson in sod., 2000) kot optimalne medvrstne razdalje med 45 in 76 cm. V naših pridelovalnih razmerah se je, v primerjavi s 45 cm, izkazala primernejša medvrstna razdalja 70 cm (Grobelnik Mlakar in Bavec, 2000).

Kot ustrezno gostoto posevka zrnatega ščira navajajo 10-47 rastlin/m<sup>2</sup> (Sanchez in sod., 1997; Kauffman in Weber, 1990; Henderson in sod., 2000). Nižje gostote priporočajo predvsem v sušnih območjih in višje, zaradi manjšega premera stebela in razvejanosti rastlin, kjer opravljajo pridelke z nekoliko prirejenim žitnim kombajnom. V naših pridelovalnih razmerah smo v primerjavi z gostotama 30 in 40 rastlin/m<sup>2</sup>, dosegli značilno boljše pridelke z gostoto 50 rastlin/m<sup>2</sup> (Grobelnik Mlakar in Bavec, 2000).

Ker je seme zrnatega ščira drobno, z omejenimi zalogami hranil, naj globina setve ne bi presejala 13 mm. V sušnih območjih, za zagotavljanje potrebne količine vlage za kalitev, priporočajo Webb in sod (1987) globljo in gostejšo setev. Setev, ne da bi z zemljo pokrili ni primema, saj sončna svetloba, predvsem pri nižjih temperaturah, inhibira kalitev.

Precej neraziskana je vloga talne vlage in teksture tal na kalitev in vznik. Aufhammer in sod. (1994) poročajo, da pri 5% talni vlagi (merjeno gravimetrično), zrnati ščiri ne kalijo, visok delež vznik a je zabeležen na ilovnato-glinenih tleh pri 12% vlagi, nadaljnje povečevanje talne vlage, pa negativno vpliva na vznik, vendar imajo vznikle rastlinice ščira večjo maso.

V raziskavi o vplivih različnih talnih in klimatskih pogojev, smo v lončnih poskusih v kontroliranih pogojih, v rastlinjaku ter v rastni komori, preverjali vpliv teksture tal, globine setve, različnih vodnih režimov ter temperature in osvetlitve, na vznik in maso vzniklih rastlinic genotipov različnih vrst zrnatega ščira (Bavec in Grobelnik Mlakar, 2002). Iz rezultatov lahko povzamemo, da ustrezajo ščiru tla lažjih teksturnih razredov (peščena in peščeno-ilovnata tla), predvsem v pogojih, ko polni kapaciteti tal za vodo sledijo sušne razmere in se glinena ali ilovnata tla zaskorjijo. V povprečju (različna tla in različni genotipi) lahko za uspešen vznik in večjo maso rastlinic priporočamo setev na globino 15 mm. Na peščeno-ilovnatih tleh je bil vznik nad 80% dosežen pri temperaturah nad 21 °C. Predvsem je na nižje temperature ob vzniku občutljiv *A. cruentus* cv. 'G6'. Tako lahko v naših rastnih razmerah slabši vznik zaradi nižjih temperatur v času setve, »popravimo« z gostejšo setvijo. V primerjavi s temo in 24-urno osvetlitvijo, je 12-urna osvetlitev primernejša.

## 10. Oskrba rastlin

Oskrba zrnatega ščira med rastno dobo ni zahtevna. V začetnih stadijih raste ščir počasi, zato je v tem obdobju pomembno učinkovito zatiranje plevela. Hitra rast ščira nastopi, ko rastline dosežejo višino 30 cm in sklenejo vrste. V ZDA posevke ob kultivaciji medvrstnega prostora tudi ogrinjajo, kar rastline učvrsti in zmanjša poleganje posevka.

## 11. Zatiranje plevela

Eden pomembnejših ukrepov v pridelavi zrnatega ščira je zatiranje plevelov. Predvsem je konkurenčnost plevela velika v zgodnjih stadijih razvoja ščira (4-6 tednov po setvi), ko ta raste počasi. Rezultati poskusov kažejo, da razpleveljanje posevka značilno vpliva na pridelek biomase ščira, pridelek zrnja ter količino beljakovin v zrnju. Pridelki so največji v posevkih, kjer so razpleveljali 4-krat v sezoni, v komercialni pridelavi se priporoča 3-kratno oziroma najmanj 2-kratno razpleveljanje. V posevku zatiramo plevela z medvrstno kultivacijo, kot že omenjeno pa priporoča se tudi slepa setev in kultivacija po setvi in pred vznikom posevka.

## 12. Bolezni in škodljivci

Med najpomembnejše v pridelavi ščira spadajo kozmopolitski škodljivci kot larve nekaterih metuljev, hrošč *Lygus* in rilčkarji. Iz reda lepidoptera delajo škodo na ščiru *Spodoptera frugipeda* (že identificirana odporna germplazma), *S. exigua* in *S. eridamia* ter *Trichoplusia ni* (že identificirana odporna germplazma), *Heliothis zea* in *Ostrinia nubilis*. Med vrstami *Lygus*, ki se hranijo s cvetovi in zrnjem v mlečni zrelosti, dela največ škodo *L. lineans*. Škodo dela tudi ščirov rilčkar *Conotrachelus seniculus* Lec., katerega gosenice se zarijejo v korenine in steblo. Pomembni škodljivci so še nematode, uši, kobilice in bolhači.

Mlade rastlinice ščira so precej občutljive na nekatere talne glivične in bakterijske bolezni, ki povzročajo padavico sadk ter bolezni stebela (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Phoma* in bakterije). Različna razbarvanja na listih povzročajo vrste *Colleotrichum*, *Alternaria alternantherae*, *Albugo bliti*, bakterija *Xanthomonas amaranthicola* in še nekatere. Prav tako je ščir občutljiv na tobakov in mozaični virus.

Raziskav, ki bi poročale o škodljivcih in boleznih v pridelavi ščira v Evropi, nismo zasledili.

### 13. Voda (glej tudi poglavje 4)

### 14. Spravilo pridelka

Eno večjih težav v komercialni pridelavi zmatega ščira predstavlja strojno spravilo. Vлага v listih in stebelu je ob zrelosti zmija previsoka za spravilo z žitnim kombajnom, zato velja z žetvijo počakati do nastopa prvih mrazov, po katerih se začnejo rastline hitro sušiti. Glede na zmanjšanje izgub zrnja in lažje strojno spravilo sodi med pomembnejše žlahtnjiteljske cilje selekcija genotipov, pri katerih se zmje ob zrelosti ne osiplje - pri teh zgornji del ali »kapica« v mešičku ženskega cveta nima abszijske cone in ne odpada. Pomembna je tudi selekcija na senescenco, lastnost, kjer se ob zrelosti zrnja posuši cela rastlina (slika 10).



Slika 10: Genotip vrste *A. cruentus* z izraženo senescenco  
Figure 10: Genotype of *A. cruentus* species with expressed senescence

V raziskavi so Majewski in sod (1994) preizkušali različne nastavitve standardnega žitnega kombajna na Poljskem. Povprečna vsebnost vlage v rastlinah je znašala 51% (steblo 79,5%, listi 34%, socvetje 39,6%). Kot uspešna se je izkazala nastavev razdalje med bobnom in košaro na 12 mm pri vходу in 8 mm pri izhodu ter hitrost cilindra 900 obratov na minuto. Seme so dodatno čistili s pnevmatskim separatorjem pri pretoku zraka 6,4 do 7,5 m/s.

Pridelek zrnatega ščira, glede na okolje, vrsto in genotip, oziroma kultivar ter tehniko pridelave, variira v širokem razponu med 500 in 2.000 kg zrnja/ha. Z ustreznimi izbranimi kultivarjem in tehnologijo lahko pridelamo 1.500 do 3.000 kg zrnja/ha. Povprečen pridelek zrnatega ščira v Indiji znaša 2.250 kg/ha (Joshi in Rana, 1991). Po podatkih Jamriške (1990) in Aufhammerja (1995) se gibljejo pridelki zrnja ščira v Evropi med 2.000 in 3.800 kg/ha.

## 15. Požetvene tehnologije

Za uspešno skladiščenje in doseganje tržnih standardov mora biti zrnje ščira predhodno osušeno na 12 do 13% vlage. Za dosuševanje v ZDA uporabljajo sušilnice za žita, v katerih zaradi drobnega zrnja namestijo fine najlonske mreže. Prav tako naj bodo pri sušenju na topli zrak plasti zrnja ščira nižje kot pri žitih.

Organizacija American Amaranth Institute je za zrnje ščira razvila standarde kakovosti, ki so navedeni v preglednici 1 (Lehmann, 1996: 3). Ščir so glede na barvo zrnja razdelili v pet skupin:

1. beli ščir; bela, krem, («off-white») barva zrnja,
2. rjavi ščir; kostanjeva, rdečerjava, svetlo do temno rjava barva zrnja,
3. rožnati ščir; zrnje ščirov z dobro vidnim rdečim ali rožnato obarvanim kalčkom,
4. ščir zlate barve; rumeno in zlato obarvano zrnje,
5. črni ščir; črno obarvano zrnje.

V posamezni skupini sme biti največ do 5% drugače obarvanega zrnja.

Najširše uporaben je beli ščir, predvsem se ta uporablja pri predelavi v moko, ekstrudiranju in praženju. Rjavi in črni ščir je uporaben pri predelavi v fermentirane izdelke - ščirova različica sojine omake ali za kosmiče. Rožnati ščir je zaželen v proizvodnji slada in za kalčke.

Preglednica 1: Kakovostni razredi zrnja ščira v ZDA  
Table 1: Grain amaranth quality classes in USA

Kakovostni razred	Hektolitrska masa (li/bu), [kg/100 l]	Vlaga [%]	Poškodovano zrnje [%] <sup>a</sup>	Čmo, rjavo, rožnato ali zrnje zlate barve [%] <sup>b</sup>	Tuje pri mesu [%]
1.	58 [74,7]	13	5	1	2
2.	56 [72,1]	14	7	3	3
3.	54 [69,5]	15	8	5	5

<sup>a</sup> zrnje poškodovano pri kombiniranju in poškodovano od škodljivcev (*Lygus*, skladiščni škodljivci)

<sup>b</sup> velja za skupino belega ščira

Pridelek z več kot 2% vzklih zrn se kljub izpolnjevanju ostalih pogojev, uvrsti v 3. kakovostni razred

## 16. Uporaba

Kot listnati, se tudi listi in mladi poganjki zrnatega ščira, uporabljajo za prikuhe (kot npr. špinača) predvsem v Afriki, Aziji in nekaterih delih Južne Amerike. Po primerjalni študiji prehranske vrednosti listov zrnatega in listnatega ščira (Prakash in Pal, 1992), vsebuje zrnati ščir več beljakovin (43 g/kg svežega vzorca), nekoliko več nitratov (4,1-9,2 g/kg svežega vzorca) in manj oksalatov (3-16,5 g/kg svežega vzorca). Vsebnost lizina v listih zrnatega ščira je med 45 in 50 g/kg beljakovin. Z vsebnostjo med 150 in 200 mg g/kg svežega vzorca, so nekateri analizirani genotipi zrnatega ščira tudi dober vir karotenoidov.

V okviru vrst iz skupine zrnatega ščira je nekaj genotipov, ki jih bodisi zaradi močno rdeče pigmentacije, večbarvnega, mamoriranega socvetja, zbitega betičastega socvetja (*A. edulis*) ali dolgih visečih socvetij (*A. caudatus*), uporabljajo tudi v okrasne namene.

Na vročini ekspaniranemu ali »pop« ščiru se izboljšata prehranska vrednost in okus, oblitega z medom ali melaso pa ga v Južni Ameriki tradicionalno uživajo kot slaščice imenovane alegria, bollos, turrones in laddoos. Podobne sadno-žitne ploščice s ščirrom so na trgu tudi v Evropi. Prav tako so ekspandirana zrna ali kosmiči ščira v različnih formulacijah m uslijev (slika 11).



Slika 11: Nekateri izdelki s ščirrom  
Figure 11: Some amaranth containing products

Zaradi visoke vsebnosti škroba je ščir primerna surovina v proizvodnji piva (tradicionalno pivo chicha v Peruiju) in alkohola. Med fermentiranimi proizvodi iz ščira je še ogi, v Afriki tradicionalen mlečnokislinski proizvod iz različnih žitnih kaš.

Tradicionalno in v znatnem obsegu pridelujejo ščir (predvsem listnat) kot svežo in suho krmo na Kitajskem in v državah bivše Sovjetske zveze, vendar pa je njihov krmni pomen malo raziskan. Sleugh in sod. (2001) so vrednotili krmno kakovost različnih odkosov in genotipov kultiviranega ščira. Glede na vse ovrednotene kakovostne parametre, so raziskovalci zaključili, da ima ščir dobre do odlične krmne lastnosti. Kljub vsemu pa nekateri genotipi ščira kot sveža krma, zaradi visoke vsebnosti nitratov, niso primerni za odkos pred 84. dnevom po setvi. Avtorji kot alternativo predlagajo siliranje. V razpoložljivi literaturi smo našli le eno študijo, v kateri so vrednotili primernost in možnost siliranja samega ščira ter mešanih silaž ščira in različnih krmnih rastlin. Na osnovi poskusa avtorji Kadoshnikov in sod. (2001) navajajo, da sta za siliranje najprimernejši vrsti *A. lividus* in *A. mantegazzianus*, potek siliranja vrste *A. cruentus* ni optimalen, silaža je slabše kakovosti, vendar pa se ta vrsta dobro silira v kombinaciji s krmnimi rastlinami, kot sta kornjača in sirača (najboljše v razmerjih 1 : 1 ali 1.5 : 1). Kakovost ščira za silažo je najprimernejša v času zrelosti.

## 16.1 Mletje in uporaba ščirove moke

Zaradi drobnih zm in njihove morfološke strukture, je mletje ščira v moka različnih frakcij nekoliko drugačno kot pri običajnih žitih. V ta namen sta se kot najustreznejša izkazala nekoliko modificirana Strong-Scottov luščilec ječmena in mlin na kamne. Po petih zaporednih prehodih so Betschart in sod. (1981) z abrazivnim mletjem v luščilcu odstranili semensko lupino s kalčkom ter pridobili sferičen škrobnat perisperm. Kumulativno je delež semenske lupine s kalčkom 25,5%, kar je ekvivalentno 74,5% izmeljavi. Kemična sestava zrnja in posameznih frakcij abrazivnega mletja je prikazana v preglednici 2.

Preglednica 2: Kemična sestava zrnja *A. cruentus* pred abrazivnim mletjem ter sestava frakcij semenska lupina s kalčkom in perisperm\*

Table 2: Chemical composition of intact *A. cruentus* seeds (before abrasive milling), seed coat-embryo and perisperm fraction

	Celo zrnje	Semenska lupina s kalčkom	Perisperm
Surove beljakovine [%]	18,5	42,0	7,7
Surove maščobe [%]	7,4	19,2	2,3
Surove vlaknine [%]	3,3	7,7	0,9
Pepel [%]	3,2	7,0	1,2
Kalij [ppm]	4300	9235	2029
Kalcij [ppm]	1250	1430	1015
Natrij [ppm]	407	507	250
Železo [ppm]	215	309	107
Mangan [ppm]	48,1	121	17,5
Cink [ppm]	45,6	65,8	28,7
Baker [ppm]	7,9	26,4	3,2
Kobalt [ppm]	1,6	1,92	0,5
Krom [ppm]	1,4	3,6	0,9
Vitamini			
Tiamin [mg/100g]	0,07	0,21	0,03
Riboflavin [mg/100g]	0,17	0,43	0,10
Niacin [mg/100g]	1,21	2,88	0,51

\* Vir: Betschart in sod., 1981

Uspešnost mletja ščira na posamezne frakcije v mlinu na kamne je odvisna od širine vrzeli med kamnoma in od vlažnosti zrnja. Za abrazijo semenske lupine in kalčka v celoti, se je pri vlažnosti zrnja med 8,8 in 17,8% kot ustrezna izkazala širina vrzeli med 0,75 in 0,5 mm. Pri mletju bolj vlažnega zrnja se moka ob hkratnem segrevanju lepi na stene mlina in je ni moč sejati. Z omenjenim mlinom je možno, z zmanjšanjem vrzeli pod 0,275 mm, mleti moko iz cellega zrnja.

Kot pomemben vir beljakovin, z visokim deležem lizina, se moka iz ščira uporablja v kombinaciji z različnimi žiti v zmesi za palačinke, tortilje, polnozrnatih kruh, krekerje, kekse...).

Glede aminokislinske sestave se posebej dobro dopolnjujeta koruzna in ščirova moka (preglednica 3), v razmerju 50 : 50. Zmes je primerna za pripravo tortilj (Senft, 1979:45).

Preglednica 3: Izboljšanje kakovosti beljakovin z mešanjem mok ščira in koruze\*

Table 3: Improving protein quality of composite amaranth-maize flour

Vir beljakovin	Trp	Met/ Cys	Thr	Isl	Val	Lys	Phe/Tyr	Leu
FAO/WHO	1,0	3,5	4,0	4,0	5,0	5,5	6,0	7,0
Ščir	1,4	4,4	2,9	3,0	3,6	5,0	6,4	4,7
Koruza	0,6	3,2	4,0	4,6	5,1	1,9	10,6	13,0
50/50 (ščir/koruza)	1,0	3,8	3,5	3,8	4,4	3,5	8,5	8,9

\* Vir: Senft, 1979: 46

V raziskavi so Abreu in sod. (1994) mešali pšenično s komercialno moko iz ščira v utežnih razmerjih 90 : 10, 80 : 20, 70 : 30 in analizirali količino posameznih esencialnih aminokislin, aminokislinsko vrednost (AAS - amino acid score, ki je izračunana po FAO/WHO/UNO (1992) normativih za 2 do 5-letne otroke) ter na osnovi prehranskih testov na podganah, izračunali vrednost beljakovin (PV - protein value). V pšenični moki je bila esencialna kislina v pomanjkanju lizin (AAS 50%) in v ščirovi moki leucin (AAS 61%). V skladu s povečanjem deleža ščirove moke se je mešanici povečala vrednost AAS iz 12 na 34%. V prehranskih testih na podganah je bila relativna vrednost beljakovin (RPV, glede na kazein kot kontrolo) pri pšenični moki 41% in moki ščira 86%. RPV pri sestavljeni moki v razmerju 90 : 10 je bila statistično enaka pšenični, sestavljeni moki ostalih dveh razmerij pa sta imeli v povprečju za 45% višji RPV kot pšenična moka.

Pri iskanju različnih alternativnih formulacij rastlinske otroške hrane, sta se kot najustreznejši izkazali kombinaciji ščirove moke iz celega zrnja, oziroma beljakovinske frakcije ščirove moke z ovseno, v razmerju 50 : 50 in 60 : 40 (Sanchez-Marroquin in sod., 1986).

Ker zmje ščira ne vsebuje glutena, lahko v običajnih pekovskih izdelkih nadomesti pšenično moko moka iz ščira do največ 20%. Pri izdelavi kruha zamenjava pšenične s ščirovo moko (10-15%) ne spremeni bistveno pekovskih lastnosti; volumen kruha je manjši (za 7-10%), skorja je glede na povečan delež ščirove moke temneje obarvana, kruh pa je okusnejši (Saunders in Becker, 1984). V raziskavi, kjer so dodajali pšenični visoko beljakovinsko ščirovo moko iz celega zrnja in visoko beljakovinsko razmaščeno ščirovo moko, v deležih 4, 8 in 12%, je povečan delež ščirove moke v zmesi, nekoliko spremenil farinogram: povečalo se je vpijanje vode, čas razvoja testa, nekoliko se je zmanjšala stabilnost testa. Kruhu se je skladno s povečanjem deleža ščirove moke v zmesi povečal delež beljakovin in lizina ter zmanjšal volumen in specifični volumen. Pri standardnem ocenjevanju kruha (volumen, skorja, barva skorje, tekstura, aroma, okus - maksimalno 100 točk) je bil slabše ocenjen predvsem kruh z večjim deležem razmaščene ščirove moke (Tosi in sod., 2002).

Zmje ščira ne vsebuje glutena, zato so živila iz ščirove moke s strani mnogih zvez in skupin bolnikov ter strokovnjakov spoznana kot varna za bolnike s celiakijo (Thompson, 2001; Fasano in Catassi, 2001).

Kuhano zmje se lahko pripravi kot riž, kaša ali kus kus.



## LITERATURA

Aufhammer, W., Kaul, H. P., Kruse, M., Lee, J. H., and Schwesig, D. 1994. Effects of sowing depth and soil conditions on emergence of amaranth and quinoa. *Eur. J. Agron.* 3(3), p. 205-210.

Aufhammer, W., Czuczova, D., Kaul, H-P., Kruse, M. 1998. Germination of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* x *hybridus*): effect of seed quality, temperature, light, and pesticides. *Evr. J. Agron.* 8, p. 127-135.

Bavec, F. 2000. Zrnati ščiri. In: Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Maribor: Fakulteta za kmetijstvo. 215 p.

Bavec, F., Grobelnik Mlakar, S. 2002. Effects of soil and climatic conditions on emergence of grain amaranths. *Eur. J. agron.* 17(2), p. 93-103.

Becker, R., Wheeler, E. L., Lorenz, K., Stafford, A. E., Grosjean O. K., Betschart, A. A., Saunders, R. M. 1981. A Compositional Study of Amaranth Grain. *Journal of Food Science.* 46, p. 1175-80.

Bhandari P.N. in Singhal R. S. 2001. Effect of succinylation on the corn and amaranth starch pastes. *Carbohydrate polymeres.* 48, p. 223-240.

Breene, W. M. 1991. Food uses of grain amaranth. *Cereal Foods World.* 36(5), p. 426-29.

Betschart A. A., Irving D. W., Shepherd A. D., Saunders R. M. 1981. *Amaranthus cruentus*: Milling characteristics, Distribution of Nutrients within Seed Components, and the Effects of Temperature on Nutritional Quality. *Journal of Food Science.* 46, p. 1181-84.

Bressani, R. 1989. The Proteins of Grain Amaranth. *Food Reviews International.* 5(1), p. 13-38.

Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., Webb, C. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology.* (79), p. 131-41.

Grobelnik Mlakar, S. Bavec, F. 2000. Zrnati ščiri, Grain Amaranth. In: Tajnšek, A. (ur.), Šantavec, I. (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu 2000: zbornik simpozija proceedings of symposium*, p. 278-283.

Grobelnik Mlakar, S. Vidmar, M., Bavec, F., Jakop, M. 2002. Correlation analysis in grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). In: VII Congress of the European Society for Agronomy, Cordoba, Spain. p. 186.

Grobelnik Mlakar, S., Mihelič, M., Bavec, F., Jakop, M. 2002. The effect of cattle manure rate on amaranth grain yield and fresh matter. In: VII Congress of the European Society for Agronomy, Cordoba, Spain. p. 683-84.

Gutterman, Y., Corbineau, F., and Côme, D. 1992. Interrelated effects of temperature, light and oxygen on *Amaranthus caudatus* L. seed germination. *Weed Research.* 32, p. 111-17.

Joshi, B. D in Rana, R.S. 1991. Grain Amaranths the Future Food Crop, National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi. 152 p.

Kaufman, C.S. 1992. Realizing the Potential of Grain Amaranth. *Food Reviews International.* 8(1), p. 5-21.

Kwack, R. E., and Kang, H. 1985. Effects of specific light qualities on the seed germination of *Amaranthus hypochondriacus*. *J. Kor. Hort. Sci.* 26(2), p. 158-62.

National Research Council, 1984. Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop, National Academy Press, Washington, D. C. 79 p.

Pal J., Singhal R.S., Kulkarni P. R. 2001. Physicochemical properties of hydroxypropyl derivat e from corn and amaranth starch. 48, p. 49-53.

Sauer, J.D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. Ann. of the Missouri Bot Gard. 54(2), p. 103-137.

Saunders, R.M. in Becker, R. 1984. Amaranthus: A Potential Food and Feed Resource. p. 357-97. In: Advances in Cereal Science and Technology, volume VI, American Association of Cereal Chemists, INC.

Segura-Nieto, M., Barba de la Rosa, A.P. and Peredes-López, O. 1994. Biochemistry of Amaranth Proteins p.75-107. In: O. Peredes-López, Amaranth Biology, Chemistry and Technology. CRC Press.

Senft, J. P. 1979. Protein Quality of Amaranth Grain p. 43-47. In: Proceeding of Second Amaranth Conference

Stallknecht, G.F. and Schulz-Schaffer, J.R. 1993. Amaranth rediscovered. p. 211-218. In: J. Janick and J. S. Simon, New crops. Wiley, New York.

Tosi, E. A., Re, E. D., Masciarelli, R., Sanchez, H., Osella, C., de la Torre M. A. 2002. Whole and Defatted Hyperproteic Amaranth Flours Tested as Wheat Flour Supplementation in Mold Breads. Lebensm.-Wiss. u.-Technol.. 35(5), p. 472-75.

Webb, D. M., Smith, D. W., and Schulz-Schaeffer, J. 1987. Amaranth Seedling emergence as Affected by Seeding Depth and Temperature on a Thermogradient Plate. Agron. J.. 79, 23-26.

Williams, J.T. and Brenner, D. 1995. Grain amaranth (*Amaranthus* species) p. 129-187. In: Underutilized Crops: Cereals and Pseudocereals, edited by J. T. Williams, Chapman & Hall, London.