



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jurka LESJAK

**MEDVRSTNO KRIŽANJE PRI NAVADNI AJDI (*Fagopyrum
esculentum* Moench) IN TATARSKI AJDI (*Fagopyrum
tataricum* Gaertn.)**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jurka LESJAK

**MEDVRSTNO KRIŽANJE PRI NAVADNI AJDI (*Fagopyrum esculentum*
Moench) IN TATARSKI AJDI (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**INTERSPECIFIC CROSSING OF COMMON BUCKWHEAT
(*Fagopyrum esculentum* Moench) AND TARTARY BUCKWHEAT
(*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2011

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala akad. prof. dr. Ivana Krefta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut Bohanec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: akad. prof. dr. Ivan Kreft
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Zlata Luthar
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 26.9.2011

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Jurka LESJAK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 633.12: 631.527 (043.2)
- KG navadna ajda/ *Fagopyrum esculentum*/ tatarska ajda/ *Fagopyrum tataricum*/ medvrstno križanje
- AV LESJAK, Jurka
- SA KREFT, Ivan (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2011
- IN MEDVRSTNO KRIŽANJE PRI NAVADNI AJDI (*Fagopyrum esculentum* Moench)
IN TATARSKI AJDI (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
- OP VII, 20 str., 4 pregl., 7 sl., 47 vir.
- IJ sl
- Ji sl/en
- AI Navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) imata tradicijo pridelovanja tudi v Sloveniji. Uvrščamo ju v družino dresnovk (Polygonaceae). Dobro sta poznani predvsem na Azijski celini, saj zlasti tatarska ajda zelo dobro uspeva v tamkajšnjih goratih predelih, kjer za ostale kmetijske rastline ni primernih razmer. Tako navadno kot tatarsko ajdo odlikuje velika vsebnost zdravnih in hranilnih sestavin kot so minerali, proteini, surove vlaknine, aminokisliline, vitamini ter fenolne spojine, ki delujejo kot antioksidanti in s tem ugodno vplivajo na človeško zdravje. Zaradi teh koristnih sestavin postajata prepoznavni tudi v medicini. Ajda pa je kljub temu pogosto spregledana kot pomembna kmetijska rastlina zaradi nekaterih slabosti. Te so relativno majhen hektarski pridelek in osipanje semena pri obeh vrstah, ter dimorfna inkompatibilnost cvetov navadne ajde. Zaradi tega potekajo raziskave v smeri izboljšanja tako tatarske kot navadne ajde. Poglavitni cilji so usmerjeni k večjemu in stabilnejšemu pridelku brez osipanja semena in z možnostjo samoopraševanja ter boljšo toleranco na stres predvsem pri navadni ajdi. Vzrok za težave in počasen napredek pri izboljšanju lastnosti z metodami klasičnega križanja posameznih vrst znotraj rodu *Fagopyrum* so neuspešna regeneracija medvrstnih hibridov, ki so pogosto sterilni.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 633.12: 631.527 (043.2)
- CX tartary buckwheat/ *Fagopyrum tataricum*/ common buckwheat/ *Fagopyrum esculentum*/ interspecific crossing
- AU LESJAK, Jurka
- AA KREFT, Ivan (supervisor)
- PP SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2011
- TI INTERSPECIFIC CROSSING OF COMMON BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench) AND TARTARY BUCKWHEAT (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 20 p., 4 tab., 7 fig., 47 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) have cultivating tradition in Slovenia. They are both members of the Polygonaceae family. Their reputation is widely known in Asia, especially Tartary buckwheat, because of its frost tolerance which is typical in the Himalayan region, where no other crops could prosper. Thus, as common and tartary buckwheat are distinguished by high content of and nutrients such as minerals, proteins, crude fiber, amino acids, vitamins; and phenolic compounds, which act as antioxidants and thus have a favorable effect on human health. Because of these useful components they are becoming recognizable also in medicine. Buckwheat, however, is often overlooked as an important crop because of some weaknesses. These are relatively small yield and seed dispersal in both species, and dimorphic incompatibility of common buckwheat flowers. Because of this, ongoing research is aimed at improving both, common and tartary buckwheat. The main objectives are orientation towards larger and more stable yields without seed dispersal and the possibility of self-compatibility and better tolerance to stress, especially for common buckwheat. The reason for the difficulties and slow progress in improving the properties by conventional crossing methods individual species within the genus *Fagopyrum* is the failure of regeneration of interspecific hybrids, which are often sterile.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	III
KAZALO VSEBINE.....	IV
KAZALO PREGLEDIC.....	V
KAZALO SLIK.....	V
1 UVOD	1
1.1 NAVADNA AJDA	4
1.2 TATARSKA AJDA	6
2 MEDVRSTNO KRIŽANJE	8
3 SKLEPI	16
4 VIRI	17

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Število kromosomov v somatskih celicah, število baznih parov, količina DNA v haploidni celici (C- vrednost), DNA mega bazni pari/ C- vrednost (Nagano in sod., 2000).....	3
Preglednica 2: Kolekcija vzorcev ajde v azijskih državah (Zhang, 2005).....	4
Preglednica 3: Preglednica 4: Medvrstna križanja med: <i>Fagopyrum esculentum</i> , <i>F. homotropicum</i> in <i>F. tataricum</i> (Wang in sod., 1998).....	12
Preglednica 4: Rezultati kompatibilnosti med posameznimi križanci v rodu <i>Fagopyrum</i> (Woo in sod., 2008).....	15

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Levo, navadna ajda (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) in desno, tatarska ajda (<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn.)	1
Slika 2: Levo, `thrum` cvet in desno `pin` cvet (The University of British Columbia, 2011).....	5
Slika 3: Navadna ajda (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) (Thomé, 2011).....	6
Slika 4: Tatarska ajda (<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn.) (Lessico-grano saraceno, 2011), desno cvet tatarske ajde (Logacheva in sod. 2011).....	8
Slika 5: Grafični prikaz delitve rastlin glede na morfološko-fiziološko strukturo cveta (Rozman, 2009).....	9
Slika 6: Emaskulacija (levo) in nanos peloda (desno) (Butler in sod., 2011).....	10
Slika 7: <i>Fagopyrum hybridum</i> na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (2011).....	14

1 UVOD

Navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench), ter tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) ne uvrščamo med žita, temveč v družino dresnovk (slika 1). Družina dresnovk ali Polygonaceae obsega okoli 1000 vrst, ki so si med seboj zelo različne. Munshi in sod. (1986) so objavili rezultate citoloških raziskav, ki dokazujejo da je osnovno kromosomsko število vseh vrst iz rodu *Fagopyrum* $n=8$, s katerimi so ta potrdila razlikovanje rodu *Fagopyrum* od drugih iz družine Polygonaceae, ki imajo kromosomsko število $n=10$, 11, ali 12 (Chrungoo in sod., 2011). Rod *Fagopyrum* obsega 19 vrst ki uspevajo na območju Evrazije, od katerih jih kar 10 uspeva na območju Kitajske (Campbell, 1997; Chrungoo in sod, 2011).

Na našem območju je bolj znana navadna ajda (slika 1 levo), predvsem kot hrana kmetov in revnih ljudi. Še pred pol stoletja so jo na veliko pridelovali, saj je bilo pridelovanje ajde v tistih časih oproščeno vseh dajatev (Kreft, 1995).



Slika 1: Levo navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench), desno tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)

Rastlina izvira iz jugozahodne Kitajske, province Junan (Yunnan), od koder se je širila na zahod v Butan, Nepal, Indijo in Pakistan, ter severno preko Mongolije in Sibirije najverjetneje v srednjo in zahodno Evropo. V Sloveniji je bila prvič omenjena leta 1426 (Kreft, 1995). Ajdo

pa so v Severno in Južno Ameriko, Avstralijo in južno Afriko prenesli tudi japonski izseljenci (Škrabanja in sod., 1997).

Navadna in tatarska ajda imata zaradi svoje kratke rastne dobe in uspešne rasti tudi na precej revnih tleh ključno vlogo pri prehrani ljudi revnejših predelov. V ostrih klimatskih razmerah Himalaje in severne Indije bolje uspeva tatarska ajda, navadno ajdo pa gojijo predvsem na Japonskem, v Koreji, na Kitajskem, v Ameriki, Kanadi, Braziliji, Južni Afriki in v Avstraliji. Edini predel Evrope, kjer gojijo tatarsko ajdo za prehrabne namene na približno 50 ha je pokrajina Islek, ki zajema severni Luxemburg, Weisteifel v hribovitem predelu Nemčije in del nemško govoreče Belgije. Luksemburško ministrstvo za kmetijstvo pa je naročilo Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, da opravi večletno raziskavo (raziskovalni projekt), da bi razvili predelavo in uporabnost te ajde (Bonafaccia in sod., 2003b; Niroula in sod., 2006).

Tako navadno kot tatarsko ajdo odlikuje velika vsebnost zdravilnih in hranilnih sestavin, kot so: minerali (cink, baker, mangan, kalij, magnezij fosfor in kalcij ter drugi minerali v sledovih: Se, Cr, Fe, Sb, Ba, Ni, Ag, Hg, Sn, Co), proteini, surove vlaknine, aminokisliline (predvsem lizin), vitamini (B1, B2, B5, B6, nikotinska kislina, holin, vitamin E), ter fenolne spojine (rutin in kvercetin). S slednjimi je bogata predvsem tatarska ajda, ki je posledično tudi bolj grenkega okusa. Rutin (kvercetin-3-rutinozid) je pomemben sekundarni metabolit, ki deluje kot antioksidant in s tem ugodno vpliva na človeško zdravje (Marshall, 1982; Campbell, 1997; Ikeda in sod., 2001; Bonafaccia in sod., 2003a). Predvsem ugodno vpliva na krvožilni sistem in sicer pri preprečevanju krvavenja iz kapilar, prav tako pa preprečuje hipertenzijo (visok krvni tlak) in zniževanje vsebnosti sladkorjev ter lipidov v krvi. Ker tatarska ajda vsebuje veliko več bakra, ki pospešuje dostopnost železa, s tem preprečuje anemijo (Zhang, 2005). Tatarsko ajdo predvsem kitajska farmacija s pridom uporablja za različne pripravke, ki jih je moč dobiti tudi prek spleta, od raznih kapsul, čajev, kisa, vina ter zobne paste.

Prav zaradi zgoraj omenjenih koristnih sestavin navadne in tatarske ajde, postajata rastlini prepoznavni tudi v medicini. Wieslander in sod. (2011) so objavili rezultate raziskave, ki je potekala na Švedskem, v kliničnem raziskovalnem centru Uppsala. V raziskavi je sodelovalo 62 zdravih žensk, razdeljenih v dve skupini. Pregledovali so možne ugodne vplive na vnetje dihalnih poti, bolezn srca in ožilja, delovanje pljuč, ter težave z dihanjem (težko dihanje). Prva skupina je uživala 4 piškote dnevno 14 dni, narejene iz navadne ajde (vsebnost rutina: 17 mg), ter naslednjih 14 dni piškote narejene iz tatarske ajde (vsebnost rutina: 360 mg). Druga skupina ravno obratno. Rezultati so bili presenetljivi, saj so piškoti (oboje skupaj) ugodno vplivali na razmerje med HDL holesterolom (koristni lipoproteini z veliko gostoto) in skupnim holesterlom, zmanjšanje indeksa telesne mase (predvsem zaradi višjih vsebnosti rutina v tatarski ajdi), ter povečanje kapacitete pljuč. Prav tako so rezultati pokazali, da je zaužit rutin preko tatarske ajde zmanjšal vsebnost encima mieloperoksidaza (MPO), ki se pojavlja pri vnetjih in direktno poškoduje tkiva, ter poveča možnosti tveganja za nastanek bolezn srca in ožilja.

Ajda pa je kljub prej omenjenim atributom pogosto spregledana kot pomembna kmetijska rastlina zaradi nekaterih slabosti, ki ji preprečujejo da bi uživala večji »sloves« med poljščinami. Mednje štejemo: relativno majhen hektarski pridelek in osipanje semena pri obeh

vrstah, ter dimorfno inkompatibilnost navadne ajde. To so največje omejitve k želenim ciljem. Zaradi tega potekajo raziskave v smeri izboljšanja tako tatarske kot navadne ajde. Poglavitni cilji so usmerjeni k višjemu in stabilnejšemu pridelku, brez osipanja semena in z možnostjo samoopraševanja, ter boljšo toleranco na stres predvsem pri navadni ajdi.

Vzrok za težave in počasen napredek pri izboljšanju lastnosti z metodami klasičnega križanja posameznih vrst znotraj rodu *Fagopyrum*, so neuspešna regeneracija medvrstnih hibridov, ki so pogosto sterilni (Niroula in sod., 2006; Asaduzzaman in sod., 2009). Poleg tega so Nagano in sod. (2000) objavili rezultate, s katerimi težave pri regeneraciji hibridov pri križanju *F. esculentum* x *F. tataricum* pripisujejo tudi veliki razliki v velikosti genoma, ki je prikazana v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Število kromosomov v somatskih celicah, število baznih parov, količina DNA v haploidni celici (C- vrednost), DNA mega bazni pari/ C- vrednost (Nagano in sod., 2000)

Vrsta ajde	Masa (pikogrami)*	Število kromosomov v somatskih celicah	C- Vrednost***	DNA** Mbp/C
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench (2x)	2,77	16	1,39	1,340
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench (4x)	5,49	32	1,37	1,320
<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn. (2x)	1,11	16	0,56	540

*: velikost genoma (bp) = $(0.987 \times 10^9) \times$ vsebnost DNA (pg)

Pikogram (pg): $1/1000 (10^{-3})$ nanograma

Vsebnost DNA (pg) = velikost genoma (bp) / (0.987×10^9)

** : 1 pg = 987 Mb

***Vrednost C je količina jedrne DNA v haploidnem genomu, izražena v pikogramih DNA ali kot število nukleotidnih parov, kjer je 1 pg DNA enak 980.000.000 baznim parom (Bačič, 2006).

Po svetu potekajo številne raziskave, ki vključujejo nove pristope, da bi zagotovili hitrejši napredek in premagali ovire pri medvrstnem križanju in ustvarili nove izboljšane sorte. Pri tem poleg križanja *F. tataricum* x *F. esculentum* preizkušajo tudi druga medvrstna križanja z divjimi sorodniki teh dveh ajd.

Samo v preteklih letih so raziskovalne organizacije, predvsem kitajske, na trg postavile kar 6 novih sort navadne ajde, ter 10 sort tatarske ajde. Velika genetska raznolikost znotraj rodu *Fagopyrum* daje znanstvenikom večje možnosti pri razvijanju novih, boljših sort, ki bi združevale prej omenjene kvalitete. Na mednarodnem inštitutu oddelka za rastlinske genske vire Azije, Pacifika in Oceanije (IPGRI-APO), so v azijsko - pacifiški regiji (predvsem na vzhodu in jugu) ocenili stanje genske raznolikosti vzorcev. Samo v vzhodni in južni Aziji je okoli 52% vseh vzorcev ajde (število je prikazano v spodnji preglednici), ki obstajajo na svetu in kar 90% vseh vzorcev tatarske ajde je zbranih v Aziji. Največjo zbirko sort pa ima Kitajska in sicer kar 46% (2164 vzorcev) celotne Azijske zbirke (Zhang, 2005).

Preglednica 2: Kolekcija vzorcev ajde v Azijskih državah (Zhang, 2005)

Država	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn.	Divje vrste ajde	Skupno
Kitajska	1544	578	24	2146
Japonska	588	140	18	746
Indija	637	309	8	954
Demokratska Republika Koreja	405	8	*	413
Nepal	160	167	*	327
Republika Koreja	95	*	*	95
Mongolija	30	*	*	30
Skupno	3459	1202	50	4711

*: ni podatka

Prav tako pa živilski tehnologi razvijajo nove izdelke iz navadne in tatarske ajde, tudi prej naštetih, ki jih je moč kupiti v trgovinah na Kitajskem (Zhang, 2005). Tatarska ajda in navadna ajda ne vsebujeta glutena, zato so izdelki iz čiste ajde, brez primesi žit, primerni tudi za bolnike s celiakijo.

1.1 NAVADNA AJDA

Ajda je tradicionalna poljščina srednje in vzhodne Evrope in Azije. Ime ajda naj bi izviralo iz slovanskega in romanskega jezika, saj so z ajdi označevali pogane, torej naj bi bila ajda pogansko žito, ki naj bi jo prinesli pogani. V angleškem jeziku ji pravijo buckwheat, kar pomeni bukovo žito in naj bi nakazovalo podobnost oblike bukovim semenom. V Indiji ji pravijo *ogal*, *mite phapar* v Nepal, *jare* v Butanu, *grecicha kul'turnaja* v Rusiji in *tatarka gryka* ali *poganka* na Poljskem. V Franciji ji pravijo: *sarrasin*, *blé noir*, *renouée*, *bouquette*; v Italiji *fagopiro*, *grano saraceno*, *sarasin*, *faggina* ter v Nemčiji *Buchweizen* ali *Heidekorn*. Na Japonskem pa ji pravijo *soba*, kar označuje tudi ajdove rezance (Campbell, 1997).

Ajda je enoletna rastlina, ki v nižinskih predelih z dovolj vlage in hranil, lahko zraste od 120 do 150 cm. V skromnih razmerah pa njena višina doseže le okoli 30 cm, v hribovitih legah pa do 70 cm. Steblo ajde je votlo in pokončno, razvejano ali nerazvejano, ki se proti koncu rastne dobe obarva rdeče. Glavna korenina je sorazmerno plitva, s številnimi stranskimi koreninami, ki skupaj predstavljajo okoli 3 do 4% mase celotne rastline, kar je lahko v ekstremnih sušnih razmerah velik problem, zlasti s kasnejšim dozorevanjem. Listi so srčasto puščasti, zgornji listi so manjši in brez peclja, spodnji praviloma s pecljem in večji (od 3 do 8 cm). Cvetovi so pogosto združeni v belih ali rožnatih socvetjih, z enojnim odevalom iz petih cvetnih listov. Ima dva tipa cvetov zato je dimorfna rastlina. `Pin` cvetovi imajo dolg pestič in krajše prašnike, ter `thrum` cvetovi, ki imajo kratek pestič in daljše prašnike (slika 2). Oblika

je genetsko pogojena, rastlina pa ima lahko samo en ali drug tip cveta. Gen za heterostilijo je na lokusu "S", z dominantno obliko (Ss) ki pogojuje `thrum` rastline in je heterozigotna oblika, ter s homozigotno obliko (ss), ki pogojuje `pin` rastline. Dve velikosti cvetnega prahu so povezane z heteromornim sistemom. In sicer velika pelodna zrna, približno 0,16 mm v premeru, ki nastanejo na `thrum` cvetovih, ter nekoliko manjša, ki nastanejo na `pin` cvetovih: približno 0,10 mm v premeru (Kreft, 1995; Campbell, 1997; Woo in sod., 1999; Adachi, 2004).

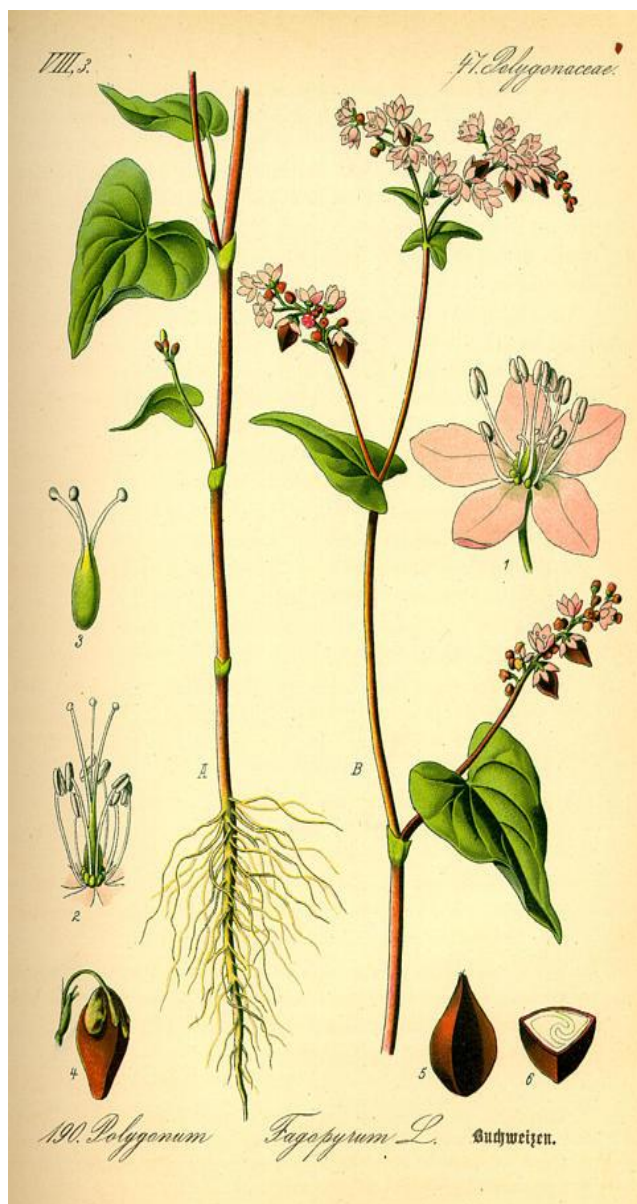


Slika 2: Levo, `thrum` cvet in desno `pin` cvet (The University of British Columbia, 2011)

Je tujeprašna rastlina, z samoinkompatibilnim pelodom (Kreft, 1995; Campbell 1997). Za opraševanje ajde so zelo pomembne čebele, saj je bilo dokazano da s postavitvijo panjev v bližini cvetočih polj ajde lahko povečamo pridelek (Kreft, 1995).

Plod ajde je trikoten, imenujemo ga tudi orešek, robovi semena pa so pogosto krilati, dolgi od 4 do 7 mm (slika 3). Po barvi jih lahko ločimo od tistih najbolj črnih, temno rjavih do rjavih, siva s pegami, srebrnkasto siva in svetlejša, ter siva (Kreft, 1995).

Navadna ajda je dokaj nezahtevna rastlina, primerna tudi za ekološko pridelavo, če v tleh ne primanjkuje mineralnih snovi (Fabjan, 2007). S svojo hitro rastjo in razvojem listov je zelo uspešna tudi pri zatiranju plevelov, pridelek pa lahko resno ogrozi le obžiranje plodov divjačine ali ptic (Kreft, 1995). V letu 2009 so ajdo v svetu pridelovali na več kot 2.007.261 ha pridelovalne površine, s povprečnim pridelkom okoli 0,9 t/ha. Svetovni pridelek ajde pa je znašal 1.787547 ton, od katerega je bilo 991.291 ton pridelane v Evropi. V Sloveniji je bila ajda leta 2009 posejana na 1.044 ha pridelovalne površine, s povprečnim pridelkom 0,9 t/ha. (FAOSTAT, 2011).



Slika 3: Navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) (Thomé, 2011)

1.2 TATARSKA AJDA

Tatarsko ajdo gojijo po svetu že od drugega stoletja pred našim štetjem in velja za eno od prvih kultiviranih rastlin. Predvsem v predelih Kitajske, Vietnama in Tajske, ljudstvo Yi tatarsko ajdo prideluje na okoli 30% vseh pridelovalnih površin, ter jo tudi namenjajo za posebne obrede in čaščenja. V izvirnem jeziku ljudstva Yi se tatarska ajda imenuje "E'amu". "E" pomeni tatarska ajda, "amu" pomeni mati. Prav tako pa jo za socialne in verske namene uporabljajo budistični menihi iz templja Gumba v Nepalju (Zhang, 2005). Tatarski ajdi v Indiji pravijo *phapar*, *tite phapar* v Nepalju in *bjo* v Butanu. Na Japonskem pa ji pravijo *dattan soba*.

Tatarsko ajdo, korošico ali zeleno pohorsko ali noro ajdo, kot jo opisuje Sadar (1949) je k nam pripeljal Baron Žiga Zois, okoli leta 1815. Pepel vulkana Tambora, ki je izbruhnil 10. aprila leta 1815 je z zasenčenjem neba v Evropi precej ohromil kmetijske rastline, ki so posledično dale zelo slabe pridelke. Zois, ki je veliko potoval je s Češke pripeljal tatarsko ajdo, ki je kljub pepelu uspevala, ter dajala zmerne pridelke (Kreft, 2010).

Tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) imenovana tudi zelena ali grenka ajda je zelo podobna navadni ajdi. Na našem območju jo najdemo kot plevel v posevku navadne ajde, za razliko na območju Nepala in Butana, na Kitajskem in v Indiji, Luksemburgu in na Poljskem, kjer jo gojijo kot samostojen posevek (Kreft, 1995).

Tatarka, divja ali turška ajda ima za razliko od navadne ajde ki cveti belo, zelene do rahlo rumenkaste cvetove, velike okoli 2,5 mm. Socvetja so gosta, z dvospolnimi cvetovi, ki se samooprašujejo in so kleistogamni (ki se oprasijo v zaprtem cvetu). Cvetno odevalo je veliko le 2 mm, brazda pestiča je glavičasta, z osmimi nektarnimi žlezami, ki so rumene barve. Tatarsko ajda ima nekoliko manjše seme in bolj trikotne oblike, okoli 5 mm, v primerjavi s semenom navadne ajde, ter se rado osiplje. Je rjavkaste barve, lahko je krilato ali trnato ter koničasto na koncu, nekoliko trše in bulasto, površina pa hrapava in motna. Seme tatarske ajde v zemlji ostane kaljivo več let in se na ta način ohranja na njivi. Listi so izrazito zeleni in trikotne oblike, nekoliko širši ter mesnati, kot pri navadni ajdi (Kreft, 1995). Listno dno je srčičaste oblike. Je enoletnica, ki zraste tudi do 1m visoko in je nekoliko bolj odporna na poleganje kot navadna ajda. Steblo je brazdasto, razvejano ali nerazvejano z dlačicami (slika 4) (Kreft, 1995; Campbell, 1997).

Tatarska ajda je izredno tolerantna na mraz, zaradi česar je primerna za gojenje predvsem v višje ležečih pokrajinah. Odlikuje jo tudi dober in konstanten pridelek. Prav tako pa tatarsko ajdo preizkušajo v razne terapevtske namene, saj naj bi po navedkih priročnikov kitajske medicine ugodno vplivala tudi na sluh in vid, bolečine v trebuhu, zniževanje sladkorja v krvi, krvavenje iz dlesni in prav zaradi teh razlogov tako na trgu dosegala višje cene (Campbell, 1997).

Kultivirane vrste tatarske ajde, ki jih gojijo predvsem na zahodu so: *Fagopyrum tataricum* Gaertn., *Fagopyrum subdentatum* Gilib., *F. dentatum* Moench., *F. triangulare* Meissn., *F. rotundatum* Babingt., *F. tataricum* var. *vulgare* Alef., *F. tataricum* var. *rotundatum* Alef., *Phegopyrum tataricum* Peterm., *Helxine tatarica* Kuntze., *F. tataricum* var. *edentulum*

Weisbecker in Mag., *F. tataricum* subsp. *tubercualtum* Krotov in K'ult., *F. tataricum* subs. *rotundatum* Babingt., *F. tataricum* subsp. *himalaicum* Krotov (Campbell, 1997)

Ker je tatarska ajda vir hrane na višje ležečih predelih je prav tako deležna raziskav in izboljšanja same vrste, čeprav v povezavi z izboljšanjem navadne ajde. Ker je tatarska ajda samoprašna rastlina, ki doseže tudi do 3x več pridelka kot navadna ajda, vendar zaradi že omenjene grenčine (posledica vsebnosti rutina), ter z težje luščljivim semenom, znanstveniki vseeno upajo, da bodo uspeli gen za samooplodnjo prenesti prav iz tatarske ajde v navadno, poleg tega pa s križanjem z navadno ajdo odpravili tudi grenčino in težjo luščljivost semena navaja Campbell (1997). Divji sorodniki tatarske ajde pa omogočajo napredek, saj dopuščajo križanje med različnimi vrstami in posameznimi sortami, kar daje nove križance, ki omogočajo nadaljnje raziskave.

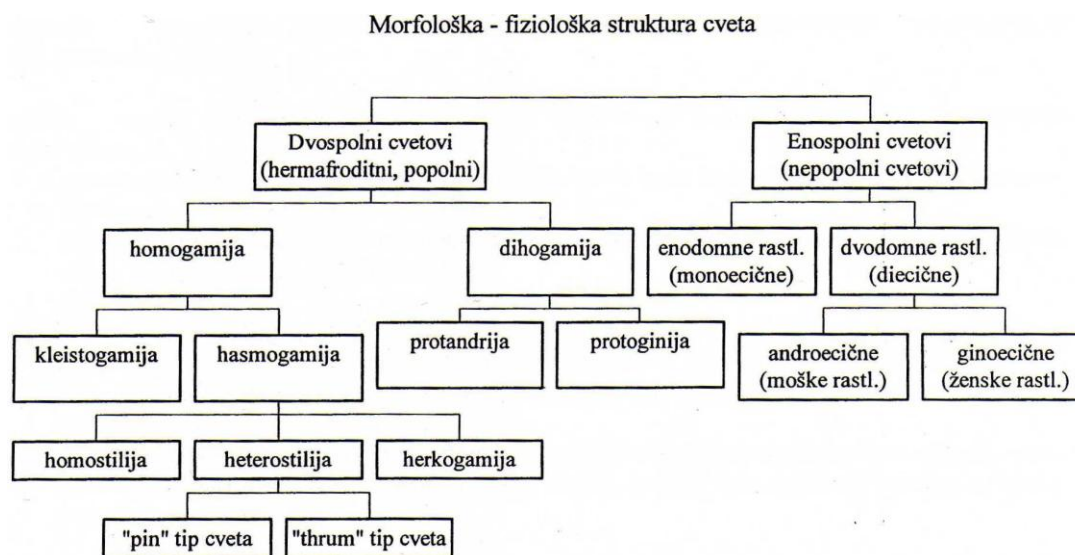


Slika 4: Levo, Tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) (Lessio - Grano saraceno, 2011) in desno cvet tatarske ajde (Logacheva in sod., 2011)

2 MEDVRSTNO KRIŽANJE

Kot je že omenjeno v uvodu je navadna ajda (*F. esculentum*) rastlina z dimorfno inkompatibilnostjo, kar pomeni da ima dva tipa cvetov. Ker ajda za oprašitev in posledično razvoj semena potrebuje opraševalca je napredek zlahtnjenja navadne ajde zahtevnejši. Pri samoprašnicah, kot je tatarska ajda, je potomstvo čista linija. To so samoprašne homozigotne rastline, ki jih dobimo s samooplodnjo po šesti generaciji (F6) (Rozman, 2009). Rastline se med seboj lahko ločijo tudi po ploidnosti. Običajna oblika večine organizmov v naravi je diploidna, z dvema garniturama kromosomov (2n). Kromosomsko število nekaterih rastlin pa je lahko tudi večje. S podvojitvijo števila kromosomov so nastali avtopoliploid. Z združitvijo dveh ali več različnih genomov iz različnih vrst lahko nastane alopoliploid (Ivančič, 2002)

Pri križanju dveh rastlinskih vrst je potrebno upoštevati razliko med tujeprašnimi in samoprašnimi rastlinami, rastlinami z enospolnimi ali dvospolnimi cvetovi, rastline s fertilnim ali sterilnim cvetnim prahom, ter med avtosterilnimi in avtofertilnimi rastlinami, kar bom tudi kasneje navedla v samih primerih medvrstnega križanja (slika 5) (Rozman, 2009). Prav tako je potrebno prepoznati zrelo brazdo pestiča in pravilno nanjo nanesti pelod, ter oprasene rastline ustrezno zavarovati, oziroma izolirati (Ivančič, 2002).



Slika 5: Grafični prikaz delitve rastlin glede na morfološko-fiziološko strukturo cveta (Rozman, 2009)

Tatarska ajda je kljub osipanju in razmeroma drobnih zrnih boljša po hektarskem pridelku kot navadna ajda. Ocenjujejo, da naj bi imela kar 3x večji pridelek kot navadna ajda, ki lahko na rastlino proizvede tudi do 2000 cvetov. Oplojenih pa je le okoli 30 do 53 cvetov. S križanjem

sorte navadne ajde (Mancan) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum*) je Samimy (1991) želel izboljšati pomanjkljivosti navadne ajde. Rastline so pred križanjem gojili v loncih v rastlinjaku pri 22 °C in 12 urno osvetlitvijo, v nočnem času pa je bila temperatura 18 °C. Tatarska ajda je bila ženska starševska rastlina. Obe rastlini sta bili diploidni ($2n=16$). Dva dni pred odprtjem cvetov so cvetove tatarske ajde emaskulirali ter na brazdo pestiča nanесли cvetni prah navadne ajde (slika 6). Oprašene cvetove so izolirali tako, da so z rastline odstranili še neodprte cvetove in že formirana semena. Po petih dneh so jajčne celice odstranili z rastline in jih dali na gojišče. 31% ovarijev je pričelo rasti, vendar so po 6 do 14 dnevih vsi potemneli in propadli. Neuspeh medvrstnega križanja pa pripisujejo nespajanju gamet starševskih rastlin.



Slika 6: Emaskulacija (levo) in nanos peloda (desno) (Butler in sod., 2011)

V drugi polovici dvajsetega stoletja so se klasičnim metodam križanja pridružile še metode rastlinske biotehnologije, ki so povečale uspešnost klasičnih postopkov medvrstnega križanja in omogočile velik napredek v rodu *Fagopyrum*. Z *in vitro* opraševalno metodo, ter z metodo reševanja nedozorelih embrijev in fuzijo protoplastov je bilo omogočeno prenesti gene z divjih populacij v kultivirane rastline (Woo in sod., 2004).

Adachi (1990) je v enem izmed svojih člankov skušal predstaviti probleme s katerimi se soočajo pri žlahtnjenju navadne ajde, predvsem pri klasičnem križanju. Eden od možnih biotehnoloških postopkov, metoda fuzije protoplastov somatskih celic navadne in tatarske ajde je postopek, ki bi omogočil nove informacije o heterostiliji navadne ajde. Vendar je Lachman (1991) že leto kasneje objavil neuspeh pri tem postopku, saj so kalusi iz fuzije protoplastov propadli, ker ni bilo regeneracije.

Fuzijo protoplastov ali zlitje dveh somatskih celic so prvič izvedli leta 1972. Metoda temelji na združevanju genomov dveh rastlinskih organizmov (Chahal, 2002; Bohanec, 2004). Z odstranitvijo celične stene rastlinskih celic dobimo kulturo protoplastov, ki jih z fuzijo lahko združimo, s čimer pridobimo somatski hibrid. Spajanje teh celic dosežemo s kratkimi

električnimi sunki, ki povzročijo fuzije in odprtje por v plazmalemi. Vključujoč novo kombinacijo genov, obeh celic različnih staršev, tako pridobimo nov, poliploiden osebek (Bohanec, 2004; Sinkovič, 2010). Druga možnost združevanja protoplastov je združevanje citoplazme brez jedra enega osebka, ter jedro drugega osebka. Na ta način pridobimo cibrid, oziroma citoplazemski hibrid (Bohanec, 2004).

Medvrstno križanje v rodu *Fagopyrum* z diploidnim fertilnim potomstvom je objavil Campbell (1995). Križal je navadno ajdo, *F. esculentum* x *F. homotropicum*. Rastline je križal s pomočjo klasičnega križanja in sicer z emaskulacijo navadne ajde pred cvetenjem, ter nanosom peloda *F. homotropicum*. Z metodo reševanja nedozorelih embrijev pa je mlade poganjke po odstranitvi z gojišča po tednu dni že posadil v lončke. S tem uspešnim poskusom je napovedal nove raziskave v prid tatarski ajdi, predvsem pri odpravljanju neželenih lastnosti, kot so trda luščina in s tem težje luščenje, ter zmanjšanje grenkobnega okusa, oziroma vsebnosti rutina.

Leto kasneje so Samimy in sod. (1996) objavili uspešne rezultate in sicer uspelo medvrstno križanje med *F. esculentum* x *F. tataricum*. Slednja je bila uporabljena kot materna rastlina. Selekcija navadne ajde z določenim lokusom izoencima je bila narejena z prenosom genov in sicer z navzkrižnim križanjem sort navadne ajde ('Mancan', 'Manor', ter kultivar iz Amerike in tri kultivarje iz Indije). Tako so pridobili osebek navadne ajde, ki je imel lokus določenega izoencima na podobnem mestu kot osebek tatarske ajde. Pelod sorte 'Manor' so nanegli na pestič tatarske ajde, ki so jo prej emaskulirali, ter jajčne celice po sedmih dneh odstranili z rastline ter jih dali na gojišče, po metodi reševanja nedozorelih embrijev. Novo nastali hibridi so imeli dvospolne cvetove, samooplodne in belo cvetno odevalo, ter so bili genetsko bolj podobni tatarski ajdi. Prav tako pa Samimy in sod. (1996) navajajo, da je novo nastali hibrid tudi potencialna rastlina pri prenosu genov iz tatarske ajde v navadno ajdo z metodo fuzije protoplastov, saj je genetsko bližje navadni ajdi kot tatarski.

Z željo po prenosu genov tatarske ajde zaradi zanimivih lastnosti kot so samooplodnja, visok pridelek, odpornost na mraz sta Wang in Campbell (1998) izvedla križanje med: *F. esculentum*, *F. homotropicum* in *F. tataricum*. 6 različnih sort navadne ajde in 4 sorte *F. homotropicum* in eno sorto *F. tataricum* so gojili v prostoru pri 20°C z 16 urno fotoperiodo. Pin rastline navadne ajde so emaskulirali jutro pred odprtjem cvetov, *F. homotropicum* ter tatarsko ajdo pa dan prej. Rastline so ročno oprašili, ter po več kot dvajsetih medvrstnih križanjih s pomočjo metode reševanja embrijev pridobili 13 hibridov. Pri potomcih prve generacije (F1) so ugotovili, da je 'pin' tip cveta, krilata semena in osipavanje semena dominantna lastnost, nad homomorfnim cvetom, nekrilatimi semeni in ne- osipavanjem semena. Potek medvrstnih križanj je predstavljen v spodnji preglednici.

Preglednica 3: Medvrstna križanja med: *Fagopyrum. esculentum*, *F. homotropicum* in *F. tataricum* (Wang in sod., 1998)

Križanje	Število dni na gojišču	Rešeni embriji	Število dni po pojavitvi embrija	Število križancev	Fertilni hibridi	Okrevanje križancev v %
1.						
<i>F.esculentum</i> x						
<i>F. homotropicum</i>						
**H1 x 364	10-15	10	4	4	fertilni	40
509 x H2	5-19	71		16	delno fertilni	22
H2 x 509	10	7	2	2	sterilni	29
172 x H2	5-15	90		14	delno fertilni	16
284 x H2	8-12	26	5	5	sterilni	19
364 x H4	11-12	10	4	4	sterilni	40
2.						
<i>F. tataricum</i> X						
<i>F. esculentum</i>						
T*x 509	7-12	111	13	3	sterilni	3
T x X5	11	2	2	1	sterilni	
3. Bridge						
T x H1	9	8	2	2	sterilni	25
T x H2	10-12	9	2	1	sterilni	11
T x H4	10	2	2	2	sterilni	
T x (H1 x H3)	11	21	4	3	sterilni	14
4. Multiple						
(T x H2) x (509 x H2)	19	1	1	1	sterilni	
Skupaj		368		58		

*: *F. tataricum*

** : *F. homotropicum*

Opomba: Oštevilčeni vzorci predstavljajo *F. esculentum*

Prav tako pa so trojno križanje izvedli Niroula in sod. (2006) in sicer med vrstami *F. tataricum*, *F. esculentum* in *F. cymosum*. Medvrstne hibride so pridobili s pomočjo recipročnega križanja tako, da so vsak par križali dvakrat. Dobljene hibride so potem posadili v rastlinjak, matere rastline so emaskulirali dan pred odprtjem cveta. S pomočjo čopiča so prašnike podržnili ob brazdo pestiča zgodaj zjutraj (07-09.30h), ko so bile rastline v polnem cvetenju. 7 dni po križanju so oplojene jajčne celice odstranili z rastlin, ter jih po približno petih tednih, dobro ukoreninjene, posadili v lončke. V križanju navadne in tatarske ajde so bili hibridi uspešni le, ko je bila *F. tataricum* oprašena s cvetnim prahom *F. esculentum*. Obraten postopek ni bil uspešen. Prav tako pa sta pri križanju *F. cymosum* (materinska rastlina) x *F. esculentum* nastala le 2 hibrida, obraten postopek ni bil uspešen. Študija pa je prav tako ugotovila, da je pri križanju treh vrst ajde zelo pomembna izbira starševskih rastlin, ter morfologija in kompatibilnost posameznih cvetov različnih vrst ajde.

Določene probleme pri križanju navadne ajde s tatarsko so opisali tudi Shaikh in sod. (2002). Z željo po pridobitvi hibrida križancev *F. tataricum* x *F. esculentum*, so preučili možne napake že pri razvoju embrija s presevnim ali transmisijski elektronskim mikroskopom (TEM). Med seboj so primerjali embrije tatarske ajde, ki so služili kot merilo, saj je pelod kompatibilen in cvet homomorfen, ter embriji navadne ajde oprasene z lastnim pelodom z embriji medvrstnih križancev, ki so kazali določene nepravilnosti. Embriji medvrstnih križancev so bili nenormalnih zgradb in nagnjeni k abortiranju z nezmožnostjo oplodnje in nastanka zigote, poleg tega pa so imele celice poškodovane celične stene, ter razpršen endosperm brez ribosomov.

Vse večje zanimanje za tatarsko ajdo je Campbell (2003) opisal v enem izmed svojih člankov. Namreč zaradi »zdravilnih« lastnosti tatarske ajde in samoopraševanja, tatarsko ajdo poimenuje tudi kot logično starševsko rastlino. Čeprav so po najdbi »rižaste« `rice Tartary buckwheat` iz predelov Nepala in južnega dela Kitajske, ki je zaradi lažjega luščenja pritegnila pozornost, videli tudi možno zamenjavo za riž, se ta ni prijela. Campbell pa v istem članku prav tako navaja, da je križanje `rižaste` tatarske ajde x *F. tataricum* prav tako zelo težavno. Ker je tatarska ajda pomemben vir hrane višje ležečih pokrajin, predvsem tistih nad 2500 m navaja Campbell v istem članku, ter je velika možnost pozebe je napredek še toliko bolj nujen. Wang in Campbell (2007) pa sta v enem izmed svojih člankov napovedala, da bodo zanimive lastnosti iz `rižaste` tatarske ajde, predvsem lažje luščenje, prenesli v tatarsko ajdo v nekaj letih. Že dve leti kasneje pa so Mukasa in sod. (2009) objavili rezultate raziskav recipročnega križanja navadne ajde in »rižaste« ajde. Emaskulacijo in polinacijo so izvedli po metodi Mukase in sod. (2007) in sicer, grozdasto socvetje so po približno 4-6 tednih (tik pred cvetenjem) po saditvi potopili v vodno kopel, s konstantno temperaturo 42-44°C. Cvetove, ki so se odprli naslednje jutro so emaskulirali in prašnike podrgnili ob brazdo pestiča v vodi tretiranih rastlin. Zrelo seme so posadili v ločke. Ugotovili so, da je mehka in lahko odstranljiva luščina pogojena le z enim, recesivnim alelom, saj potomci (F1) generacije fenotipsko niso imeli izražene te lastnosti.

Genetska podobnost med *F. tataricum* in *F. cymosum* je omogočila njuno križanje, ter s tem pridobiti novo vrsto ajde, amfidiploid *F. giganteum*, ki si je tudi zaradi velikih plodov utrla uspešno pot na tržišču. Križanec doseže višino tudi do 2,5 m in proizvede okoli 100 g semena/rastlino, medtem ko eden boljših križancev tatarske ajde proizvede okoli 30 g semena in doseže višino le 1,68 m navajajo Tarenko in sod. (2007) v enem izmed svojih člankov. Križanje *F. tataricum* (4n=32) x *F. giganteum* = *F. hybridum* je bilo prav tako uspešno, z prenosom pomembnih lastnosti kot so: samoprašnost, močne korenine, ter odpornost na poganjanje in osipanje semena. Vendar so se pokazale tudi določene pomanjkljivosti kot so: slabo fertilni pelod, nerazvita semena ter inbriding depresija. S selekcijo močnejših in lepših rastlin so odbrali F10 generacijo, ki je imela vse dobre lastnosti svojih prednikov. Pridelek *F. hybridum* je prav tako primerljiv z navadno, gojeno ajdo, z velikimi možnostmi za prihodnost, kot opisuje Fesenko in sod. (2010) v svojem članku. Ta križanec (*F. hybridum*) sem si letos (2011) lahko ogledala na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (slika 7).



Slika 7: *Fagopyrum hybridum* na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (2011)

Novo rezultate raziskav v povezavi s pelodom so objavili Woo in sod. (2008). Povod k raziskavi je slab pridelek ajde, ki je pogojen s slabo oploditvijo cvetov. Pridelavo pa prav tako ovira apomiksa in sterilnost, ki sta posledici okoljskih dejavnikov in genetskih faktorjev. V raziskavi so uporabili rastline: *F. esculentum* (2n), *F. tataricum* (2n), *F. cymosum* (2n=16, 32), *F. homotropicum* (2n), *F. giganteum* (amfidiploid = *F. cymosum* x *F. tataricum*), *F. esculentum* in *F. cymosum*. Z ročnim oprasevanjem so križali vse rastline med seboj, s tem da so dimorfne rastline (*F. esculentum* in *F. cymosum*) uporabili le kot ženske rastline, homomorfne (*F. homotropicum*, *F. giganteum*, *F. tataricum*) pa kot opraševalne, ter uporabili tudi recipročno križanje me *F. esculentum* in vsemi ostalimi vrstami. Rast peloda po pelodni cevki so 24 ur po polinaciji pričeli opazovati z mikroskopom. Na podlagi interakcij med pestičem in pelodom so na osnovi peloda, ko ta doseže jajčno celico, medvrstne križance razdelili v 5 skupin (preglednica 4). Od najbolj kompatibilnega medvrstnega križanca, pa do tistega najmanj

Preglednica 4: Rezultati kompatibilnosti med posameznimi križanci v rodu *Fagopyrum*, razporejeni v skupine po kompatibilnosti (Woo in sod., 2008)

I Zelo kompatibilni križanci

F. esculentum x *F. cymosum*
F. esculentum (thrum cvet) x *F. homotropicum*

II Kompatibilni križanci

F. cymosum (thrum cvet) x *F. esculentum* (pin cvet)
F. cymosum (4n, pin cvet) x *F. esculentum* (thrum cvet)
F. homotropicum x *F. esculentum* (2n, pin cvet)
F. tataricum x *F. esculentum* (pin cvet)

III Nekompatibilni križanci: pelodno zrno je prenehalo rasti na brazdi pestiča

F. esculentum (thrum cvet) x *F. tataricum*
F. homotropicum x *F. esculentum* (thrum cvet)
F. tataricum x *F. esculentum* (thrum cvet)

IV Nekompatibilni križanci: pelodno zrno je prenehalo z rastjo v vratu pestiča

F. esculentum (pin cvet) x *F. tataricum*
F. esculentum x *F. giganteum*
F. giganteum (pin) x *F. esculentum* (pin cvet)

V Nekompatibilni križanci: pelodno zrno je prenehalo rasti na dnu vrata pestiča

F. esculentum (pin cvet) x *F. homotropicum*
F. cymosum (2n, pin cvet) x *F. esculentum* (thrum cvet)
F. homotropicum x *F. esculentum* (4n, pin cvet)
F. giganteum x *F. esculentum* (thrum cvet)

Uspešno medvrstno križanje med tatarsko in navadno ajdo, z metodo reševanja nedozorelih embrijev, so objavili Asaduzzman in sod. (2009) med rastlinami: *F. tataricum* cv. CT - 1 (2n) x *F. esculentum* cv. Botansoba (2n), ter *F. tataricum* cv. CT - 1 (4n) x *F. esculentum* cv. GreatRuby (4n). Z ročnim oprraševanjem so križali rastline *F. tataricum* (starševska rastlina) x *F. esculentum* (pin tip cveta), ter rastline zavarovali s plastično vrečko (1 - 2 dni po oprášitvi). Po 7 – 10 dneh so z rastlin pobrali semenske zasnove in uporabili dve metodi za regeneracijo poganjkov. Po prvi metodi so jajčne celice pustili na gojišču do prvih poganjkov, v drugem poskusu pa so uporabili različna gojišča za razvoj kalusa, razvoj poganjkov in regeneracijo korenin. Jajčne celice so hranili na temperaturi 22 °C ± 2 °C, s 16 urno svetlobo ter 8 urno temo. Po uspešnem koreninjenju poganjkov (11% vseh pri križanju diploidnih rastlin ter 16% pri križanju tetraploidnih rastlin) so le te posadili v steriliziran substrat (vermikulit), ter jih 2 tedna gojili v *in vitro* razmerah. Po tem so jih posadili v rastlinjak. Križanci so podedovali lastnosti kot so: samo-kompatibilnost in homomorfizem, ki se je pokazala v prvi generaciji (ni več razlike `trum/pin` cvetom), v drugi generaciji pa je bilo opaziti oba tipa cvetov; barvo cveta, ki se je dedovala intermedialno (delno od *F. tataricum* in delno od *F. esculentum*), ter `pin` tip cveta in okroglo obliko semena, ki sta bili dominantni lastnosti nad homomorfim tipom cveta in semeni brez krilc. Križanci so bili fertilni in so dajali semena normalne velikosti

3 SKLEPI

Navadna in tatarska ajda sta v svetu že dolgo poznani. Široka uporaba teh dveh rastlin je skoncentrirana predvsem na Azijskem območju, kjer še danes predstavlja velik del njihove vsakodnevne prehrane ter že tradicionalno rešuje pred lakoto prebivalce goratih predelov, saj zlasti tatarska ajda uspeva tudi v zelo neugodnih klimatskih razmerah. Ajda je kot bogat vir fenolnih spojin, vitaminov, beljakovin, maščobnih kislin ter mineralov, polnovredno živilo s številnimi zdravilnimi učinki. Kljub njenim ekonomskim kot prehranskim prednostim, pa ostaja »pozabljena« kmetijska rastlina. Zaradi slabega pridelka, težko luščljivega zrna (predvsem tatarske ajde), samoneoplodnje (navadne ajde) ter osipanja semena je njeno pridelovanje v zatonu. Vendar pa je ajda zahvaljujoč znanstvenikom, ki ustvarjajo na tem področju, postala bolj prepoznavno živilo. Napredek z medvrstnimi križanji posameznih vrst teh dveh rastlin je sicer počasen, vendar se raziskovalci trudijo, da bi se v prihodnosti približali zelenim ciljem in ustvarili izboljšane sorte ajde.

4 VIRI

- Adachi T. 1990. How to combine the reproductive system with biotechnology in order to overcome the breeding barrier in buckwheat. *Fagopyrum*, 10: 7-11
- Adachi T. 2004. Recent advances in overcoming breeding barriers in buckwheat. V: *Advances in Buckwheat Research. Proceeding of the 9th International Symposium on buckwheat*, Praga, Češka. Avgust 18-22. Praga, IBRA: 22-25
- Asaduzzaman M., Minami M., Matsushima K., Nemoto K. 2009. Characterization of interspecific hybrid between *F. tataricum* and *F. esculentum*. *Journal of Biological Sciences*, 9: 137-144
- Bačič M., 2006. Sistematika in horologija skupine poljske bekice (*Luzula campestris* agg.) v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za biologijo: 214 str.
- Butler J.D., Oebker N.F. Plant breeding as a hobby
http://www.aces.uiuc.edu/vista/html_pubs/PLBREED/pl_breed.html#General
(15.9.2011)
- Bohanec B., Javornik B., Strel B. 2004. Gensko spremenjena hrana. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 167 str.
- Bonafaccia G., Marocchini M., Kreft I. 2003a. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 80: 9-15
- Bonafaccia G., Gambelli L., Fabjan N., Kreft I. 2003b. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 83: 1-5
- Campbell C. 1995. Inter-specific hybridization in the genus *Fagopyrum*. V: *Current advances in buckwheat research. Proceedings of the 6th international symposium on buckwheat*, Shinshu, Japonska. Avgust 24-29. Shinshu, IBRA: 255-263
- Campbell C. 1997. Buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rim, Italija, International Plant Genetic Resources Institute: 93 str.
http://www.esporus.org/recursos/resultats_sobre_caracteritzacio/documents/livre_fajol_1997.pdf (14.12.2010)
- Campbell C. 2003. Buckwheat crop improvement. *Fagopyrum*, 20: 1-6
- Campbell C. 2004. Present state and future prospects for buckwheat. V: *Advances in buckwheat research. Proceeding of the 9th international symposium on buckwheat*, Praga, Češka. Avgust 18-22. Praga, IBRA: 26-29
- Chahal G. S., Gosal S. S. 2002. Principles and procedures of plant breedig. Pangbourne, Alpha Science International ltd.: 604 str.

- Chrungoo N.K., Sangma C.S., Bhatt V., Raina S.N. *Fagopyrum V: Wild crop relatives: Genomic and breeding resources, Cereals*. Chittaranjan K. (ur.). Berlin, Springer: 293-309
- FAOSTAT. Food and agricultural organization (14. 9. 2011)
<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
- Fabjan N., 2007. Zel in zrnje tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum*) kot vir flavonoidov. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za agronomijo: 104 str.
- Fesenko I.N., Fesenko N.N. 2010. *Fagopyrum hybridum*: a process of the new buckwheat crop development. V: Current advances in Buckwheat Research. Proceedings of the 11th international symposium on buckwheat, Orel, Rusija. Julij 19-23. Orel, IBRA: 308-313
- Ivančič A. 2002. Osnove rastlinske hibridizacije. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo Maribor: 672 str.
- Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, ČZD, Kmečki glas: 112 str.
- Kreft I., Chrungoo N.K., Devadasan N., Ličen M., Chai Y., Wang Z., Zhang Z., Lin R., Ikeda S., Ikeda K., Wieslander G., Norbäck D., Fabjan N., Germ M., Bonafaccia G., Vombergar B. 2007. Perspectives of greeding buckwheat for high quality. V: Advances in buckwheat research. Proceedings of the 10th international symposium on buckwheat, Yangling, Kitajska. Avgust 14-18. Yangling, IBRA: 1-6
- Kreft I. 2010. Pridelovanje in uporaba tatarske ajde – nov izziv v Sloveniji. V: Simpozij Novi izzivi v poljedelstvu, Rogaška Slatina 2. in 3. december. 2010. Kocjan-Ačko D., Čeh B. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 155-159
- Lessio - Grano saraceno. Slika tatarske ajde
<http://www.summagallicana.it/lessico/g/grano%20saraceno.htm> (15.9.2011)
- Lachman S., 1991. Plant cell and tissue culture in buckwheat: An approach towards genetic improvements by means of unconventional breeding techniques. V: Current advances in buckwheat research. Proceedings of the international colloquium on overcoming breeding barriers by means of plant biotechnology, 11-15 mar. Miyazaki, Japan: 145-154.
- Logacheva M.D., Kasianov A.S., Vinogradov V.D., Samigullin T.H., Gelfand H.S., Makeev V.J., Penin A.A. *De novo* sequencing and characterization of floral transcriptome in two species of buckwheat (*Fagopyrum*). BMC Genomics, 12: 30
<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/12/30> (10.9.2011)

- Marshall H.G., Y. Pomeranz. 1982. Buckwheat description, breeding, production and utilization. V: *Advances in cereal science and technology*. Y. Pomeranz (ur.). St. Paul, American Association Cereal Chemist Inc.: 157-212
- Munshi A.H., Javeid G.N. 1986. Systematic studies in Polygonaceae of Kashmir Himalaya. 1. izd. Indija, Scientific publisher: 215
- Mukasa Y., Suzuki T., Honda Y. 2007. Emasculation of tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) using hot water. *Euphytica*, 156: 319-326
- Mukasa Y., Suzuki T., Honda Y. 2009. Suitability of Rice-Tartary buckwheat for crossbreeding and for utilization of rutin. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 43, 3: 199 – 206
- Nagano M., All J., Campbell C., Kawasaki S., Adachi T. 2000. Genome size analysis of genus *Fagopyrum*. *Fagopyrum*, 17: 35-39
- Niroula R.K., Bimb H.P., Sah B.P. 2006. Interspecific hybrids of buckwheat (*Fagopyrum* spp.) regenerated through embryo rescue. *Scientific World*, 4: 74-77
- Rozman L. 2009. Študijsko gradivo za vaje iz predmeta: Osnove žlahtnjenja rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 79 str.
- Sadar V. 1949. Naše žito. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 243 str.
- Samimy C. 1991. Barrier to interspecific crossing of *Fagopyrum esculentum* with *Fagopyrum tataricum*: I. Site of pollen-tube arrest. II. Organogenesis from immature embryos of *F. tataricum*. *Euphytica*, 54: 215-219
- Samimy C., Bjorkman T., Siritunga D., Blanchard L. 1996. Overcoming the barrier to interspecific hybridization of *Fagopyrum esculentum* with *Fagopyrum tataricum*. *Euphytica*, 91:323-330
- Shaikh N.Y., Guan L.M., Adachi T. 2002. Failure of fertilization associated with absence of zygote development in the interspecific cross of *Fagopyrum tataricum* x *F. esculentum*. *Breeding Science*, 52: 9-13
- Sinkovič T. 2010. Uvod v botaniko : za študente visokošolskega strokovnega študija kmetijstva - smer agronomija in hortikultura - bolonjski študij. 2. prenovljena izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 208 str.
- Škrabanja V., Kreft I. 1998. Ajda – njeno mesto v prehrani. *Sodobno kmetijstvo*, 31: 50-54
- Taranenko L.K., Yatsishen O.L., Taranenko P.P., Morphological and genetic aspects of buckwheat interspecific incompatibility overcoming. V: *Current advances in buckwheat research*. Proceedings of the 10th international symposium on buckwheat, Yangling, Kitajska. Avgust 14-18. Yangling, IBRA:132-141

The University of British Columbia

Slika `thrum´ in `pin´ cvet, (14.9. 2011)

<http://www.geog.ubc.ca/g2field/courses/lab.html>

Thomé O.T. Wikipedija. Ajda (15.9.2011)

http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Illustration_Fagopyrum_esculentum0.jpg

Zhang Z. 2005. Promoting conservation through sustainable use of underutilized crops in livelihood development - A case of buckwheat. V: Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific – Vol 13. Molina A.B., Yu L.B., Roa V.N., Van den Bergh I., Borromeo K.H. (ur). Proceedings of the 3rd BAPNET Steering committee meeting, Guangzhou, Kitajska. 23-26 november, 2004. Guangzhou, INIBAP: 231-240
http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/advancing13_en.pdf
(5.9.2011)

Wang Y., Campbell C.G. 2007. Tartary buckwheat breeding (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn.) through hybridization with its Rice - Tartary type. *Euphytica*, 156: 399-405

Wang Y.J., Campbell C. G. 1998. Interspecific hybridization in buckwheat among *Fagopyrum esculentum*, *F. homotropicum*, and *F. tataricum*. V: 7th International Symposium on Buckwheat, Winnipeg, Canada. 12-14 Avg. Winnipeg, IBRA: I-1 - I-12

Wieslander G., Fabjan N., Vogrinčič M., Kreft I., Janson C., Spetz-Nyström U., Vombergar B., Tagesson C., Leanderson P., Norbäck D. 2011. Eating buckwheat cookies with the reduction in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: a double blind crossover study in day-care center. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 225: 123-130

Woo S.H., Adachi T., Jong K. S., Campbell C.G. 1999. Inheritance of self-compatibility and flower morphology in an inter-specific buckwheat hybrid. *Canadian Journal of Plant Science*, 79: 483-490

Woo S.H., Omoto T., Kim H. S., Park C. H., Campbell C., Adachi T., Jong S. K. 2004. Breeding improvement of processing buckwheat: Prospects and Problems of – interspecific hybridization. V: Advances in buckwheat research. Proceeding of the 9th international symposium on buckwheat, Praga, Češka. 18-22 Avg. Praga, IBRA: 350-354

Woo S.H., Kim S.H., Tsai K.S., Chung K.Y., Jong K.S., Adachi T., Choi J.S. 2008. Pollen-tube behavior and embryo development in interspecific crosses among the genus *Fagopyrum*. *Journal of Plant Biology*, 51, 4: 302-310

ZAHVALA

Za strokovne nasvete, pomoč in razumevanje se iskreno zahvaljujem mentorju akademiku prof. dr. Ivanu Kreftu in recenzentki prof. Zlati Luthar.

Za oporo med študijem se iz srca zahvaljujem svoji družini.