

GENETIKA ULJANE TIKVE, *Cucurbita pepo L.*

BERENJI JANOŠ¹

IZVOD: Uljana tikva (*Cucurbita pepo L.*) je alternativna biljna vrsta koja se gaji radi semena i kvalitetnog ulja u semenu. Jedan od osnovnih preduslova uspešne proizvodnje uljane tikve je izbor odgovarajuće sorte. Genetika raznih svojstava uljane tikve je osnova oplemenjivanja tj. stvaranja novih sorti. Od posebnog interesa su genetika izgleda semenjače, habitusa biljke, otpornosti na bolesti i genetička osnova muške sterilnosti uljane tikve. Pored ovih glavnih, u radu su navedeni i ostali geni koji su opisani za *C. pepo* i od značaju su za genetiku i oplemenjivanje uljane tikve.

Ključne reči: uljana tikva, *Cucurbita pepo L.*, semenjača, habitus biljke, otpornost na bolesti, muška sterilnost

Uvod

Pojam tikva je opšti naziv za različite biljne vrste koje pripadaju familiji Cucurbitaceae (vrežaste kulture) (Berenji, 1992; 1999). Najpoznatije samonikle vrste su *C.*

foetidissima, *C. palmata*, *C. digitata*, *C. okeechobeensis*, *C. quadriorensis*, itd. (Wilson et al., 1992). Najrasprostranjenije gajene vrste na našim prostorima prikazane su u tab. 1.

Tabela 1. Naučni (latinski), preporučeni narodni i najčešće korišćeni engleski nazivi tikava koje se gaje u jugoistočnoj Evropi

Table 1. Scientific (latin), proposed popular and English names of pumpkins cultivated in Southeast Europe

Naučni naziv/ Scientific name	Preporučeni narodni nazivi/ Proposed popular names	Najčešće korišćeni engleski nazivi/ Most frequently used English names
<i>Cucurbita pepo L.</i>	obična tikva	Pumpkin, squash
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	bundeva	Squash, pumpkin
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	muskatna tikva	Tropical pumpkin, squash
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	smokvolisna tikva	Fig-leaf gourd
<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber	zimska tikva	Cushaw
<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	vrg	Bottle gourd

Pregledni rad (Rewiewed paper)

¹ Dr JANOŠ BERENJI, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrтарstvo, Novi Sad, janos.berenji@ifvcns.na.ac.rs

Uljana tikva je varijetet obične tikve, jednogodišnja zeljasta biljka koju čine vegetativni (koren, stablo, list, rašljika) i generativni (cvet, plod i seme) organi (Berenji, 2010).

U zavisnosti od dužine internodija stabla, razlikuju se dva glavna tipa rasta uljane tikve: bokorast i puzav. Moguće je i polubokorast tip rasta, koji je prelaz između prethodna dva (Berényi and Kvarlovits, 1995) (sl. 1).

Puzav tip rasta se karakteriše dugačkim internodijama, koje formiraju stablo dužine i do 5 m. Evolucionu prednost puzave forme rasta tikava Loy je tumačio sposobnošću biljaka da se penjanjem na druge biljke efikasnije bore za veći životni prostor, obezbeđuju bolju poziciju u borbi za prirodne resurse, u ovom slučaju sunčevu svetlost (English, 1985). Većina popularnih sorti uljane

tikve golice, naročito iz starijeg sortimenta, karakteriše upravo puzavo stablo. Bokorast tip rasta se odlikuje veoma skraćenim internodijama, pa se stiče utisak da stablo nije razvijeno. U proizvodnji nisu raširene sorte uljane tikve tipičnog bokorastog tipa rasta. Polubokorast tip rasta se na samom početku vegetacije ističe skraćenim internodijama, poput bokorastog tipa rasta, ali se počev od formiranja prvih plodova, obrazuju sve duže i duže internodije i do kraja vegetacije njihova dužina ponekad iznosi skoro isto kao kod puzavog tipa rasta. Većina savremenih sorti, naročito hibridnih, odlikuje se upravo polubokorastim tipom rasta.

Uljana tikva je jednodoma (monecka) biljka sa jednopolnim cvetovima, što znači da se na svakoj biljci obrazuju i ženski i muški cvetovi.

Slika 1. Bokorast (levo), polubokorast (u sredini) i puzav tip rasta uljane tikve (desno)
Figure 1. Bush (right), semibush (middle) and vine growth type of oil pumpkin (right)



U botaničkom smislu plod uljane tikve je sočni plod, bobica (bacca).

Zrelo seme obične tikve čini semenjača, ostaci nucelusa i endosperma, dva kotiledona (klicini listići) i klica. Seme obične tikve je obloženo čvrstom semenjačom bele, žućkaste ili krem boje. Izuzetak je uljana tikva golica, čije je seme „golo”, bez čvrste semenjače (sl. 2).

Mnogi narodi sveta koriste seme tikve kao zakusku (snek, grickanje,

„semenke“) (Piperno and Stothert, 2003). Za prženje je popularno seme sa ljskom, ali se ponekad, kao kuriozitet, prži i seme bez ljske. Lekovitost semena (*Cucurbitae semen*) i ulja semena uljane tikve golice (*Oleum cucurbitae*) odnosi se na blagotvorno dejstvo u slučajevima dobroćudnog uvećanja prostate (benigne hiperplazije prostate, BHP) (Berenji i sar., 2009; Schmidt and Gaissmaier, 1983; Sabo et al., 2000; Karlović et al.,

2001). Najvažniji način korišćenja semena uljane tikve za upravo za dobijanje tikvinog ulja (Berenji, 1999; 2007).

Slika 2. Uljana tikva sa ljuskom (levo) i uljana tikva golica (desno)

Figure 2. Hulled (left) and naked seeded oil pumpkin seed (right)



Za uspešno stvaranje novih sorti uljane tikve od velike je važnosti poznavanje načina nasleđivanja svojstava interesantnih za oplemenjivanje ove gajene biljke (Berenji, 1989; 2000), svrstane među uljane kulture (Berenji, 2006).

*Tabela 2. Publikovani geni o načinu nasleđivanja raznih svojstava vrste *C. pepo* relevantnih za genetiku uljane tikve*

*Table 2. Published genes of inheritance of various traits of *C. pepo* relevant to genetics of oil pumpkin*

Gen	Svojstvo	Literatura
<i>a</i>	Dominacija muških cvetova. Nađen je u sorti 'Greckie' koja razvija samo muške cvetove i recesivan je prema <i>A</i> .	Kubicki, 1970
<i>ae*</i>	Pojačivač dominacije muških cvetova. <i>ae</i> potiče iz sorte 'Vegetable Spaghetti' koja se odlikuje pretežno muškim cvetovima a <i>Ae/Ae</i> je iz sorte 'Bolognese'.	Manzano et al., 2008
<i>B</i>	Dvobojan (bicolor) plod. <i>B</i> dovodi do žute pigmentacije mlađih, nezrelih plodova. Ispoljava plejotropski efekat na plod i lišće. Efekat <i>B</i> se modifikuje pod uticajem gena <i>Ep-1</i> , <i>Ep-2</i> i <i>Ses-B</i> . <i>B</i> kod <i>C. pepo</i> je porekлом iz ukrasne tikve 'Vaughn's Pear Shaped'. Kod <i>C. moschata</i> sorte 'Precocious' PI 165561 vodi poreklo iz povratnog ukrštanja sa <i>C. pepo</i> . <i>B</i> je komplementaran sa <i>L-2</i> za intenzivno narandžastu, umesto svetlo žutu boju mesa ploda.	Paris, 1988 Paris et al., 1985 Schaffer and Boyer, 1984 Shifriess, 1955 Shifriess, 1981

Genetika uljane tikve

Genetika svojstava raznih vrsta iz roda *Cucurbita* je veoma slična (Whitaker and Carter, 1946). Ovo saznanje, kao i velika sličnost hromozoma pojedinih vrsta tikava (sve gajene vrste iz roda *Cucurbita* imaju 20 pari hromozoma slične morfološke), ukazuje na to da je evolucija ovih vrsta u najvećoj meri rezultat akumulacije minornih promena određenog broja gena kod pojedinih vrsta (Whitaker and Bohn, 1950).

Whitaker (1947), Robinson et al. (1976) i Andres (2000) su objavili detaljan prikaz publikovanih podataka o načinu nasleđivanja raznih svojstava tikava, od kojih se mnogi direktno ili indirektno odnose i na uljanu tikvu. Najnoviju listu publikovanih gena *Cucurbita* vrsta objavili su Paris i Kabelka (2008/2009). Tabela 2 prikazuje onaj deo podataka, koji su relevantni za genetiku uljane tikve.

Gen	Svojstvo	Literatura
<i>Bi-0 *</i> <i>(sinonim: Bi)</i>	Gorak ukus ploda zbog visokog sadržaja kukurbitacina. <i>Bi-0</i> je porekлом iz divlje vrste <i>C. texana</i> , <i>bi-0</i> je iz cukinija. Možda je identičan sa <i>Bi-1</i> ili <i>Bi-2</i> koji vode poreklo iz ukrštanja <i>C. pepo x C. mixta</i> .	Grebenčikov, 1955
<i>Bu</i> <i>(sinonim: D)</i>	Bokorast tip rasta i kratke internodije. <i>Bu</i> je kod mlađih biljaka dominantan u odnosu na <i>bu</i> za puzav tip rasta. Kod <i>C. pepo Bu</i> se nalazi kod sorte 'Giant Yellow Straightneck' kao i kod skoro izogene linije sorte akorn tikve 'Table Queen', a <i>bu</i> kod sorte akorn tikve 'Table Queen'. <i>Bu</i> kod <i>C. maxima</i> je iz jedne inbred linije, a <i>bu</i> iz sorte 'Delicious'. <i>Bu</i> kod <i>C. moschata</i> je iz jedne inbred linije, a <i>bu</i> iz neimenovanog roditelja.	Decker-Walters and Munger, 1963 Grebenčikov, 1958 Shiffriss, 1947 Wu et al., 2007
<i>cu</i>	Sadržaj kukurbitacina <i>B. cu</i> je za smanjen sadržaj kukurbitacina <i>B</i> u kotiledonima sorte 'Early Golden Bush Scallop', a <i>Cu</i> je za visok sadržaj kukurbitacina <i>B</i> u kotiledonima sorte 'Black Zucchini'	Sharma and Hall, 1971
<i>D i Ds</i>	Tamna boja stabla. Kod <i>C. pepo</i> je zapažena serija od tri alela: <i>D</i> za tamnu boju stabla i tamnu boju poluzrelih plodova, <i>Ds</i> za tamnu boju stabla ali bez uticaja na boju ploda i <i>d</i> za svetlu boju stabla i bez uticaja na boju ploda. Redosled dominacije ovih gena je: <i>D > Ds > d</i> . <i>D</i> potiče iz 'Fordhook Zucchini', <i>Ds</i> iz 'Early Prolific Straightneck', a <i>d</i> iz 'Vegetable Spaghetti'. Gen <i>D</i> je epistatičan u odnosu na gene <i>l-1</i> i <i>l-2</i> kada je bilo koji od njih u homozigotno recessivnom stanju. Vezan je sa mo-2. Kod <i>C. maxima</i> posmatran je samo plod i konstatovan je postojanje <i>D</i> za tamnu boju poluzrelog ploda iz zapalito sorte 'La Germinadora', a <i>d</i> je za svetlu boju poluzrelog ploda iz selekcionog materijala zapalito tikve.	Globerson, 1969 Lopez-Anido et al., 2003 Paris, 1996 Paris, 1997 Paris, 2000c Paris and Nerson, 1986 Schöniger, 1952
<i>Di</i>	Diskoidan oblik ploda. <i>Di</i> je iz skalop tikve i dominantan je u odnosu na loptast ili kruškolik oblik ploda.	Sinnott and Durham, 1922 Whitaker, 1932
<i>Ep-1</i>	Producivač pigmentacije ploda - 1. Modifikator gen za gen <i>B</i> . <i>Ep-1</i> je nepotpuno dominantan u odnosu na <i>ep-1</i> i aditivan u odnosu na <i>Ep-2</i> . <i>Ep-1</i> potiče iz sorte 'Small Sugar 7 x 7', a <i>ep-1</i> iz sorte akorn tikve 'Table King'.	Shiffriss and Paris, 1981
<i>Ep-2</i>	Producivač pigmentacije ploda - 2. Modifikator za gen <i>B</i> . <i>Ep-2</i> je nepotpuno dominantan u odnosu na <i>ep-2</i> i aditivan u odnosu na <i>Ep-1</i> . <i>Ep-2</i> potiče iz akorn tikve sorte 'Table King', a <i>ep-2</i> iz 'Small Sugar 7 x 7'.	Shiffriss and Paris, 1981
<i>fv</i>	Fuzija lisnih nerava. <i>fv</i> izaziva srastanje lisnih nerava i poluvitalan muški gametofit a pronađen je u selekcionom materijalu uljane tikve golice.	Carle and Loy, 1996a Carle and Loy, 1996b
<i>Gb</i>	Zelena traka na unutrašnjoj strani osnove krunice. <i>Gb</i> potiče iz skalop tikve i dominantan je u odnosu na <i>gb</i> iz pravišje bez takvih traka.	Dutta and Nath, 1972
<i>gc</i>	Zelena boja krunice. <i>gc</i> određuje zelenu boju kruničnih listova čiji oblik podseća na list i sterilan cvet. Takvi krunični lističi su otkriveni na biljkama porekлом iz neprecizirane F2 populacije.	Superak, 1987
<i>gl-2</i>	Gladak, bez bodlji. <i>gl-2</i> je mutant porekлом iz pravošije.	Xiao and Loy, 2007

Gen	Svojstvo	Literatura
<i>Hr</i>	Tvrda kora ploda. <i>Hr</i> je za tvrdnu (odrvenelu) koru ploda kod ukrasne tikve, pravosije i cukinija, a <i>hr</i> za meku (neodrvenelu) koru ploda kod 'Small Sugar' i 'Sweet Potato' ('Delicata'). Komplementaran sa <i>Wt</i> genom za naboranu povrsinu ploda.	Mains, 1950 Schaffer et al., 1986
<i>I-mc</i> (<i>sinoni</i> <i>m: Imc</i>)	Inhibitor boje zrelog ploda. <i>I-mc</i> iz skalopa dominantan je u odnosu na <i>i-mc</i> koji uslovjava izostanak inhibicije.	Clayberg, 1992
<i>I-1</i> (<i>sinoni</i> <i>mi: c,</i> <i>St</i>)	Svetla boja ploda - 1. Kod <i>C. pepo</i> je zapažena serija od pet alela, koji, u komplementarnoj interakciji sa dominantnim <i>L-2</i> alelom, daju sledeći efekat: <i>L-1</i> poreklom od sorte 'Fordhook Zucchini' tamnu boju ploda ravnomernog intenziteta; <i>I-1^{BSt}</i> poreklom od 'Cocozelle' široke, paralelne, intenzivno tamne pruge; <i>I-1^s</i> poreklom od 'Caserta' uske, isprekidane, intenzivno tamne pruge; <i>I-1St</i> poreklom od tikvice sorte 'Beirut' nepravilne, intenzivno tamne pruge; <i>I-1</i> poreklom od 'Vegetable Spaghetti' svetlu boju ploda. Redosled dominacije: <i>L-1 > (I-1^{BSt} > I-1^s) > I-1St > I-1</i> . Kod <i>C. maxima</i> <i>L-1</i> je poreklom iz zapalito sorte 'La Germinadora' a <i>I-1</i> potiče iz selekcionog materijala zapalito tikve.	Globerson, 1969 Lopez-Anido et al., 2003 Paris, 2000a Paris, 2003 Paris, 2000b Paris and Nerson, 1986 Scarchuk, 1954 Shifriß, 1955
<i>I-2</i> (<i>sinoni</i> <i>m: r</i>)	Svetla boja ploda - 2. Serija od četiri alela nađenih u <i>C. pepo</i> , koji, u komplementarnoj interakciji sa dominantnim alelima na <i>I-1</i> lokusu, daje sledeće rezultate: <i>L-2</i> intenzivno tamnu boju ploda sa <i>L-1</i> genom iz sorte 'Fordhook Zucchini' i intenzivno tamne pruge na plodu sa <i>I-1^{BSt}</i> iz sorte 'Cocozelle'; alel <i>L-2^w</i> iz <i>C. pepo</i> subsp. fraterna ima odložen i slabiji efekat u odnosu na <i>L-2</i> ; <i>I-2^R</i> iz <i>C. pepo</i> subsp. <i>texana</i> 'Delicata' u kombinaciji sa bilo kojim alelom za prugavost na lokusa <i>I-1</i> kodira pruge koje su svetlijе od osnovne boje ploda, a u prisustvu <i>L-1</i> rezultira plod potpuno svelte boje; <i>I-2</i> poreklom od 'Vegetable Spaghetti' je za svetlu boju ploda. Redosled dominacije je sledeći: <i>L-2 > L-2^w > I-2</i> . Dominantni gen <i>L-2</i> je komplementaran sa genom <i>B</i> za intenzivno narandžastu, umesto svetlo žutu boju mesa ploda, a sa recessivnim genom <i>q</i> za intenzivnu spoljnu boju mladih plodova. Kod <i>C. maxima</i> <i>L-2</i> potiče od sorte 'La Germinadora', a <i>I-2</i> od varijeteta iz zapalito selekcionog materijala.	Globerson, 1969 Lopez-Anido et al., 2003 Paris, 1988 Paris, 2002a Paris, 2009 Paris and Burger, 1989 Paris and Nerson, 1986
<i>lt</i>	Lisnata rašljika. <i>lt</i> gen je za lisnatu rašljiku i nađen je kod ukrasne tikve.	Scarchuk, 1974
<i>ly</i>	Svetlo žuta krunica. <i>ly</i> je iz ukrasne tikve za svetlo žutu boju krunice i recesivan je u odnosu na <i>Ly</i> za tamno žutu boju krunice.	Scarchuk, 1974
<i>M</i>	"Flekav" list sa srebrnastim flekama u pazusima lisnih nerava. <i>M</i> za prisustvo "fleka" je dominantan u odnosu na <i>m</i> koji određuje odsustvo "fleka". Kod <i>C. pepo</i> <i>M</i> se može naći u sorti 'Caserta' i inibred liniji 'Striato d'Italia', a <i>m</i> u sortama 'Early Prolific Straightneck' i 'Early Yellow Crookneck'. Kod <i>C. maxima</i> <i>M</i> se može naći u sorti 'Zuni', a <i>m</i> u sortama 'Buttercup' i 'Golden Hubbard'. Kod <i>C. moschata</i> <i>M</i> je poreklom iz sorti 'Hercules' i 'Golden Cushaw'. Ovaj gen je donekle vezan sa genom <i>Wt</i> .	Coyne, 1970 Paris, 2002b Scarchuk, 1954 Scott and Riner, 1946

Gen	Svojstvo	Literatura
<i>mo-1</i>	Narandžasta boja zrelog ploda - 1. Komplementarni recessivni gen za gubitak zelene boje ploda pre sazrevanja. <i>Mo-1</i> potiče iz akorn tikve sorte 'Table Queen' a <i>mo-1</i> iz 'Vegetable Spaghetti'.	Paris, 1997
<i>mo-2</i>	Narandžasta boja zrelog ploda - 2. <i>mo-2</i> je komplementarni recessivni gen za gubitak zelene boje ploda pre sazrevanja. <i>Mo-2</i> potiče iz akorn tikve sorte 'Table Queen', a <i>mo-2</i> iz 'Vegetable Spaghetti'. Vezan sa D.	Paris, 1997
<i>ms-2</i> (<i>sinoni m:</i> <i>ms2</i>)	Muško sterilno - 2. Pod dejstvom <i>ms-2</i> muški cvetovi abortiraju. Do sterilnosti dolazi usled smežuranja androecijuma koji dobija smeđu boju. <i>ms-2</i> potiče od sorte 'Eskandarány" (PÍ 228241).	Eisa and Munger, 1968
<i>n</i> (<i>sinoni m: h</i>)	Golo seme. <i>n</i> je karakterističan za uljanu tikvu golicu i izaziva izostanak odrvenjavanja semenjače.	Grebenshikov, 1954a Schöniger, 1952 Zhou, 1987 Zraidi et al., 2003 Zraidi et al., 2007
<i>pl</i>	Jednobojna svetla boja ploda. <i>pl</i> je iz tikvice 'Beirut' i cukinija 'Fordhook Zucchini', a <i>Pl</i> iz tikvice 'Vegetable Spaghetti'.	Paris, 1992
<i>Pm-0</i>	Otpornost na pepelnici. <i>Pm-0</i> kodira otpornost na <i>Podosphaera xanthii</i> u <i>C. pepo</i> poreklom iz <i>C. okeechobeensis</i> .	Cohen et al., 2003 Jahn et al., 2002
<i>qi</i>	Intezifikator boje ploda. <i>qi</i> je recessivan u odnosi na <i>Qi</i> za neintenzivnu obojenost ploda i komplementaran je sa <i>L-2</i> za intenzivnu boju mladog ploda, sa malo ili nimalo uticaja na zrele plodove. <i>Qi</i> je poreklom iz 'Vegetable Spaghetti', a <i>qi</i> iz 'Jack O'Lantern' i kokocete 'Verte non-coureuse d'Italie'.	Paris, 2000b Paris, 2002c
<i>ro</i>	Rozetast list pri čemu su niži režnjevi lista malo spiralni. <i>ro</i> potiče iz jedne ukrasne tikve.	Mains, 1950
<i>s-2</i>	Sterilnost. Muški cvetovi su mali i bez polena a ženski cvetovi sterilni. <i>s-2</i> je mutant iz strejtnek selekcione linije otporne na pepelnicu.	Carle, 1997
<i>Ses-B</i>	Selektivno potiskivanje gena <i>B</i> . Sprečava rano žućenje listova koje uzrokuje gen <i>B</i> . <i>Ses-B</i> je iz prošije inbred linije i dominantan je u odnosu na <i>ses-B</i> iz sorte 'Jersey Golden Acorn'.	Shiffriss, 1982
<i>sl</i>	Srebrna boja lista. <i>sl</i> je recessivan prema <i>Sl</i> koji izaziva srebrnu boju lista. Kod <i>C. pepo Sl</i> potiče iz cukinija "Black Beauty", a <i>sl</i> iz oplemenjačke linije 'Zuc76'. Kod <i>C. moschata Sl</i> potiče iz sorte "Soler", a <i>sl</i> iz <i>Pi 162889</i> .	Gonzalez-Roman and Wessel-Beaver, 2002 Young and Kabelka, 2009
<i>slc</i>	Otpornost na virus uvijanja lista bundeve (Squash leaf curl virus). Poreklom iz <i>C. moschata</i> .	Montes-Garcia et al., 1998
<i>sp</i>	Meso nalik na špagete. Kuvanjem se meso raspada u rezance.	Mazurek and Niemirowicz-Szczytt, 1992
<i>W</i>	Slaba obojenost zrelog ploda. <i>W</i> izaziva slabu obojenost zrelog ploda, potiče od sklop tikve i dominantan je u odnosu na <i>w</i> koji izaziva intenzivnu obojenost zrelog ploda. Komplementaran sa <i>Wf</i> za belu boju površine ploda.	Paris, 1995 Shiffriss, 1955 Sinnott and Durham, 1922

Gen	Svojstvo	Literatura
<i>Wf</i>	Belo meso ploda. <i>Wf</i> za belu boju mesa ploda je dominantan u odnosu na <i>wf</i> za obojeno meso ploda. <i>Wf</i> potiče iz skalop tikve, a <i>wf</i> iz pravošije. <i>Wf</i> je komplementaran sa <i>W</i> za belu boju površine ploda.	Dutta and Nath, 1972 Paris, 1995 Sinnott and Durham, 1922
<i>Wt</i>	Naborana površina ploda. <i>Wt</i> za naboranu površinu ploda je dominantan u odnosu na <i>wt</i> za glatkou površinu ploda. Komplementaran sa <i>Hr</i> što dovodi do naborane površine ploda samo u prisustvu dominantnog <i>Hr</i> alela. <i>Wt</i> je iz pravošije, krivošije i sorte 'Delicata', a <i>wt</i> potiče iz cukinija, kokocèle, i sorte 'Small Sugar'. Slabo vezan sa <i>M</i> .	Paris, 2002b Robinson and Paris, 2000 Sinnott and Durham, 1922
<i>Y</i>	Žuta boja ploda. <i>Y</i> za žutu boju poluzrelog ploda potiče iz pravošije i krivošije, <i>y</i> je za zelenu boju poluzrelog ploda poreklom iz tikvice, ukrasne tikve i kokocèle.	Paris et al., 2004 Scarchuk, 1954 Shifriß, 1947 Shifriß, 1955 Sinnott and Durham, 1922
<i>Ygp</i>	Žuto-zelena boja placente. <i>Ygp</i> je dominantan u odnosu na <i>ygp</i> za žutu boju placente. <i>Ygp</i> je iz skalop tikve, a <i>ygp</i> iz pravošije.	Dutta and Nath, 1972
<i>ys</i>	Žuta boja ponika. Letalan nedostatak hlorofila.	Mains, 1950
<i>Zym-1</i>	Otpornost na virus žutog mozaika cukinija - 1. <i>Zym-1</i> je iz <i>C. moschata</i> sorte 'Menina' i dominantan je u odnosu na <i>zym-1</i> iz sorte 'Waltham Butternut', koji nosi osetljivost kod <i>C. moschata</i> . <i>Zym-1</i> je iz <i>C. moschata</i> odakle je povratnim ukrštanjem prenesen u <i>C. pepo</i> sortu cukinija 'True French'. U <i>C. pepo</i> ovaj gen daje otpornost putem komplementarne interakcije sa genima <i>Zym-2</i> i <i>Zym-3</i> . <i>Zym-1</i> je ili vezan sa <i>Wmv</i> ili prenosi i otpornost na virus mozaika lubenice.	Fulks et al., 1979 Pachner and Lelley, 2004 Paris and Cohen, 2000 Paris et al., 1988
<i>Zym-2</i>	Otpornost na virus žutog mozaika cukinija - 2. <i>Zym-2</i> potiče iz <i>C. moschata</i> sorte 'Menina', daje otpornost i dominantan je u odnosu na <i>zym-2</i> za osetljivost iz sorte cukinija 'True French'. Komplementaran je sa <i>Zym-1</i> . <i>Zym-2</i> je iz <i>C. moschata</i> unet u skoro-izogenu liniju <i>C. pepo</i> sorte 'True French'.	Paris and Cohen, 2000
<i>Zym-3</i>	Otpornost na virus žutog mozaika cukinija - 3. <i>Zym-3</i> potiče iz <i>C. moschata</i> sorte 'Menina', daje otpornost i dominantan je u odnosu na <i>zym-3</i> za osetljivost iz sorte cukinija 'True French'. Komplementaran je sa <i>Zym-1</i> . <i>Zym-3</i> je iz <i>C. moschata</i> unet u skoro-izogenu liniju <i>C. pepo</i> sorte 'True French'.	Paris and Cohen, 2000

U ovom radu detaljnije se razmatra genetika izgleda semenjače, habitusa biljke i genetika otpornosti na bolesti i muške sterilnosti uljane tikve.

Genetika izgleda semenjače

Način nasleđivanja izgleda semenjače uljane tikve proučavali su razni autori (Heinisch and Ruthenberg,

1951; Schoeniger, 1950; Schöniger, 1952, 1955; Grebenščikov, 1954a; Prym von Becherer, 1955 itd.). Zraidi et al. (2004) su zaključili da je brojčani odnos cepanja čvrste semenjače u odnosu na različite tipove golice 3:1, što ukazuje na prisustvo samo jednog gena sa dva alela. Schoeniger (1950) je major gen za izgled semenjače označila sa *H/h*, što je prihvatio i

Grebenshikov (1954a). U homozigotnom (*HH*) i heterozigotnom (*Hh*) stanju ovog gena obrazuje se čvrsta semenjača, koju su Lelley et al. (2009) opisali kao Tip 1. Genotip *hh* rezultira fenotipove sa različitom stepenom rezidualnog odrvenjavanja kao i pravu golicu (Tip 2, 3, i 4). Zhou (1987) je ukrštanjem muskatne tikve čvrste semenjače sa golosemenom formom muskatne tikve našao odnos cepanja 3:1, što je bio dokaz o monogenom dominantnom nasleđivanju čvrste u odnosu na meku semenjaču i kod *C. moschata*.

Različit stepen rezidualnog odrvenjavanja većina autora tumači postojanjem, pored pomenutog major gena *H/h*, dodatnim drugim genom, modifikator genom (Schöniger, 1952; 1955; Grebenščikov, 1954a; Stuart, 1983), ili multigenim nasleđivanjem (Mudra and Neumann, 1952; Teppner, 2000; 2004). Schöniger (1955) je pojavu rezidualnog odrvenjavanja objašnjavala prisustvom još jednog epistatičnog gena *N/n*, čiji efekat nije vidljiv u prisustvu major gena u dominantnom (*HH*) stanju. Na listi gena *C. pepo* Paris and Brown (2005) (tab. 5), ova dva gena, *H/h* i *N/n*, su prikazani kao sinonimi za isti gen, što u izvornoj literaturi nije slučaj. Proučavanja Zraidi et al. (2004) dovela su do zaključka da bi Schöniger-ov pretpostavljeni drugi gen sa epistatičnim efektom zaista mogao biti odgovoran za rezidualno odrvenjavanje kod genotipova uljane tikve koji su homozigotno recesivni (*hh*) za major gen za odrvenjavanje. Razlog zbog kojeg još uvek nije na opšteprihvaćen način razjašnjena genetska osnova rezidualnog odrvenjavanja, Stuart (1983) navodi sezonske razlike u fenotipu semenjače i fenotipsku

varijaciju u pogledu ovog svojstva, između plodova iste sorte u istim uslovima spoljne sredine. Prym von Becherer (1955) se opredelio za 2-3 glavna gena i nekoliko modifikatora za izgled semenjače. Teppner (2000) je posmatranjem potomstva raznih ukrštanja registrovao široku lepezu jačine i forme odrvenjavanja semenjače. Po njegovoj oceni, mogući broj gena koji učestvuju u nasleđivanju izgleda semenjače je 6 do 9, sa po najmanje dva alela za svaki gen. Pod takvim okolnostima, postoji praktično neograničen broj mogućih kombinacija alela, koje će dovesti do ekspresije najrazličitijih fenotipova semenjače. Iz toga je izveo zaključak da je pojava prave golice, poput one poreklom iz Štajerske s kraja XIX veka, zapravo jedinstveni događaj koji se verovatno nije dešavao ni pre ni posle toga nigde u svetu. Osim toga, za otkrivanje nekog uspešnog mutanta potrebno je prisustvo čoveka koji će prepoznati njegovu korisnost, izolovali, održavati i koristiti ga, pošto će „u suprotnom recessivna karakteristika golice ponovo potonuti u okeanu čvrste semenjače“. On takođe smatra, da je i nastanak polugolice retka pojava, i da se to po njegovom saznanju desilo samo jednom u Gruziji. Iz prakse je, međutim, poznato da polugolica nastaje i biva otkrivena češće i svuda, gde god se *C. pepo* gaji za proizvodnju semena.

Za potrebe praktičnog implementovanja uljane tikve golice, sasvim je zadovoljavajuća teorija o monogenom načinu nasleđivanja izgleda semenjače, ali je egzaktan način nasleđivanja ovog svojstva, verovatno ipak komplikovaniji od monogenske teorije.

Imajući u vidu da kod nekih predstavnika familije Cucurbitaceae (npr. *Sechium* sp.) ne dolazi do odrvenjavanja semenjače, Heinisch and Ruthenberg (1951) su, polazeći od zakona homolognih serija u variranju svojstva (Vavilov: „Vrste i rodovi koji su genetski bliski karakterišu se sličnom serijom naslednih varijacija sa takvom pravilnošću da poznavanjem serije formi unutar jedne vrste možemo predvideti pojavu paralelne forme kod druge vrste ili roda. Ukoliko su vrste bliže veća je sličnost serije varijacija”) predvideli da će se pre ili kasnije, slično *C. pepo*, i kod drugih vrsta iz roda *Cucurbita* otkriti odsustvo odrvenjavanja semenjače (tj. „golo” seme). To se zaista i desilo kod *C. maxima*, kod koje je opisana pojava „golog” semena a Zhou (1987) izveštava o sličnom prirodnom mutantu kod muskatne tikve u Kini (linija ’No. 6518’, koja je kasnije nazvana ’Zhou’), za koju Lelley et al. (2009) smatraju da poseduje identične alele za izgled semenjače kao uljane tikva golica vrste *C. pepo*.

Genetika habitusa biljke

Po Buchinger (1948a) puzavo stablo se nasleđuje monogeno dominantno u odnosu na bokorast tip rasta. Grebenčikov (1954b) je opisao obrnutu situaciju, tj. da je bokorast tip rasta dominantan. Nath (1965) je proučavao genetičku osnovu tipa rasta stabla kod nekoliko sorti koje pripadaju vrsti *C. pepo*. Ova istraživanja nisu obuhvatila uljanu tikvu, ali se rezultati, s obzirom da se radi o istoj vrsti, mogu primeniti i na uljanu tikvu. Prema ovim istraživanjima habitus biljke se nasleđuje monogeno, puzavo stablo je dominantno u odnosu na bokorast tip rasta, ali se

puna dominacija ispoljava tek u drugom delu vegetacionog perioda. Prema saznanju Decker-Walters and Munger (1963), F₁ biljke iz ukrštanja bokorasto x puzavo na početku vegetacije su polubokoraste, ali na kraju vegetacije pokazuju fenotip puzavog stabla. Ova pojava promene pravca dominacije je nazvana preokret dominacije tokom razvića (developmental reversal of dominance) (Shiffriss, 1947). U svetu preokreta dominacije tokom razvića može se zaključiti, da je kod *C. pepo* u početku rasta alel za bokorast tip rasta skoro potpuno dominantan nad alelom za puzavo stablo ali postaje nekompletno dominantan u drugom delu vegetacije.

Genetika otpornosti uljane tikve na bolesti

U vrsti *C. moschata* otkriveno je nekoliko vrsta otpornosti koje su interesantne za oplemenjivanje uljane tikve zbog otpornosti na virozna oboljenja. Provvidenti (1997) je identifikovao tolerantnost prema ZYMV kod *C. moschata* sorte ’Nigerian Local’. Otpornost prema ZYMV poseduje i lokalna sorta *C. moschata* ’Menina’ poreklom iz Portugalije (Paris and Cohen, 2000). Sorta *C. moschata* ’Soler’ poreklom iz Portorika pored otpornosti na CYMV poseduje i otpornost prema pepelnici (Lelley et al., 2009).

Shiffriss and Cohen (1974) su interspecijes hibridizacijom iz *C. moschata* sorte ’Puerto Rico’ preneli gen otpornosti prema CVM u *C. pepo*. Pachner and Lelley (2004; 2009) su iz sorti *C. moschata* ’Nigerian Local’, ’Menina’ i ’Soler’, korišćenjem genetičkog mosta *C. moschata* x cukini, ugradili, tj. piramidovali 5 različitih

tipova rezistentnosti, odnosno gena za otpornost prema ZYMV u istom selekcionom materijalu uljane tikve golice.

Ponekad je direktno međuvrsno ukrštanje nemoguće izvesti, pa se u takvim slučajevima pribegava korišćenju tzv. genetičkog mosta. Primer genetičkog mosta je spomenut u slučaju ukrštanja *C. moschata* sa cukinijem, pa je tek potomstvo genetičkog mosta poslužio za dalje unošenje poželjnih gena u uljanu tikvu golicu. Tolerantnost prema pepelnici je iz divlje vrste *C. okeechobeensis* u *C. pepo* preneta korišćenjem genetičkog mosta *C. okeechobeensis* x *C. moschata* i tek je sa potmostvom ovog ukrštanja moglo uspešno da se ukrsti *C. pepo* (Robinson and Decker-Walters, 1997).

Genetika muške sterilnosti uljane tikve

Ganapathy and Habib (1969) su iz genetički muško sterilne linije *C. maxima* 'Marble head' (otkrivene na selekcionom polju Asgrow Seed Company, California, SAD, 1965. godine) povratnim ukrštanjima preneli gen za mušku sterilnost u *C. pepo*. Eisa and Munger (1968) izveštavaju o pojavi muške sterilnosti kod sorte *C. pepo* 'Eskandarany' u Egiptu 1961. godine, koja je preneta u SAD pod brojem PI 228241 i utvrđeno je da se muška sterilnost nasleđuje monogeno recessivno (*ms2/ms2*). Ovaj tip muške sterilnosti je u okviru programa oplemenjivanja uljane tikve golice povratnim ukrštanjem unet u selekcioni materijal Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu (sl. 3) (Berenji, neobjavljeni podaci).

Otkriće muške sterilnosti kod *C. pepo* (Eisa and Munger, 1968) nagoštavao je napredak u proizvodnji

hibridnog semena, ali se kasnije ispostavilo da slično ručnom odstranjivanju muških cvetova sa majčinske linije F₁ hibrida, i ova metoda prilično komplikovan način proizvodnje F₁ hibridnog semena (Berenji, 1986; 2008). Naime, metoda proizvodnje F₁ hibridnog semena na bazi genetičke muške sterilnosti, se bazira na odstranjivanju 50% fertilnih biljaka iz majčinske komponente hibrida a hibridno seme se dobija na preostalih 50% muško sterilnih biljaka, koje se oprasuju polenom poreklom sa linije oprasivača hibrida (Ganapathy and Habib, 1969).

Slika 3. Fertilan (levo) i genetički muško sterilan muški cvet (desno) uljane tikve golice

Figure 3. Fertile (left) and genetic male sterile male flower (right) of naked seeded oil pumpkin



Zaključak

Od tikava gajenih na prostorima jugoistočne Evrope (tab. 1) najraširenija vrsta je obična tikva (*C. pepo*). Uljana tikva je varijetet obične tikve. Lista publikovanih gena za *C. pepo* navedena je u tab. 2. Ovi geni su od velikog interesa za razumevanje načina nasleđivanja raznih svojstva u oplemenjivanju uljane tikve. Za potrebe praktičnog oplemenjivanja

uljane tikve golice, sasvim je zadovoljavajuća teorija o monogenom načinu nasleđivanja izgleda semeњaće (sl. 2), ali je egzaktan način nasleđivanja ovog svojstva verovatno ipak komplikovaniji od monogenske teorije. U svetu preokreta dominacije tokom razvića može se zaključiti, da je kod *C. pepo* u početku rasta alel za bokorast tip rasta skoro potpuno dominantan nad alelom za puzavo stablo ali postaje nekompletno dominantan u drugom delu vegetacije (sl. 1). U vrsti *C. moschata* otkriveno je nekoliko vrsta otpornosti koje su

interesantne za oplemenjivanje uljane tikve zbog otpornosti na virozna oboljenja. Otkriće muške sterilnosti kod *C. pepo* nagoveštavao je napredak u proizvodnji hibridnog semena, ali se kasnije ispostavilo da slično ručnom odstranjivanju muških cvetova sa majčinske linije F₁ hibrida, i ova metoda prilično komplikovan način proizvodnje F₁ hibridnog semena. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad izvršeno je prenošenje gena za mušku, sterilnost u nekoliko genotipova uljane tikve golice (sl. 3).

LITERATURA

- ANDRESTC (2000). A Bibliography of the Oil Pumpkin (*Cucurbita pepo*). Cucurbit Genetics Cooperative Report 23:129-135.
- BERENJI J (1986). Hibridna snaga kod uljane tikve-golice, *Cucurbita pepo* L. Uljarstvo 23(3-4): 79-85.
- BERENJI J (1989). Ciljevi oplemenjivanja uljane tikve, *Cucurbita pepo* L. Zbornik radova Savetovanje proizvodjača biljnih ulja i masti Jugoslavije, Beograd, p. 134-145.
- BERENJI J (1992). Tikve. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje 23-24 (64-65): 86-89.
- BERENJI J (1999). Tikve - hrana, lek i ukras. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 31: 63-75.
- BERENJI J (2000). Breeding, production, and utilization of oil pumpkin in Yugoslavia. Cucurbit Genetics Cooperative Report 23: 105-109.
- BERENJI J (2006). Savremena proizvodnja uljane tikve. Zbornik radova "47. Savetovanje industrije ulja Proizvodnja i prerada uljarica", p. 161-167, Herceg Novi.
- BERENJI J (2007). Hemiska, nutritivna i farmakološka vrednost uljane tikve-golice (*Cucurbita pepo* L.). Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad 43: 149-159.
- BERENJI J (2008). Hybrid vigor of naked seeded oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Abstracts of the Second Joint PSU-UNS International Conference On BioScience: Food, Agriculture and Environment, p. 32, Novi Sad.
- BERENJI J (2010). Uljana tikva i njena proizvodnja. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad.
- BERENJI J, SIKORA V, VASIĆ R, IKIĆ I (2009). Hemiska, nutritivna i farmakološka svojstva ulja (*Oleum cucurbitae*) i zrna (*Cucurbitae semen*) uljane tikve-golice (*Cucurbita pepo* L.). 16. naučnostručni skup "Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja", p. 5-6, Bački Petrovac.
- BERÉNYI J, KARLOVITS GY (1995). Az olajtök származása, rendszertana és alaktana. Olaj, szappan, kozmetika 44(2): 54-59.

- BUCHINGER A (1948a). Der Steirische, schalenlose, langtriebige Ölkürbis. Die Bodenkultur (Wien) 4: 217-226.
- CARLE RB (1997). Bisex sterility governed by a single recessive gene in *Cucurbita pepo*. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 20: 46-47.
- CARLE RB, LOY JB (1996a). Genetic analysis of the fused vein trait in *Cucurbita pepo* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 13-17.
- CARLE RB, LOY JB (1996b). Fused vein trait in *Cucurbita pepo* L. associated with subvitality of the male gametophyte. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 18-22.
- CLAYBERG CD (1992). Reinterpretation of fruit color inheritance in *Cucurbita pepo* L. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 15: 90-92.
- COHEN R, HANAN A, PARIS HS (2003). Single-gene resistance to powdery mildew in zucchini squash (*Cucurbita pepo*). Euphytica 130: 433-441.
- COYNE DP (1970). Inheritance of mottled-leaf in *Cucurbita moschata* Poir. HortScience 5: 226-227.
- DECKER-WALTERS D, MUNGER HM (1963). Morphology of the bush and vine habits and the allelism of the bush genes in *Cucurbita maxima* and *C. pepo* squash. Proc Am Soc Hortic Sci 82: 370-377.
- DUTTA LP, NATH P (1972). Inheritance of flower and fruit characters in squash, *Cucurbita pepo* L. 3rd Intl. Symp. Sub-Trop. Trop. Hort., pp. 69-74.
- EISA HM, MUNGER HM (1968). Male sterility in *Cucurbita pepo*. Proc Am Soc Hortic Sci 92: 473-479.
- ENGLISH J (1985). Naked pumpkin seeds. Natl Gardening, November, p. 6-8.
- FULKS BK, SCHEERENS JC, BEMIS WP (1979). Sex expression in *Cucurbita foetidissima* HBK. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 2: 36.
- GANAPATHY MC, HABIB AF (1969). Male sterility in squash (*Cucurbita pepo* L.). The Mysore Journal of Agricultural Sciences 3: 339-342.
- GLOBERSON D (1969). The inheritance of white fruit and stem color in summer squash, *Cucurbita pepo* L. Euphytica 18: 249-255.
- GONZALEZ-ROMAN M, WESSEL-BEAVER L (2002). Resistance to silverleaf disorder is controlled by a single recessive gene in *Cucurbita moschata* Duchesne. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 25: 49-50.
- GREBENŠČIKOV I (1954a). Zur Vererbung der Dünnschaligkeit bei *Cucurbita pepo* L. Züchter 24: 162-166.
- GREBENŠČIKOV I (1954b). Notulae cucurbitologicae I. Zur Vererbung der Bitterkeit und Kurztriebigkeit bei *Cucurbita pepo* L. Kulturpflanze 2: 145-154.
- GREBENŠČIKOV I (1955). Notulae cucurbitologicae II. Über *Cucurbita texana* A. Gr. und ihre Kreuzung mit einer hochgezüchteten *C. pepo*-Form. Kulturpflanze 3: 50-59.
- GREBENŠČIKOV I (1958). Notulae cucurbitologicae III. Kulturpflanze 6: 38-60.
- HEINISCH O, RUTHENBERG M (1951). Die Bedeutung der Samenschale für die Züchtung des Ölkürbis. Z Pflanzenzüchtung 290: 159-174.
- JAHN M, MUNGER HM, MCCREIGHT JD (2002). Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. In: R.R. Bélanger, W.R. Bushnell, A.J. Dik, and T.L.W. Carver, Eds., The powdery mildews, a comprehensive treatise, pp. 239-248. American

- Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- KARLOVIĆ Đ, BERENJI J, RECSEG K, KŐVÁRI K (2001). Savremeni pristup uljanoj tikvi (*Cucurbita pepo* L.) sa posebnim osvrtom na tikvino ulje (*Oleaum cucurbitae*). Zbornik radova 42. Savetovanja industrije ulja "Proizvodnja i prerada uljarica", p. 177-182, Herceg Novi.
- KUBICKI B (1970). Androecious strains of *Cucurbita pepo* L. Genet. Polon. 11: 45-51.
- LELLEY T, LOY B, MURKOVIC M (2009). Hull-Less Oil Seed Pumpkin. In: J Vollmann and I Rajcan (eds.): Oil Crops, Handbook of Plant Breeding 4, Springer Science + Business Media, LLC.
- LOPEZ-ANIDO F, CRAVEROV, ASPRELLI P, COINTRY E, FIRPO I, GARCIA SM (2003). Inheritance of immature fruit color in *Cucurbita maxima* var. Zapallito (Carričre) Millan. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 26: 48-50.
- MAINS EB (1950). Inheritance in *Cucurbita pepo*. Papers Mich. Acad. Sci. Arts Letters 36: 27-30.
- MANZANO S, DOMINGUEZ VJ, GARRIDO D, GOMEZ P, JAMILENA M (2008). A recessive gene conferring ethylene insensitivity and androecy in *Cucurbita pepo*. In: M. Pitrat, ed. Proc. Cucurbitaceae 2008: the 9th Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding, pp. 563-567.
- MAZUREK Z, NIEMIROWICZ-SZCZYT K (1992). Inheritance of spaghetti traits in *Cucurbita pepo*. In: R.W. Doruchowski, E. Kozik, and K. Niemirowicz-Szczytt, eds. Proc. Cucurbitaceae '92: the 5th Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding, pp. 70-74.
- MONTES-GARCIA CE, GARZA-ORTEGA S, BROWN JK (1998). Inheritance of the resistance to squash leaf curl virus in *Cucurbita pepo* L. In: J.D. McCreight, ed. Cucurbitaceae '98: Evaluation and Enhancement of Cucurbit Germplasm. A.S.H.S., Alexandria, Virginia, pp. 328-330.
- MUDRA A, NEUMANN D (1952). Probleme und Ergebnisse der Münchener Ölkürbiszüchtung. Züchter 22: 99-105.
- NATH P (1965). Genetic basis of growth habit in *Cucurbita pepo* L. Indian Journal of Horticulture 22: 69-71.
- PACHNER M, LELLEY T (2004). Different genes for resistance to zucchini yellow (ZYMV). In: A Lebeda and HS Paris (eds.): Proc Cucurbitaceae 2004. Palacký Univ Olomouc, Czech Republic, p. 237-243.
- PACHNER M, LELLEY T (2009). Pyramiding von Resistenzgenen gegen das Zucchini Gelbmosaikvirus in Ölkürbis (*Cucurbita pepo*). 59. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2008, Gumpenstein, p. 81-84.
- PARIS HS (1988). Complementary genes for orange fruit flesh color in *Cucurbita pepo*. HortScience 23: 601-603.
- PARIS HS (1992). A recessive, hypostatic gene for plain light fruit coloration in *Cucurbita pepo*. Euphytica 60: 15-20.
- PARIS HS (1995). The dominant Wf (white flesh) allele is necessary for expression of "white" mature fruit color in *Cucurbita pepo*. In: G Lester and J Dunlap (eds.): Cucurbitaceae '94, pp. 219-220. Gateway, Edinburg, TX U.S.A.
- PARIS HS (1996). Multiple allelism at the D locus in squash. J. Hered. 87: 391-395.

- PARIS HS (1997). Genes for developmental fruit coloration of acorn squash. *J. Hered.* 88: 52–56.
- PARIS HS (2000a). Gene for broad, contiguous dark stripes in cocozelle squash. *Euphytica* 115: 191–196.
- PARIS HS (2000b). Quiescent intense (qi): a gene that affects young but not mature fruit color intensity in *Cucurbita pepo*. *J. Hered.* 91: 333–339.
- PARIS HS (2000c). Segregation distortion in *Cucurbita pepo*. In: N Katzir and HS Paris (eds.): Proceedings of Cucurbitaceae 2000. *Acta Hort.* 510: 199–202.
- PARIS HS (2000d). History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Horticultural Reviews* 25(2001): 71–170.
- PARIS HS (2002a). Multiple allelism at a major locus affecting fruit coloration in *Cucurbita pepo*. *Euphytica* 125: 149–153.
- PARIS HS (2002b). No segregation distortion in intersubspecific crosses in *Cucurbita pepo*. *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 25: 43–45.
- PARIS HS (2003). Genetic control of irregular striping, a new phenotype in *Cucurbita pepo*. *Euphytica* 129: 119–126.
- PARIS HS (2009). Genes for “reverse” fruit striping in squash (*Cucurbita pepo*). *J. Hered.* 100: 371–379.
- PARIS HS, NERSON H (1986). Genes for intense pigmentation of squash. *J. Hered.* 77: 403–409.
- PARIS HS, BROWN RN (2005). The genes of pumpkin and squash. *HortScience* 40: 1620–1630.
- PARIS HS, BURGER Y (1989). Complementary genes for fruit striping in summer squash. *J. Hered.* 80: 490–493.
- PARIS HS, COHEN S (2000). Oligogenic inheritance for resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Cucurbita pepo*. *Ann Appl Biol* 136: 209–214.
- PARIS HS, COHEN S, BURGER Y, YOSEPH R (1988). Single gene resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Cucurbita moschata*. *Euphytica* 37: 27–29.
- PARIS HS, HANAN A, BAUM-KOLER F (2004). Assortment of five gene loci in *Cucurbita pepo*. In: A Lebeda and HS Paris (eds.): Proceedings of Cucurbitaceae 2004, pp. 389–394.. Palacký Univ., Olomouc, Czech Republic.
- PARIS HS, KABELKA E (2008/2009). Gene List for Cucurbita species, 2009. Cucurbit Genetics Cooperative Report 31/32: 44–69.
- PARIS HS, NERSON H, BURGER Y (1985). Precocious PI 165561 and Precocious PI 165561R pumpkin breeding lines. *HortScience* 20: 778–779.
- PARIS HS, YONASH N, PORTNOY V, MOZES-DAUBE N, TZURI G, KATZIR N (2003). Assessment of genetic relationships in *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) using DNA markers. *Theor Appl Genet* 106: 971–978.
- PIPERNO DR, STOTHERT KE (2003). Phytolith evidence for early holocene *Cucurbita domestication* in southwest Ecuador. *Science* 299: 1054–1057.
- PROVVIDENTI R (1997). New American summer squash cultivars possessing a high level of resistance to strains of zucchini yellow mosaic virus from China. *Cucurbit Genet Coop Rep* 20: 57–58.
- PRYM VON BECHERER L (1955). Untersuchungen zur Anatomie und zum Erbverhalten der Samenschale von *Cucurbita maxima* DUCH. und *Cucurbita pepo* L. *Züchter* 25: 1–14.

- ROBINSON RW, DECKER-WALTERS DS (1997). *Cucurbits*. CAB International, New York.
- ROBINSON RW, MUNGER HM, WHITAKER TW, BOHN GW (1976) Genes of the Cucurbitaceae. *HortScience* 11(6): 554-568.
- ROBINSON RW, PARIS HS (2000). Cucurbita gene list update - 2000. *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 23: 137-138.
- SABO A, BERENJI J, KIŠGECI J (2000). Oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) as a medicinal plant. Book of Abstracts of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast Europe Countries, p. 44, Arandjelovac.
- SCARCHUK J (1954). Fruit and leaf characters in summer squash. *Heredity* 45: 295-297.
- SCARCHUK J (1974). Inheritance of light yellow corolla and leafy tendrils in gourd (*Cucurbita pepo* var. *ovifera* Alef.). *HortScience* 9: 464.
- SCHAFFER AA, BOYER CD (1984). The influence of gene B on fruit development in *Cucurbita pepo*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 432-437.
- SCHAFFER AA, BOYER CD, PARIS HS (1986). Inheritance of rind lignification and warts in *Cucurbita pepo* L. and a role for phenylalanine ammonia lyase in their control. *Z. Pflanzenzüchtg.* 96: 147-153
- SCHMIDT KH, GAISSMAIER M (1983). Zur Wirkung des Kürbis (*Cucurbita pepo* L.) bei der benignen Prostatahyperplasie. *Zeitschrift für Phytotherapie* 4(5): 659-662.
- SCHOENIGER G (1950). Genetische Untersuchungen an *Cucurbita pepo*. *Züchter* 20(11-12): 321-336.
- SCHÖNIGER G (1952). Vorläufige Mitteilung über das Verhalten der Testa- und Farbgene bei verschiedenen Kreuzungen innerhalb der Kürbisart *Cucurbita pepo* L. *Züchter* 22: 316-337.
- SCHÖNIGER G (1955). Beobachtungen zur Vererbung gewisser Testaeigenschaften bei *Cucurbita pepo* L. *Züchter* 25: 86-89.
- SCOTT DH, RINER ME (1946). Inheritance of male sterility in winter squash. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47: 375-377.
- SHARMA GC, HALL CV (1971). Cucurbitacin B and total sugar inheritance in *Cucurbita pepo* related to spotted cucumber beetle feeding. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 750-754.
- SHIFRISS C, COHEN S (1974). An evaluation of F₂ populations from a cross between *Cucurbita pepo* L. and *C. moschata* Dutch. for resistance to Cucumber Mosaic Virus. *Euphytica* 23: 333-336.
- SHIFRISS O (1947). Developmental reversal of dominance in *Cucurbita pepo*. *Proc Am Soc Hort Sci* 50: 330-346.
- SHIFRISS O (1955). Genetics and the origin of bicolor gourds. *J Heredity* 46: 213-222.
- SHIFRISS O (1981). Origin, expression, and significance of gene B in *Cucurbita pepo* L. *J Amer Soc Hort Sci* 106: 220-232.
- SHIFRISS O (1982). Identification of a selective suppressor gene in *Cucurbita pepo* L. *HortScience* 17: 637-638.
- SHIFRISS O, PARIS HS (1981). Identification of modifier genes affecting the extent of precocious fruit pigmentation in *Cucurbita pepo* L. *J Amer Soc Hort Sci* 106: 653-660.
- SINNOTT EW, DURHAM GB (1922). Inheritance in the summer squash. *J Hered* 13: 177-186.
- STUART SG (1983). Comparative biochemical antigenetic studies of testa development in normal and hull-less phenotypes of pumpkin (*Cucurbita*

- pepo* L.). Ph.D Thesis, Univ. New Hampshire, Durham.
- SUPERAK TH (1987). A green corolla mutant in *Cucurbita pepo*. *Cucurbit Genet Coop Rep* 10: 103.
- TEPPNER RH (2000). *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) – History, seed coat types, thin coated seeds, and their genetics. *Phyton* 40: 1–42.
- TEPPNER RH (2004). Notes on *Lagenaria* and *Cucurbita* (Cucurbitaceae) - review and new contributions. *Phyton* (Horn, Austria) 44 (2): 245–308
- WHITAKER TW (1932). Fertile gourd-pumpkin hybrids. *J Hered* 23: 427–430.
- WHITAKER TW (1947). *Cucurbita*. In: RC King (ed.) *Handbook of genetics*. Vol. 2. Plenum press, New York, p. 135–144.
- WHITAKER TW AND BOHN GW (1950). The Taxonomy, Genetics, Production and Uses of the Cultivated Species of *Cucurbita*. *Econ Botany* 4(1): 52–81
- WHITAKER TW, CARTER GF (1946). Notes on the origin and domestication of the cultivated species of *Cucurbita*. *Am Jour Bot* 33: 10–15.
- WILSON HD, DOEBLEY J, DUVALL M (1992). Chloroplast DNA diversity among wild and cultivated members of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). *Theor Appl Genetics* 84: 859–865.
- WU T, ZHOU J, ZHANG Y, CAO J (2007). Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). *Sci Hort* 114: 1–4.
- XIAO Q, LOY JB (2007). Inheritance and characterization of a glabrous trait in summer squash. *J Amer Soc Hort Sci* 132: 327–333.
- YOUNG K, KABELKA EA (2009). Characterization of resistance to squash silverleaf disorder in summer squash. *HortScience* 44: 1213–1214.
- ZHOU XL (1987). A study on the breeding of naked kernel pumpkin and its genetic behavior. *Acta Hort Sinica* 14: 114–118 (in Chinese with English abstract).
- ZRAIDI A, PACHNER M, LELLEY T (2004). On the genetics and histology of the hull-less character of Styrian Oil-pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Cucurbit Genet Coop Rep* 26: 57–61.
- ZRAIDI A, STIFT G, PACHNER M, SHOJAEIYAN A, GONG L, LELLEY T (2007). A consensus map for *Cucurbita pepo*. *Mol Breed* 20: 375–388.
- ZRAIDI, A., M. PACHNER, T. LELLEY, AND R. OBERMAYER. 2003. On the genetics and histology of the hull-less character of Styrian oil-pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 26: 57–61.

GENETICS OF OIL PUMPKIN, *Cucurbita pepo* L.

BERENJI J.

SUMMARY

Oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) belongs to alternative crops grown for seeds and high quality seed oil. One of the basic prerequisites of successful production of oil pumpkin is the proper choice of cultivar. The genetics of different traits of oil pumpkin represents the basis for breeding of new cultivars of oil pumpkin. Of special interest for oil pumpkin breeding are the genetics of seed-coat, plant growth type, resistance to diseases and genetic basis of male sterility. For practical breeding of oil pumpkin the theory of monigenic inheritance of seedcoat is quite satisfactory. In light of the theory of developmental reversal of dominance, it may be concluded for *C. pepo* that the bush type of growth is almost completely dominant over the vine habit at the beginning of plant growth, becoming incompletely dominant in the second part of the season. In *C. moschata* several resistancy genes of interest in oil pumpkin breeding for virus resistance were discovered. Male sterility, which was transferred to different genotypes of nakedseeded oil pumpkin has potential for production of F₁ hybrid seed. In addition to traits mentioned above, other genes of interest for genetics and breeding of oil pumpkin are also mentioned in this paper.