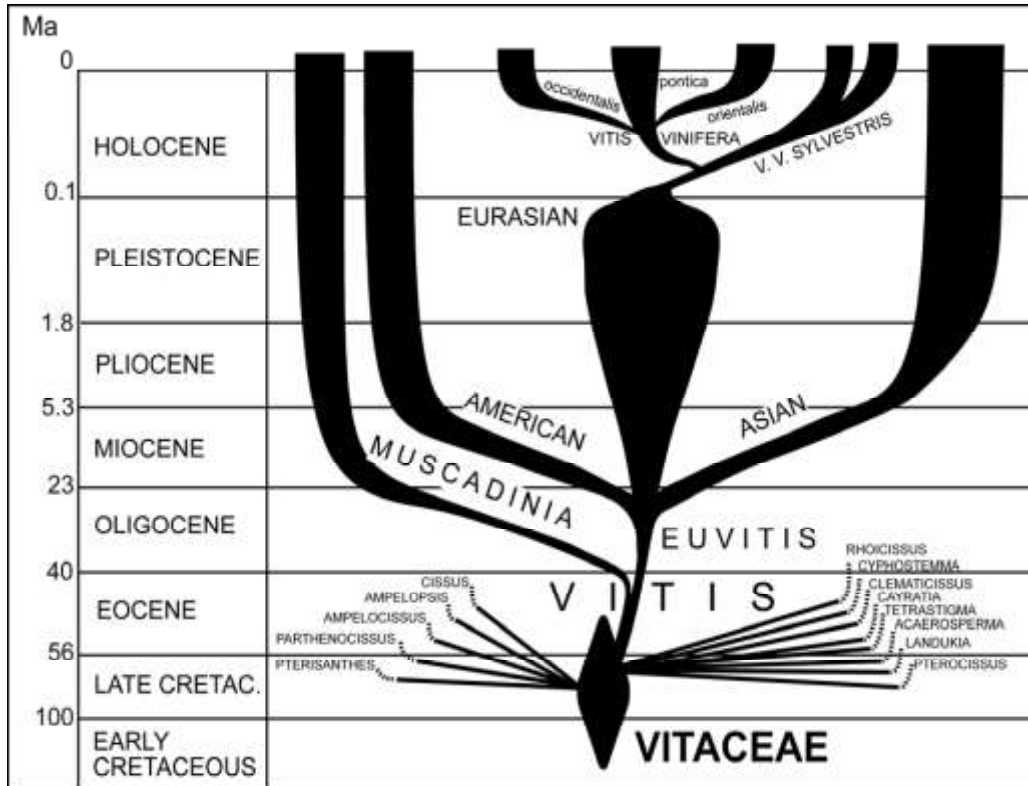


## Evolucija roda *Vitis*

Gde i kada je nastao i kako se razvijao rod *Vitis* nije dovoljno jasano, što se može videti na sl. 1. Pretpostavlja se da se prva loza pojavila približno pre ~65 miliona godina. To su podaci de Saporta iz 1879. godine kako navode This et al. (2006). Širenje vrsta iz roda *Vitis* uključuje severni deo Južne Amerike (masiv Anda: Kolumbija i Venecuela), Centralnu i Severnu Ameriku, Aziju i Evropu. Vrste iz podroda *Muscadinia* zadržale su se na području gde su i nastale: jugoistok SAD-Teksas i severoistok Meksika.



Sl. 1. Evolucija fam. *Vitaceae* (Benjak, 2008; prilagođen materijal Galea, 1988)

Geografsko poreklo roda *Vitis* i njegovo formiranje obuhvata kraj glavnog dela ledenog doba (~8 000 pre n.e). Veruje se da se loza intenzivno razvijala i obnavljala tokom poslednjeg perioda ledenog doba što je doprinelo razvitku roda *Vitis*, posebno vrste *V. vinifera* L. Formiranje glavnog planinskog masiva u Americi, nasuprot Evroaziji, imalo je značajnu ulogu u nastanku novih vrsta vinove loze i njene evolucije. U Americi i istočnoj Kini, planinski masivi formirali su se pretežno na pravcu sever - jug, a u Evropi i zapadnoj Aziji uglavnom u pravcu istok - zapad. Ovakav raspored planinskih masiva u Severnoj Americi i istočnoj Kini omogućio je vrstama da se kreću južno ili severno, odnosno shodno kretanju ledenih perioda bilo je povezano i kretanje loze (sl 2).

Pomeranje predstavnika različitih rodova vinove loze prema jugu u Evropi i zapadnoj Aziji bilo je široko zaustavljeno postojanjem planinskih masiva u pravcu istok - zapad (Pirineji, Alpi, Karpati, Kavkaz i Himalaji). Time može da se objasni postojanje samo jednog roda *Vitis* i vrste *V. vinifera* sa obale Atlantika do Himalaja. U Kini postoji

oko 30 vrsta (Fengqin et al., 1990) dok je broj vrsta u Severoj i Centralnoj Americi oko 34.



Sl. 2. Izvorna mesta porekla važnijih rodova/vrsti vinove loze na prakontinentu Gondvana (Galet, 2000)

### ***Pripitomljavanje vinove loze***

Vrsta *Vitis vinifera* je jedna od najstarijih gajenih biljaka i smatra se da potiče iz regiona između basena Mediterana i Kaspijskog mora. Vinova loza je višegodišnja puzavica, rašljikama - viticama se pričvršćuje za čvrst oslonac. U uslovima gajenja i primenom mera rezidbe produktivnost je doprinela uspostavljanju povoljnog odnosa između porasta i kvaliteta plodova. Rezidba se obavlja u periodu mirovanja, u vegetaciji obradom i negom obezbeđen je rod i kvalitet grožđa. Plod u užem smislu je bobica koja se odlikuje jedinstvenim, nezavisnim i izvornim biohemijskim sastavom. Šta to znači? U svom primarnom sastavu sadrži vodu, šećere, amino kiseline, organske kiseline, minerale i mikroelemente. U bobici se stvaraju i jedinjenja koja joj daju specifičan ukus, miris i boju, a prenose se i na vino. U grozdu kao zbirnom plodu u većoj količini je prisutna vinska kiselina (Raiz et al., 2002).

U uslovima Mediterana gajenje loze je najuspešnije, karakteriše se suvim letima i hladnim kišovitim zimama. Danas se loza gaji širom sveta u uslovima umerene klime. Jedina evroazijska vrsta *Vitis vinifera* je izvor nastanka oko 10 000 sorti koje danas čine 99% širom sveta rasprostranjenih vinski, stonih i besemenih sorti.

Gajenje vinove loze (*Vitis vinifera* spp. *sativa*) počelo je kroz domestifikaciju - pripitomljavanje divljih populacija *Vitis vinifera* spp. *sylvestris* (Levadoux, 1956). Prema McGovern-u (2003) pripitomljavane divljih formi vinove loze potiče iz perioda paleolita, obuhvata regione današnjih država: Turske (brdoviti istočni deo), severnu Siriju, ili/i severno-zapadni Iran. Najraniji dokazi o gajenju vinove loze datiraju iz četvrtog milenijuma na Srednjem istoku (Zohary i Hopf, 2000), dok je proizvodnja vina postojala u Iranu tokom druge polovine šestog milenijuma pre Hrista (McGovern, 2003). Iz primarnih centara pripitomljena loza se proširila na regine jugoistočnog Mediterana: Palestinu, južni Liban i Jordan (Zohary i Spiegel-Roi, 1975). Tokom trećeg milenijuma pre Hrista, odomaćenja vinova loza pojavila se na Bliskom istoku, na jugu Grčke, Kritu, Kipru i Egiptu. Na Južni Balkan gajena vinova loza je stigla početkom drugog milenijuma pre Hrista (Logothetis 1970; Krol 1991). U drugoj polovini drugog milenijuma pre nove ere vinova loza je stigla u južnu i severnu Italiju, južnu Francusku, Španiju, dok je u Portugaliju prenešena u drugoj polovini prvog milenijuma pre Hrista (Levadoux 1956).

Vrsta *Vitis vinifera* ima izražen genetski diverzitet i ekstremno je ispoljena raznolikost sorti koje su selekcionisane više od milenijuma. Divlja loza je dvodoma biljka i još uvek se može naći u malim izolovanim populacijama u Evroaziji. Ona je vrlo slična divljoj lozi koju su ljudi eksploatisali u Paleolitiku, međutim njena domestifikacija je započeta kasnije i vezuje se za period proizvodnje vina (od 8 500-4 000 god pre n.e.) (Dietsch, 1996) i nije dovoljno jasno koji proces je prvi započeo. Prema istraživanjima McGovern (1996) u Evropi je utvrđenao prisustvo divlje loze koja se koristila u selima-zajednicama u Neolitu na domaku Pariza (približno oko 4 000 u neolitskom periodu pre n.e.) Poluodomaćeno seme koje potiče od pre 2 700 godina pre n.e. otkriveno je u Engleskoj (Jones and Legge, 1987). Na Crvenom brdu na obali Dunava, uzvodno od Grocke pronađeno je seme od pre 7 000 godina, iz slojeva donjeg pliocena (Vetnić, 1984). Tokom domestifikacije biologija vinove loze bila je izložena dramatičnim promenama da bi se povećao sadržaj šećera u bobici za bolju fermentaciju, veći prinos i ujednačena rodnost. U ovom procesu, promene u veličini grozda i bobice sa prelaskom sa dvodomih biljaka na hermafroditne biljke bile su odlučujuće.

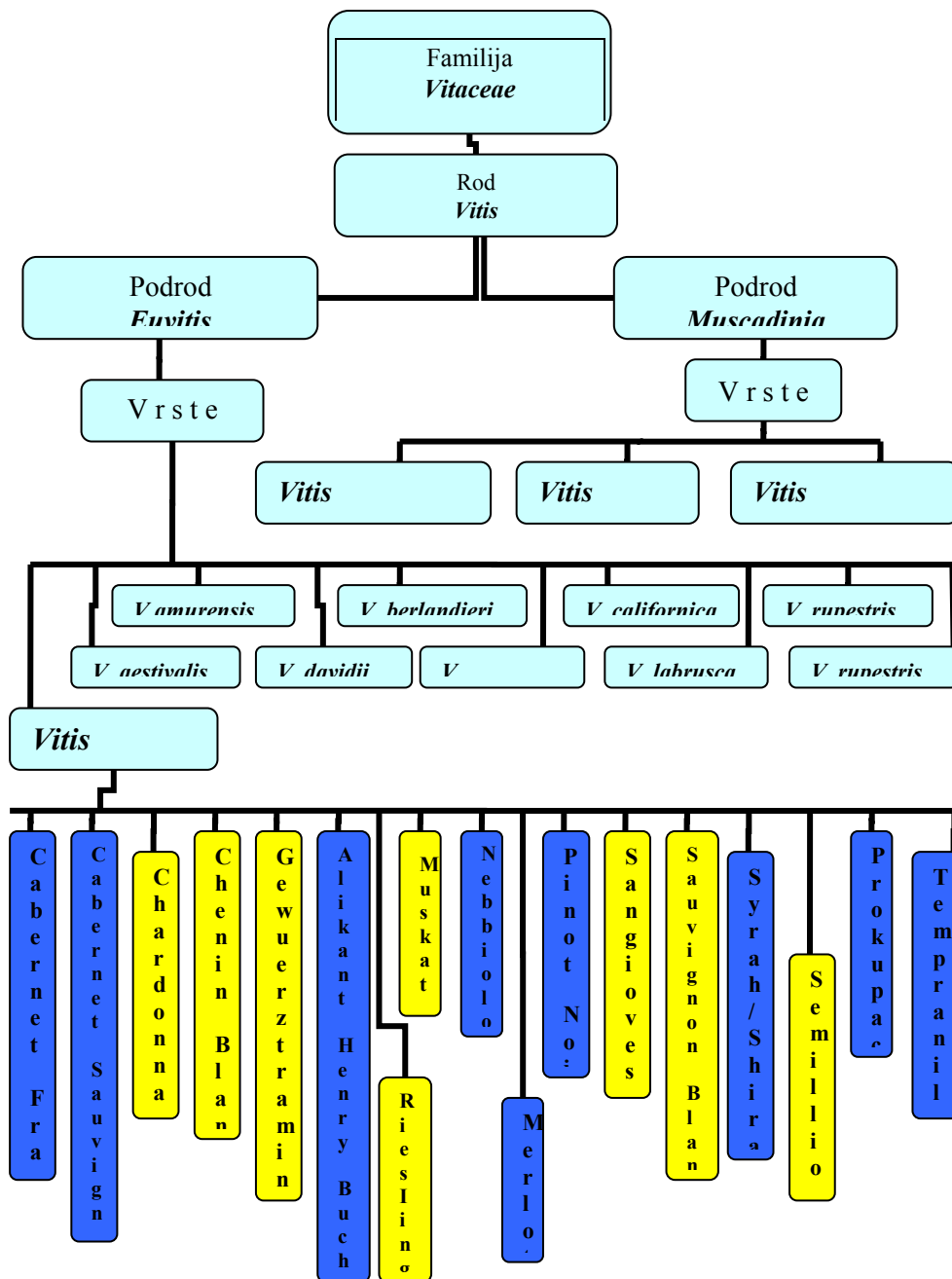
Značaj vinove loze potvrđen je domestifikacijom i ukazuje na broj formi koje su se odomaćile i geografski položaj lokaliteta gde su se pripitomile. U dva odvojena

istraživanja (Arroyo-Garcia et al., 2006, Imazio et al., 2006) varijacije hloroplasta u sastavu DNK utvrđene su kroz polimorfizam mikrosatelita kod genotipova *V. vinifera* podvrsti ssp. *sativa* i ssp. *sylvestris*. Rezultati ukazuju da postoji najmanje dva izvora porekla za sorte vinove loze, jedan je blizu istoka i drugi je zapadni Mediteran.

Na slici 2 prikazana su glavna područja rodova u sastavu porodice Vitaceae. Levandouh (1956) je prikazao raspored divlje loze i nastalih sorti poreklom od vrste *Vitis vinifera* što se može sumirati u sledećem:

- *Vitis vinifera* je nastala tokom poslednjeg perioda terciara pošto su pronađeni fosili u više lokaliteta Zapadne Evrope i basena Mediterana.
- Fosili iz perioda Pleistocena ukazuju da je *Vitis vinifera* opstala na obodima šuma Mediterana i južne strane Kaspijskog mora.
- U neolotskom periodu *Vitis vinifera* nalazila se u istim područjima kao i danas, međutim, prvobitan polimorfizam i prirodna dvodomost ostale su nedirnute zbog heterozigotnosti.
- Domestifikacija vrste *Vitis vinifera* je započeta između 8 000 do 6 000 godina pre n.e. u Transkavkazju.
- Pri kraju petog milenijuma pre n.e. gajena loza počela je da se širi Mediteranom.

Mada ne postoje pisani podaci koji opisuju procese, više arheoloških nalaza otkriva postupak transformacije divlje loze u pripitomljene forme. Prvi zemljoradnici se zbog polunomadskog načina života, nisu bavili gajenjem biljaka, jer bi u toku ekstenzivne obrade brzo iscrpili plodno tle i morali su da traže i krče nove terene. Domestifikacija je počela kada su nomadi zapazili šumske drvenaste forme prekrivene rodom lozom. Stacionirali bi se u takvim područjima, očistili od šumskog drveća, voćke i lozu gajili uz snabdevanje vodom i postavljali su visoke ograde kako bi se sačuvali od napada zveri. Neolitske zajednice na starom Bliskom Istoku i Egiptu kontinuirano su pripitomljavali biljne i životinjske vrste. Pronalazili su postupke prerade putem fermentacije, ceđenja, zagrevanja, isparavanja. Spravljanje hleba, piva, sušenje mesa i danas se u osnovi proizvodi na isti način. Glavni napredak u razvitku spravljanja vina bio je vezan za kreiranje posuda za čuvanje vina oko 6 000 godina pre n.e. Arheološki nalazi ukazuju da je organizovano gajenje vinove loze na Bliskom Istoku vezano za početak četvrtog milenijuma gde je i ostalo sve do prvog milenijuma pre n.e. U četvrtom milenijumu, na poljima Sumeraca, prvog poznatog kulturnog naroda, koji je živio na teritoriji današnjeg Iraka nastali su prvi zasadi vinove loze, urmi i maslina (Vetnić, 1984). Trgovinom, ratovima i drugim oblicima komunikacije, vinova loza se raširila do mnogih bliskih i dalekih zemalja. Preko Male Azije dospela je u Grčku praćena morskim putevima Feničana. U vreme vladavine rimskog imperatora Domencijana zabranjeno je gajenje vinove loze u provincijama. U području Dunava na Balkanu obnova vinogrda nastupila je u vreme vladavine Marka Airelijus Proba, dvesta godina posle zabrane. Prvi vingradi obnovljeni su na Fruškoj Gori.



Sl.3 Pregled najvažnijih predstavnika divljih formi i sorti iz roda *Vitis*

Posle pada Rimske Imperije Evropu je zadesilo mračno doba, površine pod lozom su se smanjivale i svele su se samo na manastirska imanja. Obnova je nastala oko 800. godine u novoj eri: vinogradi su podizani u dolinama reka: Dunav, Rona, Rajna, Tiber i Duoro. Postoje pisani podaci o vinogradima na Mozelu iz 55. godine n.e. U petnaestom veku vinogradarstvo se razvijalo u Maderi i na Kanarskim ostrvima. Kasnije se raširilo u Južnu Afriku, Australiju i Južnu Ameriku. Sorte plemenite loze *Vitis vinifera* su introdukovane u Novi Svet sa dolaskom Portugalije i Španije u ta područja oko 1500. godine. Olmo (1995) navodi da je u SAD inrodukovana vinova loza 1621. god. Grožđe je iz Meksika preneto u Kaliforniju srednom 17. veka i raširilo tokom 1850. godine.

Jugoistične i južne oblasti Balkanskog poluostrva su najznačajnija mesta odakle se plemenita loza širila prema srednjoj i zapadnoj Evropi. Najzastupljenije tumačenje je da je loza preneti sa maloazijske obale u Trakiju, odakle se raširila ka donjim podunavskim oblastima u Grčku. Zahvaljujući grčkim kolonistima vinova loza je stigla na Pirinejsko, Apeninsko i zapadnu obalu Balkanskog poluostrva i preko njih se raširila u srednju Evropu.

### **Genetičke varijacije kod vinove loze**

Botanički sagledano familija *Vitaceae* se sastoji od 15 rodova (<http://www.ars-grin.gov/>) i oko 1 000 vrsta. Samo u rodu *Vitis* ima vrsti čiji su plodovi sočni i ukusni.

Postoji oko 60 vrsti roda *Vitis* koje su najviše skoncentrisane u Aziji i Severnoj Americi. Vrste iz roda *Vitis* u somatskim ćelijama imaju  $2n=38$  ili  $2n=40$  hromozoma. Morfološke razlike između ove dve grupe su najlakše vidljive. Small je (citirajući Riaz-u et al., 2002) izdvojio vrste sa  $2n=40$  hromozoma u poseban podrod *Muscadinia*. To su vrste *V. rotundifolia*, *V. rotundifolia* var. *munsoniana* i *V. popenoi*, koje se nisu raširile više od područja gde su i nastale: jugoistok SAD i severoistok Meksika. Podrod *Euvinis* odlikuje se sa  $2n=38$  hromozoma u somatskim ćelijama. U literaturi koja pokriva period od 1753 do 1940. godine evidentirano je 155 naziva vrsti. Procenjeno je da broj oko 60 vrsti, koje pripadaju rodu *Vitis* je prihvatljiv. U bliskoj budućnosti molekularna biologija će i na ovom polju doprineti utvrđivanju realnog broja vrsta u rodu *Vitis*.

U tabeli 1a i 1b prikazane su važnije vrste i njihova rasprostranjenost. Postoji oko 60 vrsti u rodu *Vitis* koje su najviše skoncentrisane u Aziji i Severnoj Americi.

Tab. 1a Vrste vinove loze u svetu (Owen, 2008)

<b>Vrste</b>	<b>Važniji sinonimi</b>	<b>Geografska pripadnost</b>
<i>V. aestivalis</i> Michx		
<i>V. aestivalis</i> var. <i>aestivalis</i>	<i>V. smalliana</i>	istok SAD
<i>V. aestivalis</i> var. <i>bicolor</i>	<i>V. aestivalis</i> var. <i>argentifolia</i>	severoistok ka centr. SAD
<i>V. aestivalis</i> var. <i>lincecumii</i> (Buckley) Munson	<i>V. lincecumii</i>	jugoistok SAD
<i>V. amurensis</i> Rupr.		Kina
<i>V. arizonica</i> Egelm.	<i>V. treleasei</i>	jugozapad SAD
<i>V. balanseana</i> Planch.		Kina, jugoistočna Azija
<i>V. bashanica</i> P.C. He		Kina
<i>V. bellula</i> (Rehd.)W.T. Wang		Kina
<i>V. bellula</i> var. <i>pubigera</i>		Kina
<i>V. betulifolia</i> Diels & Gilg		Kina
<i>V. blancoi</i> Munson		Meksiko

<i>V. biformis</i> Rose		Meksiko
<i>V. bloodworthiana</i> Comeaux		Meksiko
<i>V. bourgaenna</i> Planch.		Meksiko
<i>V. caalifornica</i> Benth		centr. Kalifornija, jug Oregona
<i>V. x champinii</i> Planch	prirodan hibrid <i>V. mustagensis</i> x <i>V. rupestris</i>	centr. Teksas
<i>V. chungii</i> Metcalf		Kina
<i>V. chunganensis</i> Hu		Kina
<i>V. cinerea</i> (Engelm.) Engelm & Millardet		
<i>V. cinerea</i> var. <i>baileyana</i> (Munson) Comeaux	centr. deo SAD	
<i>V. cinerea</i> var. <i>floridina</i> Munson	<i>V. simpsonii</i>	obala jugoistoka SAD
<i>V. cinerea</i> var. <i>helleri</i> (Bailey) M.O. Moore	<i>V. berlandieri</i>	jug Teksasa, severni Meksiko
<i>V. coignetiae</i> Pulliat ex Planch.		Japan, Koreja, istocna Azija
<i>V. x doaniana</i> Munson ex <i>Viala</i>	prirodan hibrid <i>V. mustagensis</i> x <i>V. acerifolia</i>	sever Teksasa, Okalhoma

Tab. 1b Vrste vinove loze u svetu (Owen, 2008)

Vrste	Važniji sininimi	Geografska pripadnost
<i>V. davidii</i>		Kina
<i>V. erythrophylla</i> W.T. Wang		Kina
<i>V. fengaqinensis</i> C.L. Li		Yunnan
<i>V. flexuosa</i> Thunb.		Kina
<i>V. girdiana</i> Munson		jug Kalifornije
<i>V. jacquemontii</i> R. Paarker		centralna Azija, Pakistan, Avganistan
<i>V. jaegeriana</i> Comeaux		Meksiko
<i>V. junggagensis</i> W.T. Wang		Kina
<i>V. labrusca</i> L.		severoistok do centralni deo SAD
<i>V. monticola</i> Buckley		centar Teksasa na izolovanim krečnjkim terenima
<i>V. mustangensis</i> Buckley	<i>V. candicans</i>	centar SAD
<i>V. palmata</i> Vahl	<i>V. rubra</i>	jugoistok do centr. SAD
<i>V. riparia</i> Michaux		Kanada, severoistok SAD
<i>V. romanetii</i> Roman du Caill ex Planch		Kina
<i>V. rupestris</i> Scheele		centralni i istočni deo SAD
<i>V. silvestrii</i> Pamp.		Kina
<i>V. tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. Ex Schult		Meksiko, Centralna Amerika, Karibi
<i>V. vinifera</i> L.		zapadna, centralna, istocna Evropa, severna Afrika, Novi Svet
<i>V. vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i> (C.C. Gmel.) Hegi		
<i>V. vulpina</i> L.	<i>V. cordifolia</i>	jugoistok SAD

Postoji više sinonima za vrste iz roda *Vitis* u literaturi koje su odigrale istorijski značaj u kreiranju prvih loznih podloga i direktno rodnih hibrida (Munson 1909; Galet 2000; 2002).

U svetu postoji više baza podataka<sup>1</sup> gde možemo pronaći relevantne informacije o vrstama, sortama i klonovima. U Međunarodnom katalogu sorti roda *Vitis* evidentirano je oko 16 000 (International *Vitis* Variety Catalogue - <http://www.genres.de>).

U bazi podataka GRIN: <http://www.ars-grin.gov/> opisano je 15 rodova, i 43 vrste, 5 prirodnih hibrida (nastalih spontanom hibridizacijom koje je čovek kultivisao), i 15 različitih vrsta iz roda *Vitis*.

Galet (2000) hronološki navodi 19 rodova u familiji *Vitaceae*, većina je otkrivena u 19. veku, međutim istraživanja su kontinuirana, ima tek otrivenih rodova.

1. *Vitis* (Tournefort) L. otkriven je 1753. god., 34 vrste su u Severnoj Americi, 29 u Aziji i dve u Evroaziji *V. silvestris* i *V. vinifera* L.
2. *Cissus* L. otkriven je 1753. god. i 1960. god proširen. Sadrži ukupno 367 vrsta, od toga 157 vrsta je u Africi, 118 u Americi, 72 u Aziji i 20 u Okeaniji. Ukrasna vrsta je *Cissus javana* D.C.
3. *Ampelopsis* Michaux je otkrio 1825. god. a Planchon 1887. god. Ukupno postoji 31 vrsta, od toga 4 su fosili, 23 vrste su iz Azije, 4 iz Severne Amerike. Neke vrste su ukrasne, u Evropi nema predstavnika ovog roda.
4. *Pterisanthes* Blume je otkrio 1825. god. Predstavnicu ovog roda naseljavaju Maleziju, Burmu, Indoneziju, Borneo, Filipine. Postoji 21 vrsta.
5. *Tetrastigma* (Miquel, 1863; Planchon, 1887). Postoji 132 vrste, među njima ima 4 fosila. Naseljavaju Saudijsku Arabiju i istočni deo Azije sa 115 vrsta, Okeaniju sa 16 vrsta i U Africi postoji jedna vrsta.
6. *Ampelocissus* (Planchon, 1884). Prisutne su 92 vrste, od toga 52 su u Aziji, 33 u Africi, 5 u Americi i 2 u Okeaniji.
7. *Clematicissus* (Planchon, 1887). U ovom rodu ima nekoliko endemičnih vrsta u Australiji.
8. *Landukia* (Planchon, 1887). Pronađena je samo jedna vrsta na Javi.
9. *Partenocissus* (Planchon, 1887). Postoji 19 vrsta, 18 je u Aziji i jedna u Severnoj Americi. Vrstu *P. quinquefolia* nazivaju «Vigne vierge-divlja loza» i ima složen list sastavljen iz 5 listova.

---

<sup>1</sup> <http://www.ars-grin.gov/>  
<http://www.genres.de/db/vitis/vitis.htm>, Variety Catalogue (VIVC)  
<http://www.ngr.ucdavis.edu/>



10. *Rhoicissus* (Planchon, 1887). Ukupno 11 vrsta naseljava centralni deo Afrike, neke vrste su ukrasne.
11. *Cayratia* (Jussieu 1818; Garnepain, 1911). Rod ima 65 vrsta, među njima je jedan fosil, u Aziji je prisutna 41 vrsta, u Okeaniji 16 vrsta i u Africi 8 vrsta.
12. *Acareosperma* (Gagnepain, 1919). Samo jedna vrsta postoji i nalazi se u Laosu.
13. *Pterocissus* (Urb. Et Ekm., 1926). Samo jedna vrsta postoji i nalazi se na Haitima.
14. *Cyphostemma* (Planchon, 1887) Alston 1931. Rod ima 258 vrsta od toga 257 je u Africi, uglavnom u pustinjama i jedna vrsta u Aziji.
15. *Puria* Nair 1974. Samo jedna vrsta nastanjena je u Indiji.
16. *Nothocissus* (Planchon, 1887; Latiff 1982). U Indoneziji je prisutna jedna vrsta.
17. *Yua* Li (Chaoluan, 1990). Utvrđene su tri vrste u Kini.
18. *Cissites* (Heer, 1884) broji 12 vrsta.
19. *Paleovitis* (Reid et Chandler, 1993) je rod sa jednom vrstom.

Danas primenom molekularnih tehnika mogu se utvrditi taksonomske zavisnosti unutar familije *Vitaceae*, ali je potrebno uložiti puno rada. Vrste poreklom iz Severne Amerike, od sredine 19. veka, uključujući *V. aestivalis*, *V. cinerea* var. *helleri* (sinonim *V. Berlandieri*) *V. labrusca*, *V. riparia*, *V. rupestris* su intenzivno korišćene u selekciji loznih podloga i direktno rodnih hibrida rezistentnih na gljivična oboljenja. Među vrstama poreklom iz Azije samo *V. amurensis* je privedena kulturi i koriste se njeni sveži plodovi, sok, vino i džem (Simoons, 1990). *Vitis vinifera* je veoma osetljiva vrsta na većinu bolesti, a oko hiljadu vinskih stonih i besemenih sorti gaji se širom sveta u umerenoj klimatskoj zoni.

### **Selekcija vinove loze**

Polno razmnožavanje i setva semena odigrali su važnu ulogu u procesu domestikacije i širenja vinove loze u nova područja. Novi genotipovi stvoreni su polnom reprodukcijom: ili ukrštanjem ili samooplodnjom. Genotip vinove loze nastao polnom hibridizacijom, iz semenke, poseduje izraženu heterozigotnost. To su neiscrpní izvori kombinacija alela/gena koji potiču od oba roditelja, što se ispoljava kroz fenotipske varijacije i sagregaciju-objedinjavanje osobina. Germplasma roda *Vitis* je izrazito raznovrsna, dok je germplasma divlje loze potencijalni izvor specifičnih alela koji doprinose poboljšanju karakteristika vinskih, stonih i besemenih sorti (Aradhya et al., 2003). To se posebno odnosi na tolerantnost na pojavu bolesti kod vinove loze i kvalitativne osobine grozda i bobice.

Pretpostavlja se da današnji diverzitet vrste *V. vinifera* predstavlja skroman udeo diverziteta koji je postojao pre širenja bolesti i štetočina iz Amerike (plamenjača, pepelnica, antraknoza i filoksera) koje direktno ugrožavaju vrste roda *Vitis*. Drugi ograničavajući činilac diverziteta vinove loze je proširen ekonomskim pokazateljima, globalizacijom trgovine vina, a to rezultira širom sveta širenje samo nekih sorti (primer: Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Syrah, Merlot, Pinot noir, Riesling). Postoje druge sorte koje se manje eksploatišu, a većina njih ima samo lokalni značaj ili su prisutne u kolekcionim zasadima pri naučnim i obrazovnim institucijama.

Broj sorti prisutan u germplazmi kolekcija širom sveta procenjuje se na 6 000 ~ 10 000. (Levandoux, 1956; Mc Govren, 1996; This, et al., 2006). Broj sorti koji se gaji na većim površinama širom sveta je oko 1 100 (<http://www.vivc.bafz.de/index.php>). Najveće površine pod lozom zauzima tek četrdesetak vinskih sorti, dok u Francuskoj oko 20 sorti pokriva 87% vinogradarskih regiona. Približno tridesetak stonih sorti, uključujući i besemene rasprostranjeno je širom sveta.

Na osnovu morfoloških i biohemijskih osobina utvrđeno je da odomaćena vrsta *Vitis vinifera* vodi poreklo od *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* ili *Vitis caucasica* Vav. Većina naznačenih promena se odlično prepoznaju u građi cvetova, velikoj uniformnosti u sazrevanju bobica unutar grozda, visokom sadržaju šećera i izdvajanju varijeteta sa različitom bojom bobice. Divlje vrste iz roda *Vitis* uključujući divlje pretke *Vitis vinifera* su dvodome biljke. Pojava normalnog cveta tokom domestikacije, rana selekcija gajenih formi *Vitis vinifera* kao i spontana hibridizacija formi *Vitis vinifera* sa ostalim vrstama dovela je do skoro savršene građe cveta gajene vinove loze.

Ispoljavanje pola kod vrste *Vitis vinifera* pojavljuje se kao dominantna osobina kako bi kroz ekspresiju životne snage cvetova opstala sama vrsta. U prilog tome je i saznanje da je hermafroditizam takođe nastao kod *V. rotundifolia*, iako se genetička kontrola ove osobine različito ispoljila zavisno od inicijalnih genetičkih izvora. Još uvek se mogu pronaći populacije divljih formi u Zapadnoj Evropi, Centralnoj Aziji i Severnoj Americi. Te divlje forme su dvodome biljke. Hermefroditni cvetovi karakteristični su za gajenu lozu *Vitis vinifera* i neke selekcije podvrste *V. rotundifolia*.

Tab. 2 Prikaz 6 od 32 analizirana mikrosatelita na osnovu čega je utvrđeno poreklo sorte Kaberne sovinjon (Bowers & Meridith, 1997)

	Kaberne frank	Kaberne sovinjon	Sovinjon beli
Mikrosatelit 1	184-164	164-158	158-152
Mikrosatelit 2	191-179	191-171	191-171
Mikrosatelit 3	234-232	244-234	244-238
Mikrosatelit 4	197-197	197-191	191-191
Mikrosatelit 5	155-137	157-137	157-129
Mikrosatelit 6	220-214	220-214	222-212

Domestikacija vinove loze počela je od vrste *Vitis sylvestris* Gmel. ili *Vitis caucasica* Vav. Tokom neolitskog perioda (Negruľj, 1946; Lavandouh, 1956) koristeći sveže ili sušene plodove, džem, vino i sirće, jednostavno vegetativno umnožavanje bilo je ključ rane domestikacije. Vegetativnim umnožavanjem izabranih čokota vinove loze verno su se prenosile osobine. Reznice zrele loze su se uzimale u periodu mirovanja sa izabranih čokota i u toku vegetacije lako i brzo ožiljavale. Tako je nastala klonska selekcija. Izabrani fenotipovi su se umnožavali, širili sa migracijom ljudi.

Razmnožavanje semenom nije u potpunosti nestalo. Proučavanje potomstva pokazuje da su se prirodna ukrštanja događala. Neke sorte se pojavljuju kao poluselekcionisane divlje forme npr. Traminac, dok su neke nastale spontanom ukrštanjem – spontanom hibridizacijom između postojećih sorti. Tako je nastala sorta Kaberne sovignon - spontanom ukrštanjem sorti Sovignon beli i Kaberne Frank (Tab.2) (Regner et al., 1998; Bowers & Meridith, 1997), ili ukrštanjem divnjih formi sa gajenim sortama npr. Rizling rajsni nastao je ukrštanjem sorti Hojniš (Gouais ili Heunisch) i verovatno divljeg hibrida *V. sylvestris* - Traminac. U mnogim primerima sorte roditelji su bile značajne sorte tog perioda, ali su se vremenom izgubile. Primer je sorta Hojniš, koja je roditelj čak više od 70 različitih sorti (Boursiquot et al., 2004), npr. Šardone ili Game.

Pojam «genetička erozija» odnosi se na gajenu i divlju lozu u cilju njenog zaustavljanja. Istraživanja na starim, nestandardnim, lokalnim sortama (Borgo et al., 2009), i na rasprostranjenosti divljih formi vinove loze *V. sylvestris* u Evropi (Arnold et al., 2005) sprovode se u cilju iznalaženja izvora rezistentnosti ili tolerancije na bolesti i biotički stres. Većina američkih vrsti poseduje veći ili manji nivo rezistentnosti/tolerantnosti tako da istraživanja u ovoj oblasti imaju za cilj da poboljšaju i obogate germplazmu roda *Vitis* (Owens, 2008).

U tabeli 3 navedeni su izvori - vrste poreklom iz Severne Amerike koje su rezistentne ili tolerantne na prouzrokače bolesti i biotički stres (Riaz et al., 2002).

Zajednički interes programa selekcije vinove loze ima za cilj da proizvede sorte prilagođene na lokalne uslove, da su visoke rodnosti i dobrog kvaliteta kao i da su dobro prilagođene spoljšnjim uslovima i stresu od bolesti i štetočina. Sagledano kroz praktično sprovođenje, ovi zadaci su složeni i kompleksni.

Tab. 3 Vrste vinove loze poreklom iz Amerike kao izvor rezistentnosti ili tolerantnosti na prouzrokače bolesti i biotički stres (Owens, 2008)

#### Gljivična oboljenja

Činioci stresa	Prourokač bolesti	Izvori rezistentnosti ili tolerantnosti	Reference
Antraknoza	<i>Elsione ampelina</i> [de Bary] shear	<i>V. simpsoni</i> Mun. <i>V. smalliana</i> Bailey <i>V. shuttleworthii</i> House <i>V. labrusca</i> L. <i>V. rotundifolia</i> Michx <i>V. munsoniana</i> Sim ex Mun	Mortensen (1981) Olmo (1986b)
Siva plesan bobica	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. <i>Botryotinia cinerea</i> (De Barry) Whetzel	<i>V. vinifera</i> L. <i>V. riparia</i> Michx <i>V. rupestris</i> Scheele	Alleweldt et al. (1990)
Crna trulez	<i>Guignardia bidwellii</i> [Ellis] Viala & Ravaz	<i>V. riparia</i> Michx <i>V. rupestris</i> Scheele <i>V. candidans</i> Ehgelm <i>V. rotundifolia</i> Michx <i>V. cinerea</i> Ehgelm	Jabco et al. (1985) McGrew (1976)
Plamenjaca vinove loze	<i>Plasmopara viticola</i> Berl. and Toni	<i>V. riparia</i> Michx	Alleweldt et al. (1990)

		<i>V. rupestris</i> Scheele	Eibach et al. (1989)
		<i>V. linsecumii</i> Buckl	He and Wang (1986)
		<i>V. labrusca</i> L.	
		<i>V. amurensis</i> Rupr.	
		<i>V. rotundifolia</i> Michx	
		<i>V. yenshanensis</i>	
		<i>V. aestivalis</i> Michx	
		<i>V. cinerea</i> Ehgelm	
		<i>V. berlandieri</i>	
Pepelnica vinove loze	<i>Oidium, Uncinula necator</i> (schw.) Burr	<i>V. aestivalis</i> Michx	Alleweldt et al. (1990)
		<i>V. cinerea</i> Ehgelm	Pearson and Goheen (1988)
		<i>V. riparia</i> Michx	
		<i>V. berlandieri</i>	
		<i>V. rotundifolia</i> Michx	
		<i>V. labrusca</i> L.	
Rđa	<i>Physopella ampelopsidis</i>	<i>V. shuttleworthii</i> House	Fennell (1948)

#### Bakterijske bolesti

Rak	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>V. amurensis</i> Rupr.	Alleweldt et al. (1990)
Zlatasto žutilo loze	<i>Mycoplasma like organism suspected</i>	<i>V. labrusca</i> L.	Pearson and Goheen (1988)
Pirsova bolest	<i>Xylella fascidiosa</i> Wells et al.	<i>V. rotundifolia</i> Michx	Mortensen (1977)
		<i>V. candidans</i> Ehgelm	Olmo (1986b)
		<i>V. champinii</i> Pl.	Stover (1960)
		<i>V. vulpina</i> L.	
		<i>V. shuttleworthii</i> House	
		<i>V. simpsoni</i> Mun.	
		<i>V. smaliana</i> Bairly	
		<i>V. arozonica</i>	

#### Virusna oboljenja grapevine fan leaf virus

		<i>V. arizonica</i>	
Grapevine fan leaf virus		<i>V. rotundifolia</i> Michx	Walker et al. (1985)
		<i>V. vinifera</i> L.	Wakler an Meredith (1990)
		<i>V. rufotomentosa</i> Small	
		<i>V. candidans</i> Engelm	
		<i>V. riparia</i> Michx	

#### Insekti

Nematode na korenu	<i>Meloidogyne</i> Geldi spp	<i>V. champinii</i> Pl	Lider (1954)
		<i>V. candidans</i> Engelm	
		<i>V. rotundifolia</i> Michx	Olmo (1986b)
Nematode koje se ubušuju u koren	<i>Xiphinema index</i>	<i>V. rufotomentosa</i> Small	Alleweldt (1990)
		<i>V. arizonica</i>	
		<i>V. rotundifolia</i> Michx	Bouquet and Danglot (1983)
		<i>V. cinerea</i> Engelm	Neridith et al. (1982)

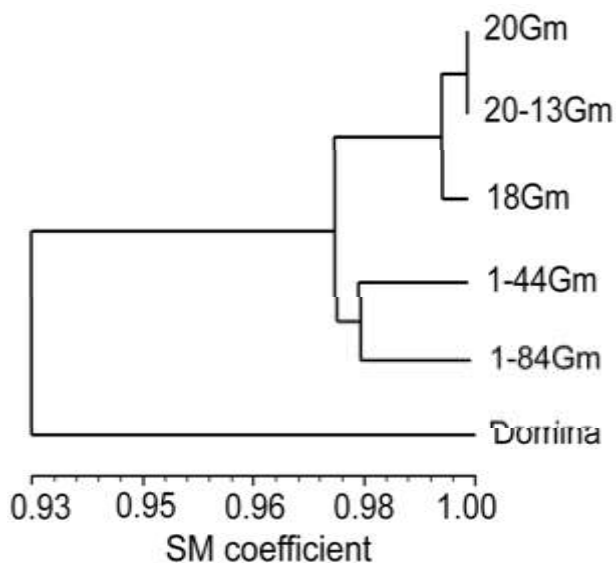
#### Filoksena

Niži insekt	<i>Daktyulosphaira vitifolia</i>	<i>V. riparia</i> Michx	Alleweldt et al. (1990)
		<i>V. rupestris</i> Scheele	Olmo (1986b)
		<i>V. berlandieri</i>	
		<i>V. rotundifolia</i> Michx	
		<i>V. cinerea</i> Engelm	
		<i>v. champinii</i> PL	

### Klonovi i varijacije klonova

Klonska selekcija se zasniva na genetičkim varijacijama unutar sorte. Klon je vegetativno potomstvo jedne biljke. U odsustvu mutacija svo potomstvo klona ima identičan fenotip i genotip. Moderna klonska selekcija započeta je 1867. godine kao težnja vinogradara za što boljim prinosom jednog čokota tokom dvadesetogodišnjeg perioda. Rezultat tog rada nastao je prvi registrovani klon vrste *V. vinifera*, Silvanac, sa prosečnim prinosom 6,637 kg po čokotu (Benjak et al., 2008).

Danas je klonski materijal dostupan kod svih važnijih sorti i koriste se širom sveta. Samo u Nemačkoj postoji registrovanih 600 klonova, u Francuskoj više od 1 000. Najčešće razlike između klonova su na nivou morfoloških karakteristika i vremena zrenja. Tako su Blaich et al., (2007) ispitali klonske varijacije primenom fingerprinting metode sa 178 AFLP-markera, kod 70 klonova sorte Burgundac crni (Pinot Noir) poreklom iz Nemačke, Francuske i Švajcarske.



Sl. 3. Dendrogram dobijen između pet klonova sorte crni burgundac (20Gm, 20-13Gm, 18Gm, 1-44Gm, 1-84GM) i sorte Domina (klon ST49). Gel uključuje kombinaciju tri prajmera (FO100-M27, FO1030M27, FO104-M27) (Benjak, 2008)

Razlike su bile ispoljene u morfološkim karakteristikama: strukturi/arhitekturi grozda, habitusu biljke, u vremenu sazrevanja grožđa. Najčešći genotip sa identičnom finger printing osnovom brojao je 17 klonova ili 25,7%, dok se grupa od 24 klona

međusobno razlikovala za 1%, odnosno između 99,1 i 94,0 % su klonovi su bili genetički isti. Genetska sličnost uočena je i pri upoređivanju klonova sorte Burgundac crni i sorte dobijene polnom hibridizacijom Domina (Pinot noir x Portugieser) (Sl. 3).

Dugovečnost vinove loze ispoljena kroz prilagođenost spoljašnjim uslovima i patogenom uticaju, zajedno vodi fenotipskoj i genotipskoj varijabilnosti, iz čega se mogu izroditi klonske varijacije.

Klonske varijacije se definišu kao promene u genomima nastale seksualnim putem, i koje će se smanjivati putem umnožavanja aseksualnim putem. Moguća objašnjenja klonske varijabilnosti su sledeća: poreklo poliklonalnih sorti, infekcija patogenima, somatske mutacije, himere i epigeneza-jedinstvena kombinacija gena jedinke.

Klon se definiše kao jednika nastala umnožavanjem jedne biljke - vinove loze. Grupa klonova poreklom od istog potomka (monozigota) definisan je da genetički bude identičan izuzev uticaja mutacija (Forneck, 2005).

Poliklonalne sorte su nastale od više sejanaca poreklom od istih roditelja i fenotipski su veoma slične. U genetičkom značenju «poliklonovi» mogu da budu potvrđeni kao različita sorta zato što svaka grupa klonova u poliklonalnoj grupi dolazi iz različitih izvora. Zbog toga što su poluklonovi slični u praktičnom smislu, «poliklonovi» su najčešće potvrđeni kao članovi jedne sorte i kod nas je uobičajen termin «sorta populacija».

Patogene infekcije, posebno virusna oboljenja dovode do fenotipskih promena unutar sorte. Credi & Banini (1997) navode da kod sorti Albana i Trebjano romangolo prisustvo virusa: infektivna degeneracija vinove loze (*Grape Fanleaf*) i uvijenost lišća (*Grapevine Leafroll*) redukuju prinos za 72,9% odnosno 80,4%. Zbog toga to nisu genomske klonske varijacije, već uticaj spoljnjih uslova. Problem proističe iz primera kada virus ne uslovljava vidne simptome, npr. redukcija prinosa, ali dovodi do znatnih promena u fenotipskom izgledu. Među mnogim rezultatima u predselekcionom periodu javljaju se i «lažni kandidati – potencijalni klonovi» tokom klonske selekcije. Da bi rešili ovaj problem selekcioneri obavezno primenjuju moderne tehnike (ELISA test i PCR osnovnu metodu) kako bi utvrdili prisustvo virusa u vinovoj lozi. Sanitrona kontrola vinove loze je zbog toga postavljena na prvi stepenik u klonskoj selekciji.

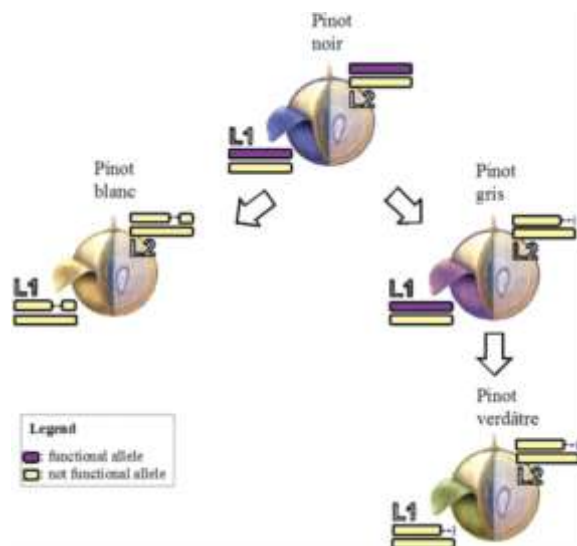
Epigenetsko delovanje naslednih faktora ostvaruje se u toku razvitka vinove loze. To znači da različiti geni deluju u različito vreme i na različitim mestima. Epigenetske promene su stabilne karakteristike oko reda deobe ćelija, i ne dovode do promena unutar sekvenci DNK. Molekularna osnova epigeneze je kompleksna. Ona uključuje modifikacije aktivnih gena ali ne i bazičnu strukturu DNK. Različiti aspekti epigenetske kontrole kod biljaka mogu da budu izazvani stresom, što je interesantno za gajenu lozu uzimajući u obzir ekstenzivnu rezidbu gde su biljke konstantno pod uticajem stresa/izdržljivosti na različite klimatske uslove. U nekim slučajevima epigeneze se mogu umnožavati mikropropagacijom.

Somatske mutacije kod viših biljaka mogu da pređu u embrionske i da se prenose na potomstvo. Kod vinove loze, kao i kod većine dikotila, apikalni meristem sastavljen je od tri sloja ćelija čijom deobom i kombinacijom nastaju različita biljna tkiva. Somatske mutacije se odnose na klonske varijabilnosti i razlikuju se u sekvencama nukleotida u genetičkom materijalu klonova.

Mutacije su relativno retke, one su uvek lokalne u multicelularnim organelama, što znači da se zapažaju u pojedinačnim ćelijama. Ako se dogode u ćelijama meristema,

mutacije će biti prisutne u organima i tkivima koja se razvijaju iz tih ćelija. Mutacije se mogu klasifikovati prema različitim kategorijama.

Mutacije mogu biti prisutne u celom meristemu (mutacija zimskog okca) ili samo u jednom delu (himera). Apikalni meristem kod vinove loze, kao i kod većine dikotila, ima dva sloja ćelija koji čine tzv "tuniku" (dva spoljašnja sloja ćelija, L1 i L2). "Korpus" je sloj ćelija koji se nalazi ispod "tunike" i podeljen u više slojeva (L3). Svaki sloj daje različita tkiva u biljci. Kada dođe do mutacija u jednom od tri navedena meristemska sloja, mitozom-deobom nastaje tzv "mutantni sektor" ili himera. Himere se mogu svrstati u: mericlinalne, sektorijalne i periklinalne. Meriklinalna himera se odnosi na mutaciju u delu jednog sloja tkiva. Sektorska himera sadrži mutaciju u nekoliko slojeva. Periclinalna himera je mutaciju u jednoj ili više kompletnih slojeva. Periklinalne himere su najstabilnije i održavaju se vegetativnim razmnožavanjem vinove loze. Himere se sastoje od dva ili više genetski različitih tkiva koje rastu jedna do drugog. Čak i ako somatska mutacija nije uključena u ćelijsku liniju koja se razlikuje kod polnih ćelija, može i dalje da ih ponavlja bespolnim razmnožavanjem. Ovo čini somatske mutacije vrednim izvorom hereditabilnih varijacija posebno kod vinove loze koja se umnožava vegetativnim putem.



J Exp Bot. 2012;63(18):6359-6369.

#### Sl.4 Model formiranja sorti Pinot blanc, Pinot gris i Pinot verdâtre od sorte Pinot noir.

Na shemi je prikazana strukturna dinamika promena u boji bobice na lokusu L1 i L2 koje su nastale kod izvorne sorte Pinot noir-Crni burgundac i dovele do nastanka sorti Pinot blanc-Burgundac beli, Pinot gris-Burgundac sivi i Pinot verdâtre

Somatska mutacija je prirodni mehanizam koji omogućava uzgajivaču biljaka, čitaj vinove loze, da kreira nove sorte i klonove. Široko rasprostranjena u svetu izvorna

sorta Pinot noir bila je predmet pručavanja varijacija koje su dovele do izdvajanja novih sorti Pinot gris i Pinot blanc. Vezzulli et al., (2012) utvrdili su specifičnu molekularnu karakterizaciju grupe bliskih sorti – *conculata* Pinot i objasnili somatske mutacije koje su uslovile promene u boji pokožice. Od izvorne sorta Pinot noir nastale su sorte Pinot gris i Pinot blanc i Pinot verdâtre (Sl.4).



J Exp Bot. 2012;63(18):6359-6369.

Sl.5 : Pinot blanc i Pinot gris pojavljuju se kao nezavisni somatski mutanti izvorne sorte Pinot noir

Na slici 5 prikazane su varijacije u boji bobice gde je (a) Pinot noir; (b) Pinot blanc; (c) na istom čokotu zapaža se grozd Pinot noir sa sivom bojom bobice i grozd sa belim bobicama koji predstavlja sortu Pinot verdâtre, dok su pod oznakom (d) prikazane pojedinačne bele bobice u grozdu Pinot noir (periklinarna himera) i sektorijalna himera (e) na bobici u grozdu Pinot noir.

Ovaj predloženi 'Pino-model' predstavlja iskorak ka punom razumevanju mehanizama koji stoje iza formiranja bele-od zelene do žute, sive, crvene i roze pokožice kod sorti grožđa imajući u vidu da je izvorna vrsta *Vitis vinifera*, od koje nastao najveći broj gajenih sorti, sa crnom-tamnoplavom bojom pokožice (Vezzulli et al., 2012).