

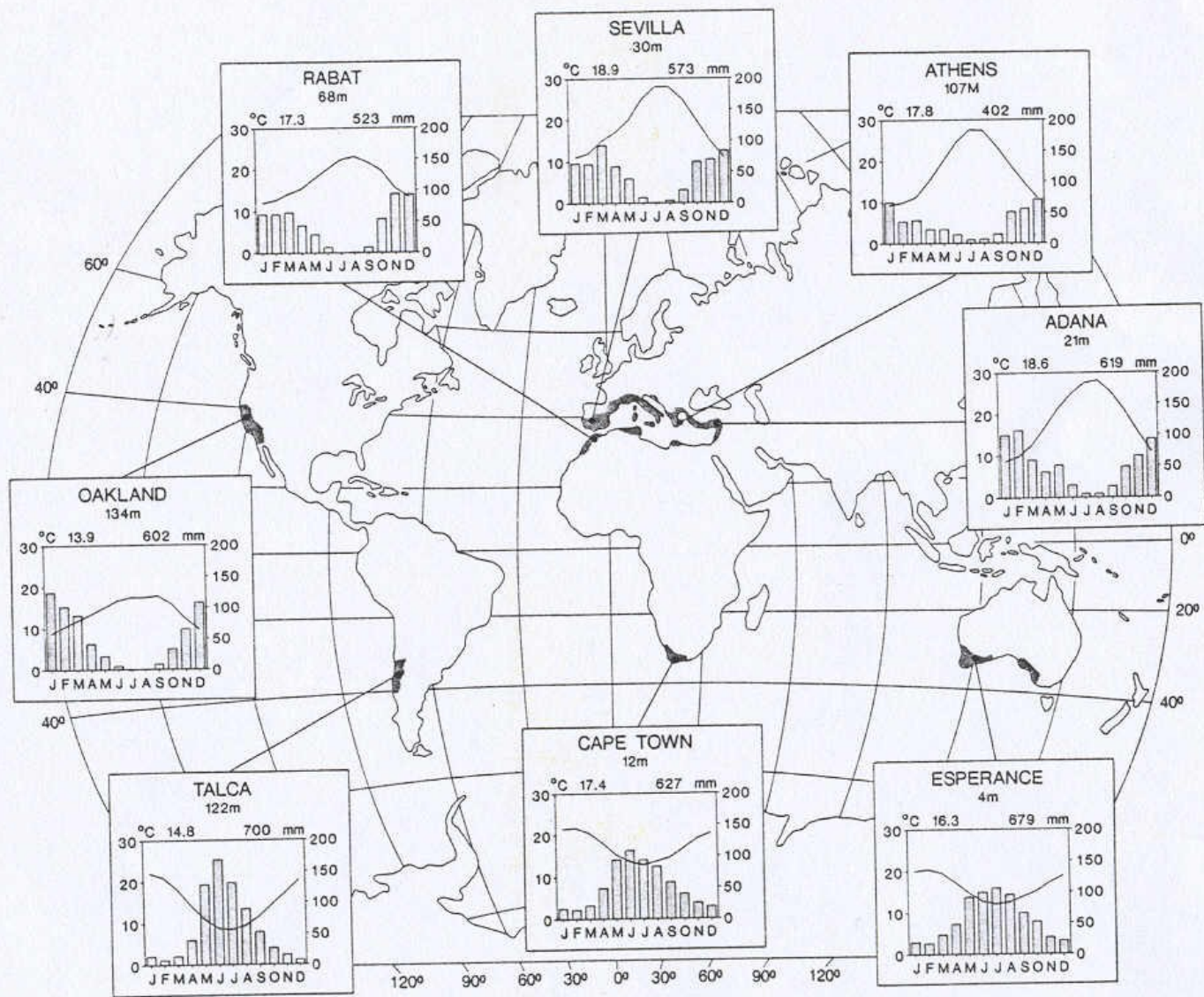
# Tvrdoolistý biom



**Mediterránní ekosystémy**

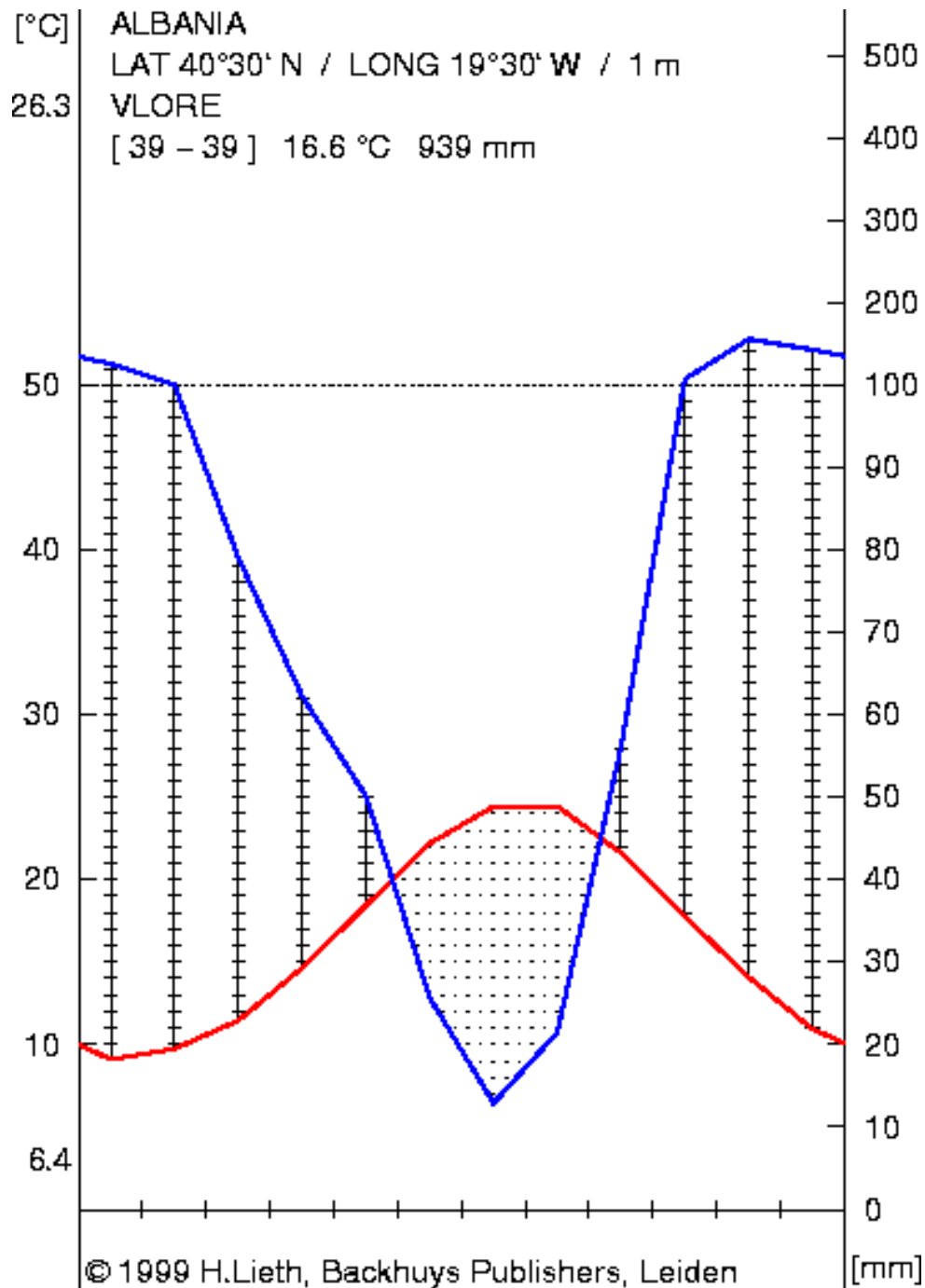
**Etésiová vegetace**





Van der Grinten Projection

**Figure 5.1** Distribution of mediterranean ecosystems and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are indicated by the line and mean precipitation for each month is shown by the bars. Station elevation, mean annual temperature and mean annual precipitation appear at the top of each climograph.





Jsou to ekosystémy s dominujícími vždyzelenými keři a sklerofylními stromy. Rostliny jsou adaptované na suché léto a chladné vlhké zimy. Charakter biomu určují extrémy (letní sucho) spíše než průměrné hodnoty. Biom se vyskytuje na západě kontinentů; na východě bývá klima v létě vlhčí kvůli pasátům (v Asii i monzuny) a vyskytuje se tam spíše temperátní vždyzelený les.

Regionální názvy současné vegetace (sekundární křovitá vegetace na místě tvrdolistých lesů):

macchie, garrigue, tomillares, šibljak, frygana ... Středomoří

fynbos, veld ... Jižní Afrika

mallee ... Austrálie

chaparral ... Kalifornie

matorral ... Chile





Macchie na  
ostrově Stromboli

*Euphorbia dendroides*,  
*Cistus creticus* ....



# Klima

**roční úhrn srážek:** (275) 450 - (900) 1200 mm (65% v zimě)

**průměrná roční teplota:** 21-27 °C (zima 5-12; v létě maxima až 35 °C), amplituda 15-20 °C. Mrazy nejsou nebo se vyskytují jen několik dní (nad ránem). Pro tento typ klimatu se vžilo označení **mediteránní klima**.

Zimní srážky musí být dostatečné pro přežití vegetace v letním suchém období.

Směrem na východ (Turecko), případně na sever (údolí Strumy v Bulharsku) se mrazy projevují častěji. Absolutní minimum zaznamenáno v Turecku (-18 °C). V tom případě se uplatňují jehličnany, například jalovce (*Juniperus excelsa*, *J. oxycedrus* ...)

Pokud se mediteránní porosty vyskytují i nad horní hranicí lesa, nazývá se takový vegetační stupeň **altimediterrán**.

# Půdy

**Xeralfy:** mělké půdy, kde stále dochází k erozi zvětralého podkladu (zimní deště, řídký vegetační kryt, strmé svahy). Jílovité půdy se špatně vyvinutou strukturou, za sucha značně tvrdnou. Jsou chudé přístupným dusíkem a fosforem. Neutrální reakce, nasycení bázemi roste od povrchu do hloubky. Zvýšený obsah Ca a Mg - zneprístupnění fosforu.

**Terra rossa (červenozem):** vápnité, kamenité, jílovité půdy rezavého zbarvení, s vysokým obsahem  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (až 10%). Sorpčně nasycené půdy, přes zimu nasáknou vodou a přes léto prosychají: vzniká humusový horizont. Při orbě však erodují a degradují. Organického podílu bývá více pod lesní vegetací.

Jinde v Evropě oderodovala v glaciálech.



# Půdy

Terra rossa (červenozem)





# Půdy

Láva





# Půdy

## Škrapy

Vliv  
zimních  
srážek



Eroze pastvou, ale i větrem (bóra).



# Diverzita

Evropa

**Vymezení mediteránní oblasti v Evropě:  
areál pěstování *Olea europaea* ssp. *europaea***





# Diverzita

Evropa

**Vymezení mediteránní oblasti v Evropě:  
areál pěstování *Olea europaea* ssp. *europaea***



Fytogeograficky dělíme na východní a západní mediterán – hranice v Itálii



# Evropa

**Původní vegetace:** vždyzelené dubové lesy svazu *Quercion ilicis*



*Q. ilex*, *Q. suber*, *Q. coccifera* (garrigue), v horách a po ohni *Pinus pinea*, *P. pinaster*, *P. halepensis*

Na Blízkém východě *Q. calliprinos*,  
*Cedrus libani*





**Původní vegetace:** vřdyzelené dubové lesy svazu *Quercion ilicis*



Místy se v současnosti sukcesně vrací na místech sekundárních křovitých formací po upuštění od pastvy a pěstování plodin

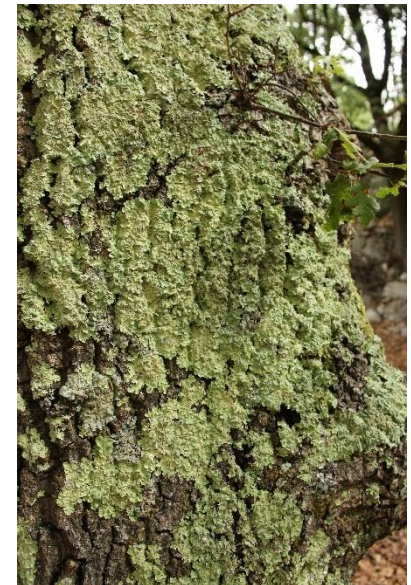


**Původní vegetace:** vřdyzelené dubové lesy svazu *Quercion ilicis*



padlé dřevo, solitérní odumírající  
duby – teplomilní brouci

Epifytické lišejníky – vlhké  
nemrazivé zimy a jara, čistý vzduch  
Foto: *Parmelia caperata*



**Sekundární, v současnosti dominující vegetace:** husté tvrdolisté „trnité“ křoviny (macchie, garrigue, tomillares, frygana, šibljak), skalní stepi, řídké tvrdolisté lesy nebo pařeziny (obmýtl 20 let na otop).

Vznikli po antropickém vykácení a vypálení lesů, zásluhou eroze, prosychání a vyčerpání živin se dlouhodobě neobnovuje les.

**Macchie:** vřdyzelené keře a malé stromy o výšce přes 2 m

**Garrigue :** Křoviny (včetně *Quercus coccifera*) o výšce 0,6-2 m,  
bazická půda

**Jaral :** totéž, na silikátové půdě

**Frygana (batha):** nejmenší křoviny (do 0,6 m).



## Charakteristické taxony křovitých formací evropského mediteránu a tvrdolistých lesů

Druhy r. *Arbutus*

na foto *Arbutus andrachne*, Samos



## Charakteristické taxony křovitých formací evropského mediteránu a tvrdolistých lesů

*Liány, např.*

*Smilax aspera*





## Charakteristické taxony křovitých formací evropského mediteránu a tvrdolistých lesů

*Pistacia  
lentiscus*





## Charakteristické taxony křovitých formací evropského mediteránu a tvrdolistých lesů

*Cistus* sp. div.

Např. *C. parviflorus*





## Charakteristické taxony křovitých formací evropského mediteránu a tvrdolistých lesů

*Ceratonia siliqua*





*Ferula communis*



# Evropa

*Euphorbia  
myrsinites*



*Polypodium  
cambricum*



# Afrika – fynbos (z holandštiny: jemný les)

Vysoké křoviny na pískovcích kolem Kapské provincie (fytogeografická oblast Capensis). *Erica*, *Brunia*, *Aspalathus*. Na suchých stanovištích *Restionaceae*, podobné travám. Pro porosty keřů s širšími listy (*Proteaceae*) se používá i slovo *veld*.

Extrémní druhová bohatost – až 2000 druhů / 20 km<sup>2</sup>; například 600 druhů vřesovců (*Erica*) a 100 druhů r. *Protea*. Samčí a samičí rostliny navíc mohou vypadat jinak.

**Horský fynbos** Roste na vlhčích návětrných svazích, velká beta-diverzita vegetace (klimatický gradient v.-z., různé půdy a expozice).  
*Proteaceae*

**Pobřežní fynbos** Roste na geologicky mladším podloží, sušší, písčité půdy, erikoidní keříčky do 1 m výšky. *Proteaceae* o výšce 1-2 m dominují na vápencových výchozech.



*Elegia capensis*; Restionaceae



*Protea cynaroides*



*Brunia stokoei*



*Aspalathus callosa*



# Austrálie

Mediterránní klima se v Austrálii vyskytuje na jz. pobřeží, v jižní Austrálii a v západní Victorii.

Eukalyptové lesy (karri, marri, jarrah, wandoo). Vyšší lesy s různými dominantami, většinou dominují druhy rodu *Eucalyptus*. Dominanty se liší podle úhrnu srážek a acidity půdy. Vřesovce vikarizují *Epacridaceae* (gondwanský charakter rozšíření). Na živinami chudých, příp. suchých půdách se v zóně eukalyptových lesů mohou vyskytnout nízké „erikoidní“ křoviny s druhy rodu *Banksia*.



*Eucalyptus* sp.



# Austrálie

V Západní Austrálii se rovněž vyskytují eukalyptové lesy, na živinami chudých půdách se pod řídkým zápojem uplatňují středně vysoké keře (*Melaleuca uncinata*).

V nejsušších oblastech (Nullarbor) se vyskytují akáciové křoviny.



*Acacia* sp.



# Chile

Křoviny „**matorral**“ rostou na pobřeží a na západním svahu And. Zde mohou růst i ve výšce 2000 m n. m. na kontaktu s alpinskou vegetací.

Jsou to společenstva sklerofylních vždyzelených keřů o výšce 1-3 m (dom.), suchomilných opadavých keřů a trnitých, lodyhou fotosyntetizujících keřů. V bylinném patře rostou cibuloviny, kapradiny, plazivé a prorůstající byliny. Strukturně jsou podobná evropskému mediteránu, ale s americkými druhy (*Cactaceae*, *Bromeliaceae*, *Anacardiaceae*). Fauna je podobná pampě, endemičtí ptáci.

Vzácněji se vyskytují reliktní společenstva s *Nothofagus obliqua* a jehličnany (vlhčí svahy And) a savaně podobná travino-keříčková společenstva s *Acacia cavens* (**espinal**).

# Severní Amerika (kalifornská oblast)

Původně taky vždyzelené a poloopadavé dubové lesy (např. *Q. agrifolia*). Současné křoviny „**chaparral**“ rostou v podhůří Sierra Nevady, v pahorkatinách Kalifornie a izolovaně v nižších horách Arizony (*interior chaparral*). Jsou to husté, 1-4 m vysoké křoviny.

**pobřežní šalvějové křoviny (měkký chaparral)** s dominujícím pelyňkem *Artemisia californica* a polokeři (*Salvia mellifera*). Tyto polokeře jsou za sucha opadavé.

## **tvrdý chaparral:**

sklerofylní vždyzelené křoviny s

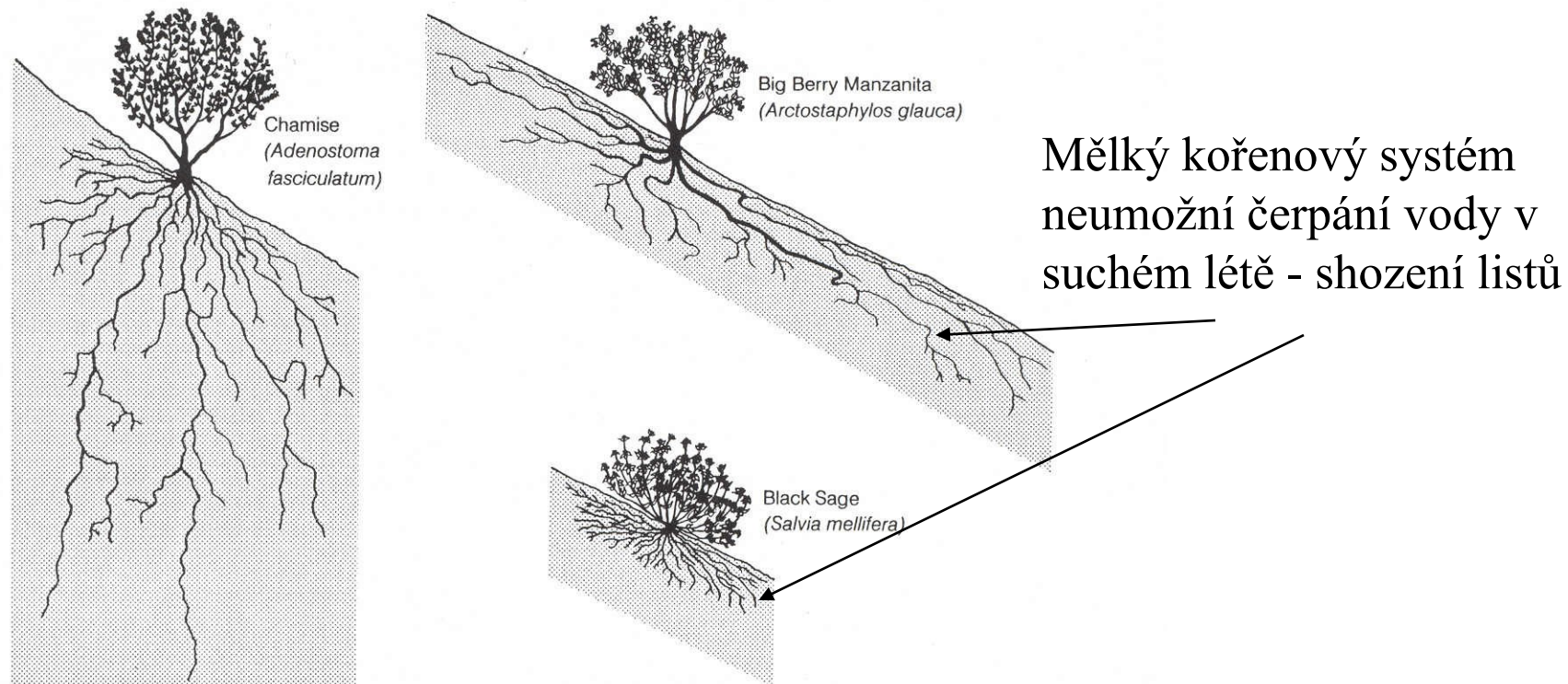
*Adenosoma fasciculatum* →





# Severní Amerika

## Srovnání kořenových systémů měkkého a tvrdého chaparralu: mělké versus hluboké kořeny



**Figure 5.18** Characteristic root systems of chaparral plants in southern California. (After Hellmers *et al.*, 1955.) (Reprinted with permission from H. Hellmers, J. S. Horton, G. Juhren and J. O. O'Keefe, Root systems of some chaparral plants in southern California, *Ecology*, 1955, **36**, 671, 674.)

# Vývoj flóry mediteránního klimatu

Druhově bohaté flóry i přes malou rozlohu oblastí. Ač zajímá jen 1,8% rozlohy souše, roste zde asi 1/10 druhového bohatství cévnatých rostlin na zemi. V Evropě je to druhově nejbohatší biom.



*Rhus ovata*, chaparral

1170 druhů na Kypru, 6500 druhů východní mediterán, 6000 druhů v Kapské provincii, 2000 druhů v centrálním Chile). Nejnižší diverzita je v chaparralu (900 druhů). Flóry jsou odlišné, ale jejich typické druhy jsou si vzájemně nápadně fyziognomicky podobné. Vznikli pravděpodobně z třetihorní flóry v **glaciálu** adaptacemi na letní sucho. Druhy mediteránní flóry pravděpodobně nikdy moc nemigrovaly a vznikaly v místě jejich dnešního výskytu. V Americe možná návaznost na miocénní flóru (plynulejší migrace při změnách klimatu).



# Adaptace rostlin

*Laurus nobilis*

## A) sklerofylie

- malé listy s tlustou kutikulou, s malým poměrem povrchu k objemu (x suché léto, nadbytek světla a nedostatek dusíku). Někdy listy chybějí a jejich funkci přebírají stonky (*Ruscus*)

- s porovnáním se sukulenty mají sklerofylní listy hodně stomat, ale jsou malá, zanořená a překrytá chlupy nebo voskem.

- někdy spojeno s vertikální orientací listů

- sklerofylní adaptace jsou výraznější u mělčeji kořenících druhů.

- R:S poměr od 0,5 (chaparral) po 1,8 (frygana)

- současně adaptace na časté ohně (obrážení po ohni) a nedostatek dusíku (fixace, mykorrhiza)



# Adaptace rostlin

## B) letní shazování listů

- tzv. za sucha opadavé rostliny (drought-deciduous plants) shazují v suchém létě svoje listy vytvořené v zimě.



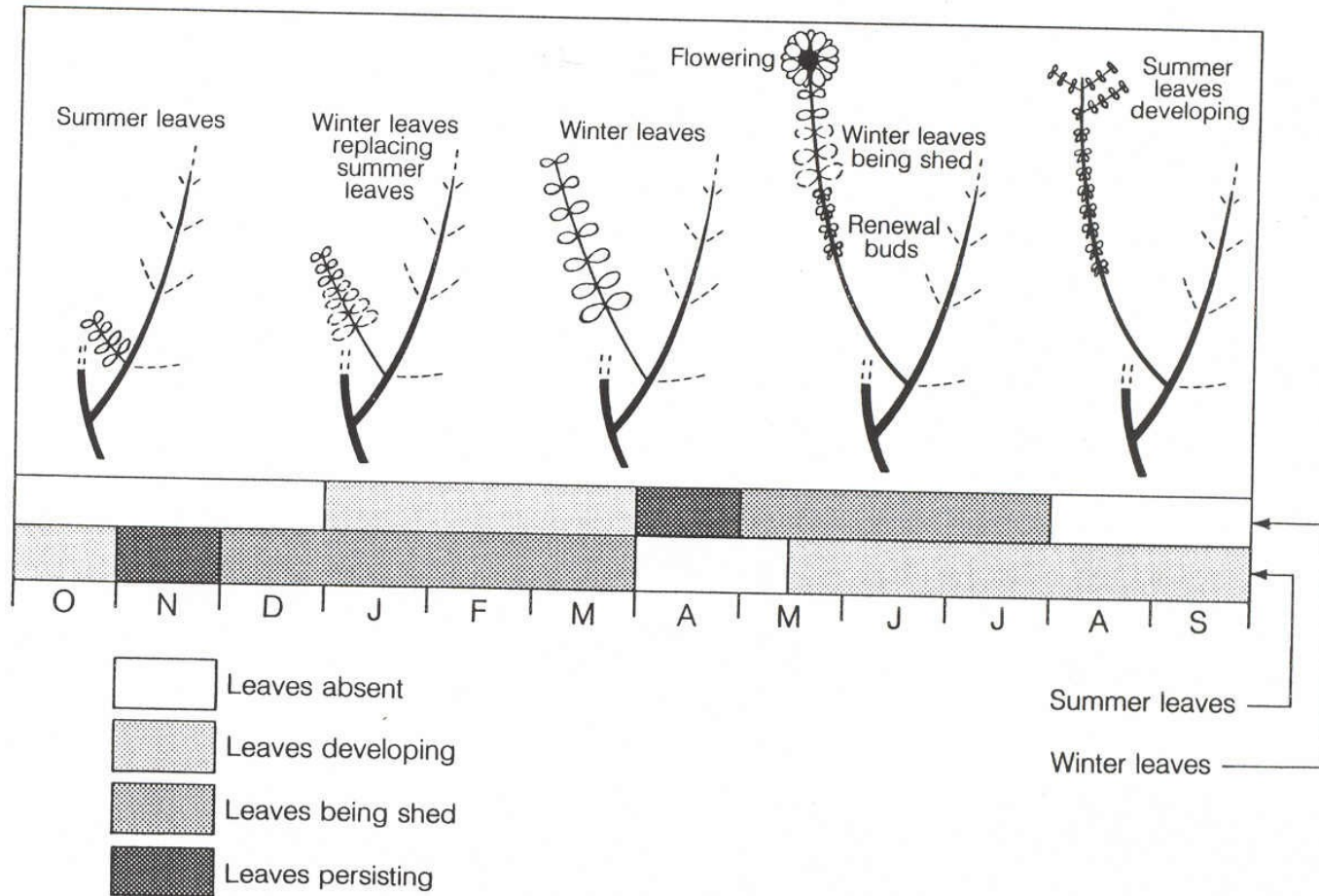
*Euphorbia dendroides*



# Adaptace rostlin

## C) sezónní dimorfismus

- tvorba menších, tzv. letních listů



**Figure 5.17** Seasonal dimorphism in the mediterranean chamaephyte *Teucrium polium*. (After Orshan, 1963.) (Redrawn and modified from G. Orshan, Seasonal dimorphism of desert and mediterranean chamaephytes and its significance as a factor in their water economy, in *The Water Relations of Plants*, eds A. J. Rutter and F. H. Whitehead; published by Blackwell Scientific Publications Ltd, 1963.)

# Adaptace rostlin

## C) liány, plazivé a prorůstající rostliny

*Vitis vinifera, Smilax aspera ...*



## D) kryptofyty

Přežívají suché období ve formě podzemních orgánů, listy a květy vytvářejí v zimě a na jaře. Jejich rozvoj umožňují teplé a vlhké meditaránní zimy



*Gynandriris sisyrinchium*



# Adaptace rostlin

Z jarních kryptofytů se vyskytují i četné orchideje: *Orchis italica*, *Ophrys lutea*, *O. fusca*, *O. holosericea*



# Adaptace rostlin

## E) terofyty

F) kvetení po ohni (využití sníženého zápoje keřů), např. některé *Liliaceae* v jižní Africe

G) pyrofytní „endemiti“ vyskytují se pouze jednu sezónu po požáru a pak „čekají“ na další požár. Mají dlouhověká semena, jejichž klíčení je stimulováno přítomností zuhelnatělého dřeva.



*Hořící fynbos*



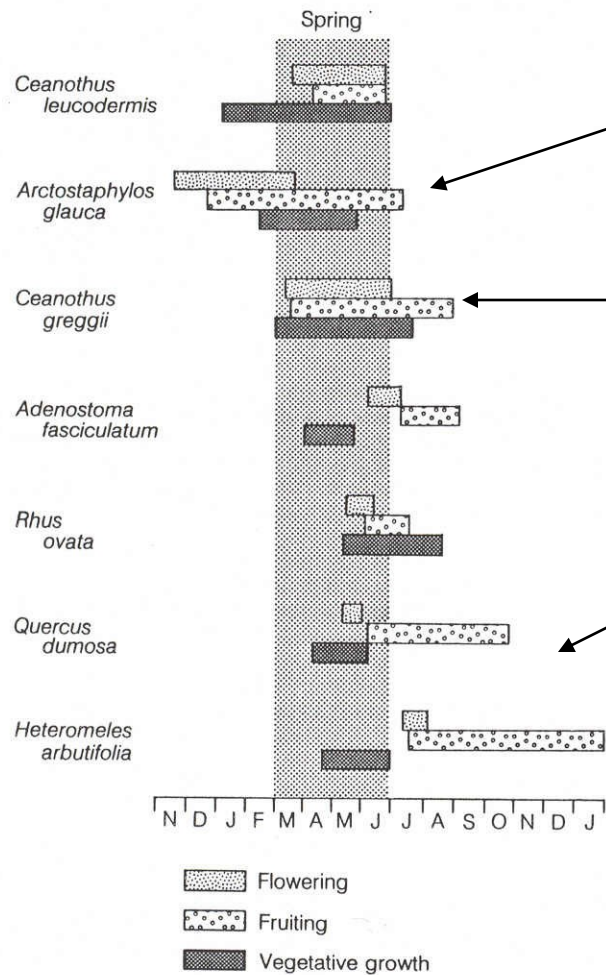
# Adaptace rostlin

**H) tlustá borka** (adaptace na oheň) – *Quercus suber*

## **I) fyziologické adaptace**

- regulace otevírání průduchů
- zpomalení transpiračního proudu
- změny ve vodivosti xylému
- C3 cyklus fotosyntézy
- sezónní změny v intenzitě fotosyntézy
- produkce těkavých látek – odpařováním se povrch rostliny odpařuje a jejich difuze snižuje výdej vody. Zvyšují však riziko požáru.

# Fenologie



Využití zásobních látek k vytvoření květů a plodů před vegetační sezónou

Vznik květů a plodů v době vytváření zápoje

Vznik květů a plodů po vytvoření zápoje.

Pozdní kvetení souvisí s fyziologickými pochody (translokace zásobních látek), vytvářením pupat na čerstvém dřevě apod.

**Figure 5.21** Periods of canopy development, flowering and fruiting for the dominant chaparral shrubs in California. (After Mooney *et al.*, 1977b.) (Redrawn from H. A. Mooney *et al.*, The producers – their resources and adaptive responses, in *Convergent Evolution in Chile and California*, ed. H. A. Mooney; published by Dowden, Hutchinson and Ross, 1977.)



# Živiny

Půdy mediteránních oblastí jsou chudé na živiny, nejvýrazněji se to projevuje v jižní Africe a Austrálii.

- kořenové hlízky pro fixaci dusíku, masožravé rostliny, parazitismus
- vždyzelenost umožňuje uchovávat živiny v listech a čerpat živiny v zimním období. Na začátku vegetační sezóny putují živiny ze starých listů do lodyhy.
- **Co se děje s živinami při letním shazování listů?**

Roční opad mediteránních ekosystémů je 6-14% roční produkce. Živiny jsou před shozením listů reabsorbovány do rostlin, ale 10-15% se s opadem dostává zpět do půdy.

# Živiny

**Dekompozice:** V mediteránních ekosystémech je dekompozice zpomalena díky nízkým teplotám v zimě a suchým podmínkám v létě, ale i díky vysokému obsahu fenolů a ligninu ve sklerofylním opadu. N - uvolňuje se pomalu; P - vázán do nerozpustných sloučenin (odkud se ale může uvolnit díky bakteriím)

## **Vazba živin v půdě a v biomase:**

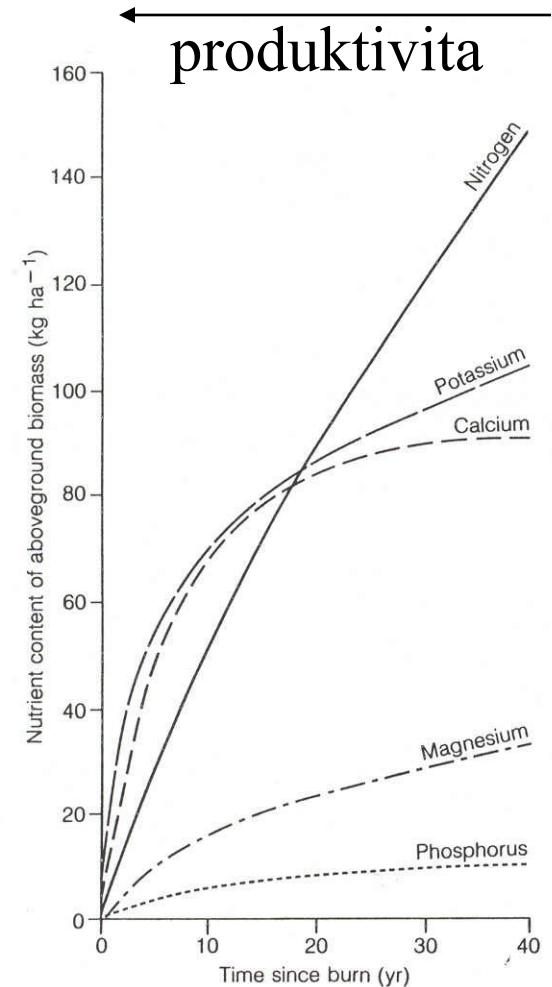
- V chaparralu bylo zjištěno, že drtivá většina živin, hlavně fosforu, je vázána v půdě.
- Z živin, které se rostlinám podaří přijmout jich více než 1/2 zůstane v zásobních orgánech rostlin. Z objemu živin uloženého v nadzemních orgánech je jich 80% vázáno ve dřevě, odkud se uvolňují jen při požáru.



# Oheň



Změny v obsahu živin ve vegetaci chaparralu po požáru



**Figure 5.25** Nutrient uptake after fire in chaparral stands dominated by *Adenostoma fasciculatum* and *Ceanothus crassifolius*. (After Specht, 1969.) (Reproduced with permission from R. L. Specht, A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of mediterranean type climates in France, California, and southern Australia II. Dry matter, energy and nutrient accumulation, *Australian Journal of Botany*, 1969, **17**, 303.)

# Oheň

Obrázení po ohni:

- **obligátní:** rostlina obráží hned po ohni, i když je sucho
- **fakultativní:** po ohni obráží jen malá část rostlin, ale ze semenné banky vyrostou semenáčky. Nevýhodu v obrázení kompenzují tyto druhy velkým množstvím semen.



- ochrana před ohněm

(*Quercus suber*)



# Oheň

Obrázení po ohni:





# Fauna

- velké množství plazů (zejména chaparral) a ptáků (zejména matorral)
- málo velkých obratlovců (špatně se pohybují v macchii) s výjimkou prasat. V Australské oblasti endemičtí obratlovci (například vačnaté šelmy kunovci)
- druhová bohatost hlodavců (např. křečci rodu *Peromyscus* v Americe)
- semenožraví mravenci – myrmekochorie
- v Austrálii a Africe obratlovčí opylovači (ptáci, savci)



vačnatec

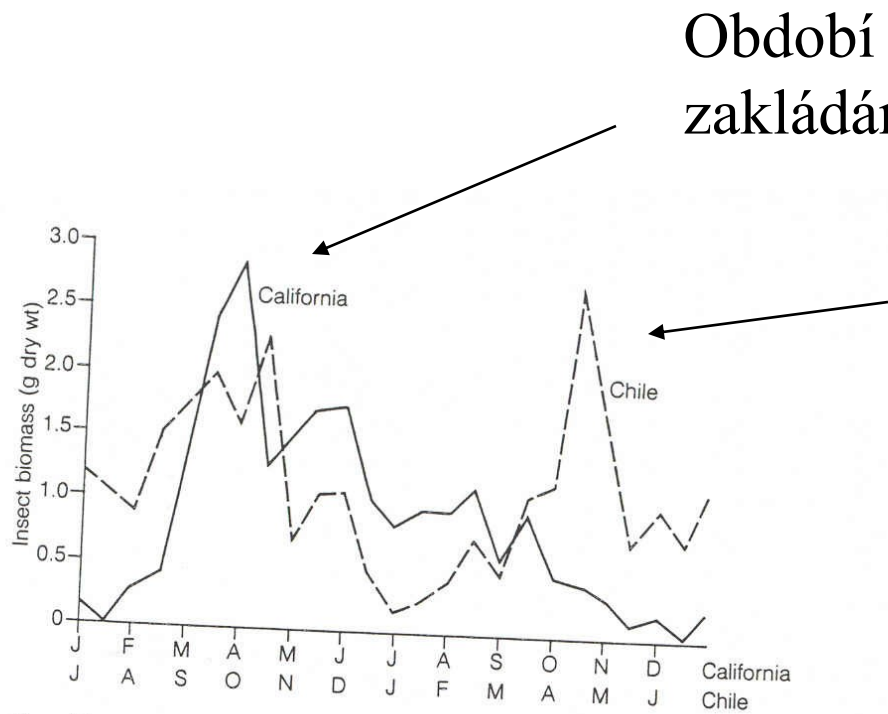
*Tarsipes rostratus*,  
Austrálie



# Interakce rostliny-živočichové

- požívání semen
- herbivorie, včetně defoliace způsobené hmyzem a květní herbivorie

biomasa  
hmyzu



Období maximálního  
zakládání listů a kvetení

V Chile více druhů  
kvete i na podzim

Figure 5.30 Seasonal distribution of insect biomass in me  
(Reproduced from M. L. Cody et al., Convergent evolution  
Convergent Evolution in Chile and California, ed. H. A. Moc

měsíc

in California and Chile. (After Cody et al., 1977.)  
sms of mediterranean Chile and California, in  
den, Hutchinson and Ross, 1977.)

Řada ptáků je  
hmyzožravých

# Azonální biomy v zóně etésiové vegetace:

slaniska, zasolené slatiny, prameniště, mokřady  
(rákosiny s *Arundo donax*), „lužní lesy“





# Azonální slaniska pod tlakem člověka



# Lidský vliv

## - nejvýraznější ve Středomoří

Velmi dlouhá historie vypalování a pastvy, kácení lesů (získávání orné půdy a dřeva). Z lesů vznikly macchie a garrigue.

Změna hospodaření v současnosti (místo pastvy koz vinohradnictví a sadařství) v Itálii a Španělsku způsobuje opětovnou sukcesi ke smíšeným tvrdolistým dubovým lesům (pokud tomu nebrání eroze, deficiencie živin apod.)

Přeměna krajiny člověkem měla za následek zvýšení druhové bohatosti - diverzifikace nik, speciace. Tyto změny se projeví zejména v množství druhů terofytů.

Nové trendy v současnosti: monokultury borovic, eukalyptů apod.  
**Invaze:** v Evropě například agáve, opuncie, akácie, blahovičníky.  
Evropská mediterán je ze všech oblastí ale invadovaný nejméně.



# Lidský vliv



Pařezina s *Ostrya carpinifolia*



# Lidský vliv



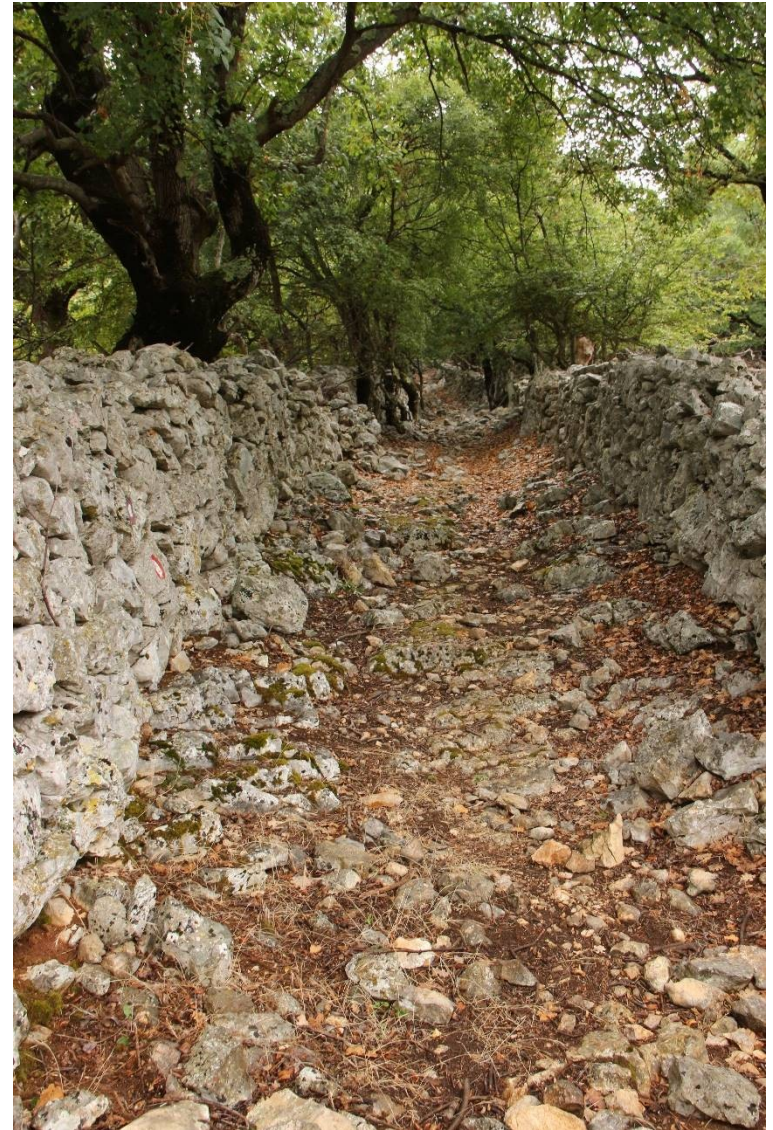
Bývalá políčka, zavlažovaná sladkou vodou z  
Vranského jezera (Cres, Chorvatsko)



# Lidský vliv



Sukcese na bývalých  
pastvinách, cílené zalesňování



Charakteristické zídky