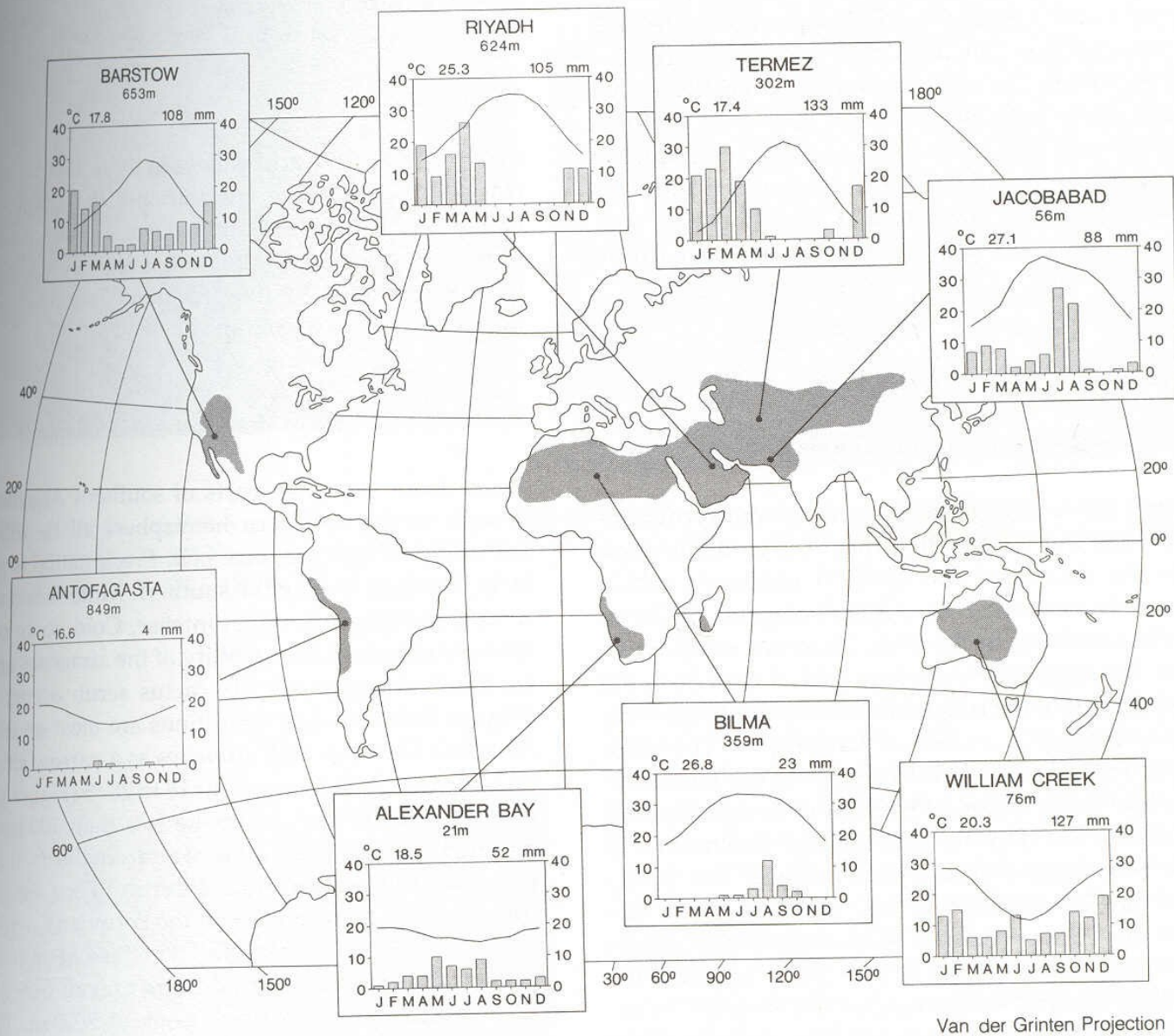


# Pouště a polopouště



**Figure 4.1** Distribution of arid regions 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.





polopoušť – je porostlá řídkce, ale pravidelně





26-35 % zemského povrchu,

většinou mezi 15-30° z. š. nebo ve  
srážkovém stínu.

Hlavním ekologickým faktorem je  
vysoká **aridita**. Ta nastává při nedostatku  
srážek a vysoké evapotranspiraci na  
hrubozrnných půdách. Teplota není tak  
rozhodující, v zimě může být nízká  
(chladné pouště).

# Klima

Průměrné měsíční t. 4-42°C, minimálně 10°C v nejteplejším měsíci. Rozlišujeme horké (Sahara) a chladné pouště (Gobi).

Srážky jsou minimální, většinou < 100 mm (pouště), příp. 100-200 mm (polopouště). Centrální Sahara, Atacama - 1 mm/rok. Když je úhrn srážek vyšší, tak se jedná o jednorázové lijáky (např. v Austrálii zaznamenáno až 280 mm srážek / hod; v Africe vzniká poušť i při úhrnu 500 mm / rok!). V chladných pouštích i voda z tajícího sněhu.

Velké teplotní rozdíly mezi dnem a nocí (až 35 °C) a mezi zimou a létem. Aridní oblasti v okolí Kaspického moře mají rozsah teplot mezi zimou a létem **-22 °C až 25 °C**. V horkých pouštích dopadá na povrch značné množství tepelné energie: - 28% se odrazí (albedo)

- část je latentní teplo (evaporace vlhkosti)

- ohřev půdy a atmosféry (vzduch povrchu až 70 °C, nad povrchem až 50 °C)

# „Půdy“ (substrát)

Silné zvětrávání a eroze způsobují uniformitu pouštních krajin. I když je voda pro organismy v nedostatku, podílí se výrazně na modelaci povrchu. Její rozpínání teplem ve skalních štěrbinách způsobuje rozpad skalního podloží, chladná rosa působí na rozpálené kameny, při lijácích vznikají erozní rýhy - substrát totiž není „zpevněn“ vegetací.

**Aridisoly** se dělí na dva základní typy: s přítomností jílovitého horizontu a bez jílovitého horizontu (ty s jílovitým horizontem se vyvinuly za humidnějšího klimatu než je dnes). Aridisoly mají vysokou koncentraci solí včetně uhličitánů, které tvoří tvrdé vložky v profilu. Místy nalzáme v profilu evaporické krusty solí sodíku.

**Entisoly** (viz savany). Charakteristické pro duny. Jsou slabě vyvinuté a náchylné k větrné erozi. Jsou suché, často alkalické a chudé organickým podílem.



# „Půdy“ (substrát)

## Dělení pouští podle substrátu

*erg* – písčité

*serir* – štěrkovité

*hamada* – kamenité

## Specifikum jílovitých pouští

Zatímco u nás je písek sušší než jíl, v aridním klimatu je to naopak. Dešťová voda se nevsákne tak hluboko a brzy se pak, i za podpory kapilárního vztlínání, odpaří. V kamení zase voda zateče příliš hluboko, takže vlhkostně nejpriznivější jsou pouště písčité. V Súdánu rostou akácie na písku při 250 mm srážek, ale na jílu až při 400 mm.

## Zasolení a čerpání vody

Zasolení způsobuje fyziologickou nepřístupnost vody – osmotický tlak (tedy koncentrace solí) v rostlině musí převážit nad tlakem půdního roztoku. Též existují mechanismy k vylučování solí.

# Vývoj pouštní flóry

Aridní (polo-) pouštní podmínky existují pravděpodobně od devonu. Pouštní flóra snad vznikla v miocénu a expandovala během chladných, ale suchých období pliocénu. Řada životních forem úspěšně adaptovaných na sucho naznačuje dlouhou vývojovou historii pouštní flóry.

**Glaciální a postglaciální změny:**

Sahara byla ještě před 5.000 lety stromovou savanou



*Aloe dichotoma*

# Světové pouště - diverzita

**Afrika:** V Sev. Africe 3000 druhů rostlin na pouštích, z toho 1/2 na **Sahaře** (ale v centrální části jen 450 druhů). Rozloha Sahary je 9 milionů km<sup>2</sup>. Na dunách rostou vytrvalé trávy a vysoké keříčky (*Ephedra alata*, *Calligonum comosum*). Ve vlhkých depresích *Acacia raddiana*, *Tamarix aphylla*). Halofyty - *Atriplex*, *Salsola*, *Suaeda*. Oázy - *Phoenix dactylifera*. Na poušti **Namib** roste *Welwitschia mirabilis* - vývojově stará nahosemenná rostlina.

**Austrálie:** (polo-)pouště pokrývají 40% území, ca 1200 druhů v aridních oblastech, z toho 41% endemity. Typické druhy r. *Triodia*. Dřeviny - *Eucalyptus brevifolia*, *Acacia aneura*.

**Jižní Amerika:** diverzita (polo-)pouští od dun po parkovitou krajinu s kaktusy. Stromy rodu *Prosopis*, na zasolených půdách např. *Salicornia fruticosa*. V extrémním srážkovém stínu je poušť **Atacama**. Na jihu kontinentu je zóna zimních mlh, kde roste mj. *Tilandsia palacea* - je zcela závislá na vlhkosti uchycené na listech.





Welwitschia mirabilis HOOK. f.  
©Thomas Schoepke

# *Welwitschia mirabilis*

Samčí rostlina ↓



Welwitschia mirabilis HOOK. f.  
©Thomas Schoepke



Welwitschia mirabilis HOOK. f.  
©Thomas Schoepke

← Samičí rostlina



# Světové pouště - diverzita

**Severní Amerika:** horké „nížinné“ pouště ve srážkovém stínu (Údolí smrti). Vysoká diverzita. **Sonorská poušť** má „subtropický“ charakter a se vyznačuje vysokou diverzitou druhů čel. *Cactaceae* (*Cereus giganteus*, *Opuntia* sp.). S nimi početně rostou malé keře (*Larrea tridentata*, *Ambrosia dumosa*). Horké pouště temperátního charakteru jsou **Mojavská poušť** (Las Vegas) a **Chihuahuan** (El Paso)

**Asie:** Kontinentální klima, řada přechodů step - poušť - slanisko. **Slané pouště** např. v Turkmenistánu a u Kaspického moře - *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*. Až 50 druhů rostlin (převážně terofytů) na 1 m<sup>2</sup>.

**Horké pouště** - převládají efemery a vytrvalé druhy aktivní jen část roku (*Poa bulbosa*, *Carex physodes*). Nejsušší pouště jsou téměř bez bylinného patra, rostou zde hlavně trávy a nízké keříčky.

**Chladné pouště** - poušť **Gobi**.

# Světové pouště - diverzita

**Evropa:** k polopuštím se někdy řadí i biotopy u města Almeria ve Španělska ve srážkovém stínu Sierra Nevady s výskytem saharských druhů *Stipa tenacissima* a *Lygeum spartum*.



## Polopoušť' nebo step?

Podle některých autorů by v polopoušti neměli být trávy, pelyňky a byliny, ale prakticky jen keře a sukulenty. V kontinentální Asii je však gradient step – poušť velmi pozvolný. Většině aridních biotopů se v ruské geobotanice říká step, biotopům na obrázku např. *pouštní step*.



nora

duna

*Caragana bungei*

*Čujská step, Altaj, Rusko*



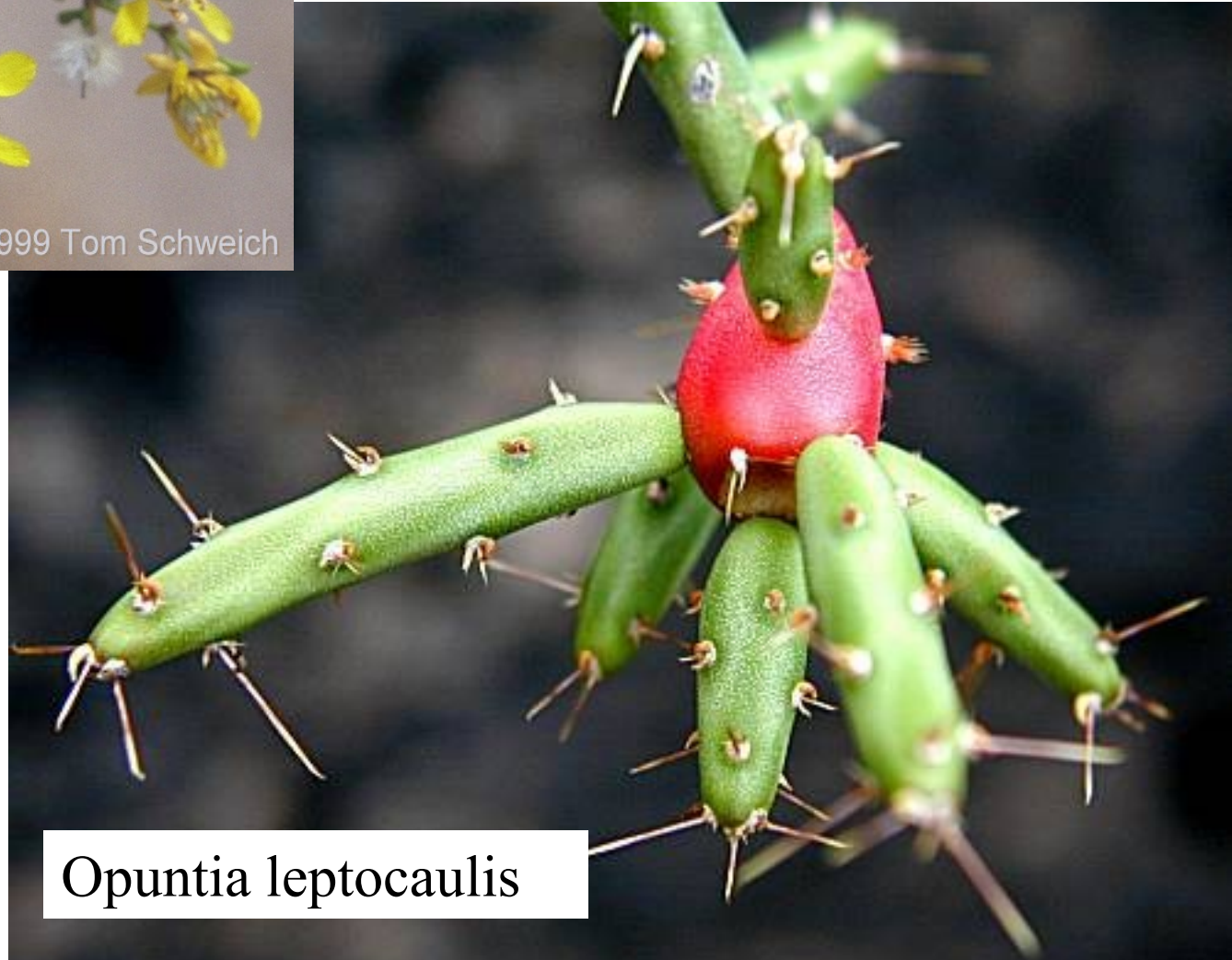


Severní Amerika: temperátní  
pouště

*Larrea tridentata*



©1999 Tom Schweich



*Opuntia leptocaulis*



# Severní Amerika: temperátní pouště



*Ephedra nevadensis*

[http://www.molbio.princeton.edu/courses/mb427/2001/projects/10/Ephedra\\_nevadensis-1.jpg](http://www.molbio.princeton.edu/courses/mb427/2001/projects/10/Ephedra_nevadensis-1.jpg)

<http://botit.botany.wisc.edu/courses/img/bot/401/Gnetophyta/Ephedra/E%20nevadensis%20habit%20DW%20.jpg>



*Yucca brevifolia*

<http://gecko.gc.maricopa.edu/glendalelibrary/images/Yucca%20brevifolia-7.jpg>





# Středoasijské pouště

**Kazachstán, Uzbekistán, Turkmenistán, Čína, Mongolsko ...**

Balchaš





# Středoasijské pouště



časté zasolení



puštní dlažba

(eolické procesy – odnos a vytrídění)



# Středoasijské pouště

*Haloxylon ammodendron* – „saxaul tree“, porosty připomínají lesy (netopýři, zdroj dřeva)





# Středoasijské pouště



*Krascheninnikovia ceratoides* –  
poštní stepu, trochu vlhčí pouště;  
dosud jako reliktní v Rakousku





# Adaptace rostlin

## **Drought-escaping plants (suchu unikající rostliny)**

jednoletky, které rostou a plodí jen za takové vlhkosti, která je dostatečná k dokončení jejich životního cyklu.

## **Drought-evading plants (suchu vyhýbající se rostliny)**

nesukulentní vytrvalé rostliny, které omezují růst na vlhké období. Např. opadavé keře - dormantní v suchém období.

## **Drought-enduring plants (sucho snášející rostliny)**

např. xerofytní keře s rozsáhlým kořenovým systémem a ekofyziologickými adaptacemi na sucho

## **Drought-resisting plants (suchu odolné rostliny)**

sukulentní vytrvalé rostliny - vodu drží v pletivech a využívají ji šetrně (CAM-rostliny).

# suchu unikající rostliny - jednoletky

Podíl jednoletek ve flóře území je inverzní k množství a pravidelnosti srážek v oblasti. Pouštní jednoletky mají mělký kořenový systém a rychlý cyklus od vyklíčení k vysemenění. Průměrně kolem 8 týdnů, ale uváděno je i 8 dnů (*Boerhaavia repens* na Sahaře). Tyto rostliny reagují středně silné srážky (25 mm), při nižších ještě neklíčí a při vyšších se ze semen vyplavují látky stimulující růst. Jiným případem je hygroskopické otevírání plodů (*Anastatica hierochuntica* – růže z Jericha)

Ve vyjíměčně mokrých letech mohou přežívat jako fakultativně vytrvalé rostliny. Pouštní jednoletky lze rozdělit na **jarní** a **letní** podle požadavků na teplotu při klíčení.

Diverzita jednoletek se vyvíjela v interakci s opylovači (různý tvar a barva květů a doba jejich otevírání), ale i s vyššími živočichy (většina vyšších živočichů v poušti je semenožravých).

# suchu unikající rostliny - jednoletky

## Denzita semen v půdě, dormance semen

V Sonorské poušti bylo zjištěno celkem **4.000-104.000 semen / m<sup>2</sup>**. Semena se hromadí zejména na závětrných místech.

Klíčení je nejčastěji indikováno teplem nebo vlhkem. Řada rostlin má tzv. „vodní hodiny“ - pozná, kdy je vlhkost okolí už dostatečná. Semena jsou uzavřena v různých zdřevnatělých, trnitých apod. útvarech na uvadlé rostlině po dobu měsíců až let a uvolňují se až po zvlhčení nebo při mikrobiálním rozkladu těchto útvarů. Na zemi pak klíčí okamžitě.

**Heteroblastie** byla zaznamenána u některých druhů v saharsko-arabské oblasti. Požadavky na klíčení se liší mezi různými semeny vytvořenými na téže rostlině (*Aegilops ovata*)

**Amfikarpie** - jedna rostlina vytváří podzemní i nadzemní plody. Podzemní plody produkují semena velká a velmi tolerantní k suchu, nadzemní plody semena malá, rozšiřovaná větrem po jejich uvolnění z květenství. Např. *Gymnorrhaena micrantha*.

# suchu vyhýbající se rostliny

Podobně jako jednoletky jsou aktivní jen ve vlhkém období. Nadzemní orgány jsou za sucha dormantní a rychle reagují na zvlhčení půdy - např. nové kořeny *Carex pachystylis* vyrostou za 12 hod. po zvlhčení.

Kořeny jsou soustředěny v hloubce 5-10 cm, u geofytů hlouběji (40 cm). Hlouběji kořenící geofyty tvoří nadzemní orgány jen ve velmi vlhkých letech.



*Rheum  
tataricum*

oddenky



# sucho snášející rostliny

Většina pouštních vytrvalých rostlin. Fotosyntetizují víceméně po celý rok a proto musí nahrazovat v suchém období ztrátu vody, ke které dojde při transpiraci. Jejich rozsáhlý kořenový systém proniká **hluboko** (8-10 m, u rodu *Prosopis* zaznamenáno až 53 m !!!). Nebo naopak rozprostření kořenů pod povrch (kopmetice o vodu). Obrovský R:S poměr. Listy redukované, nebo v suchém období opadávají (*Retama raetam*, *Kleinia nerifolia*). Klony dlouho vytrvávají (až tisíce let!).

**anatomické adaptace** - impregnace buněčných stěn, např. voskem, xeromorfózy.

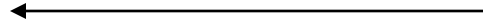
**fyziologické adaptace** - nacházíme zejména u pouštních halofytů: CAM cyklus, ředění solí vodou uchovávanou v dužnatých listech, vylučování solných krupějí (*Tamarix*), kořeny nepřijímají Na ionty, uzavírání průduchů apod.

**poikilohydrické druhy** – přežijí kompletní vysušení – mechy, lišejníky, vraneček *Selaginella lepidophylla*

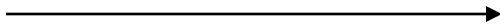




*Kleinia neriifolia*



*Retama raetam*



# Suchu odolné rostliny

## Sukulenty

### Adaptace:

- **zadržování vody v pletivech.**

Sukulenty nerostou na nejsušších pouštích a ani tam, kde někdy může mrznout (chladné pouště).

- **ostny.** Brání se herbivorům, ale i vedro. Zjistilo se, že se pletiva ostnitých rostlin nepřehřívají

- **CAM cyklus**





# Suchu odolné rostliny

*Yucca brevifolia* (Joshua tree): i v poušti orientuje své listy vždy tak, aby maximalizovala intercepci slunečního záření. V chladnějším prostředí neroste a hyne.

[www.rarepalmseeds.com](http://www.rarepalmseeds.com)



*Hultemia persica*



# Produkce pouštní vegetace

Aby rostliny rostly, potřebují ca 25-75 mm srážek / rok (jednoletky - ca 15 mm/rok, vytrvalé rostliny ca 40 mm/rok).

PP pouští: 0-200 kg/ha/rok

PP polopouští: 200-1200 kg/ha/rok

Průměrná roční produkce dosahuje 20-40% biomasy u opadavých vytrvalých rs.; 10-20% u vždyzelených). V chladných pouštích je tato hodnota asi jen 5%.

Nízké hodnoty PP jsou spojeny s vysokým poměrem R:S (*Ceratoides lanata* v Sev. Americe 6,8).

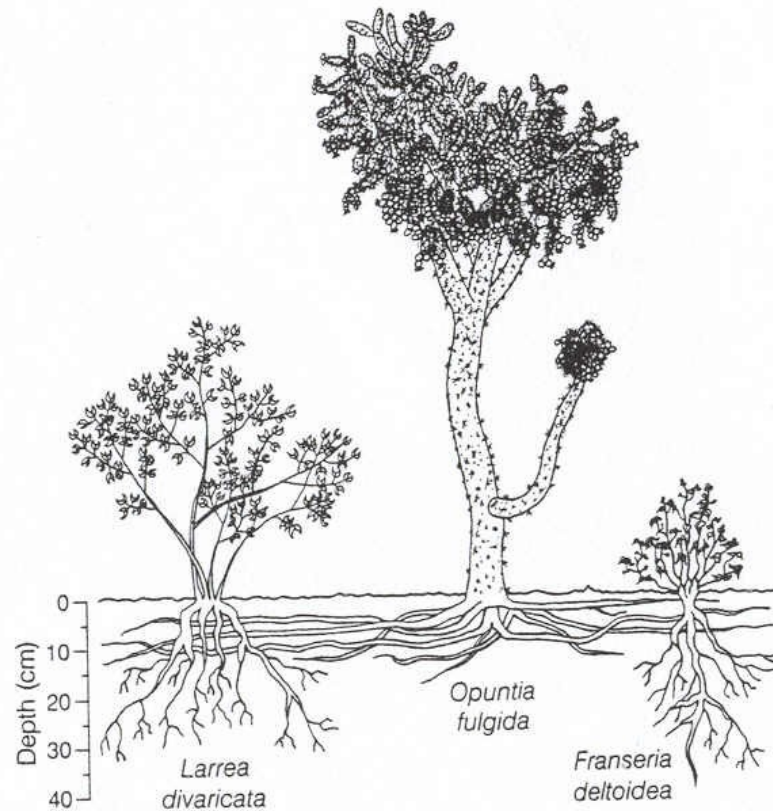
Řada pouštních rostlin má  
ale R:S pod 1.





# Interakce mezi druhy

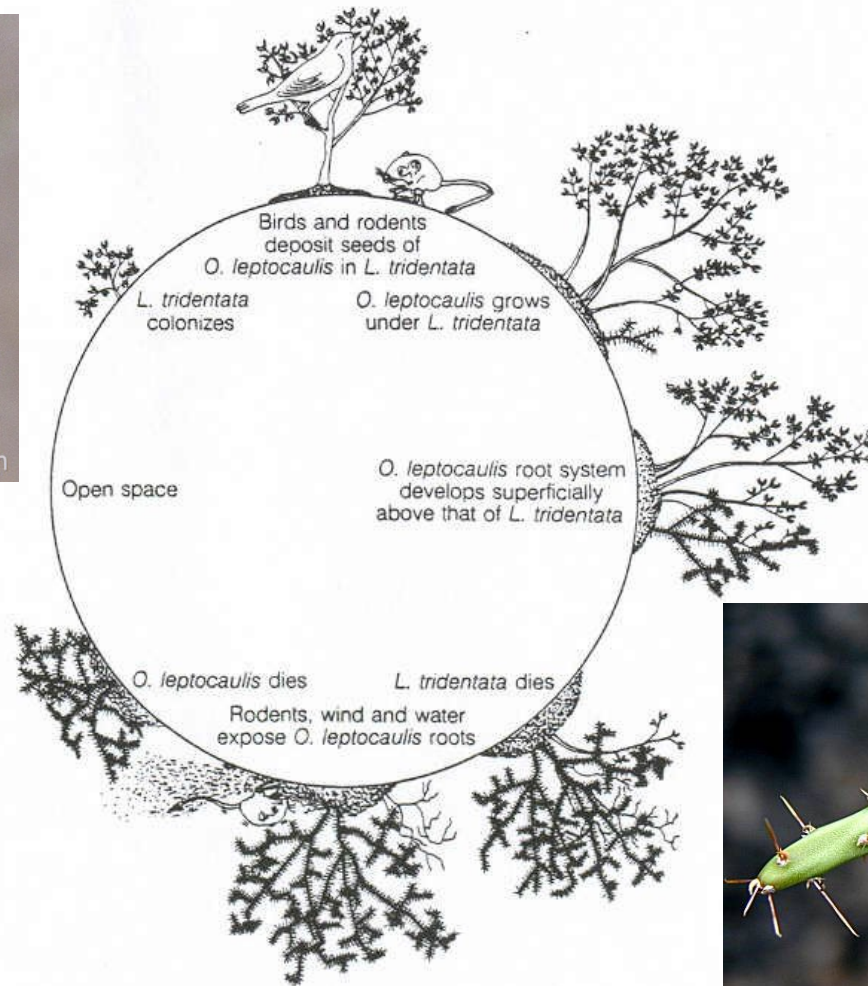
- mezi dominantami rostou jen druhy s odlišným kořenovým systémem



**Figure 4.31** Vertical differentiation in the root systems of *Larrea tridentata*, *Franseria deltoidea* and *Opuntia fulgida*. (After Yeaton *et al.*, 1977.) (Reproduced with permission from R. I. Yeaton, J. Travis and E. Gilinsky, Competition and spacing in plant communities: the Arizona upland association, *Journal of Ecology*, 1977, **65**, 592.)

# Interakce mezi druhy

- cyklické střídání 2 druhů na jednom místě



**Figure 4.32** Postulated cyclical replacement of *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern Chihuahuan Desert. (After Yeaton, 1978.) (Reproduced with permission from R. I. Yeaton, A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern Chihuahuan Desert, *Journal of Ecology*, 1978, 66, 655.)

# Interakce mezi druhy

- pravidelné mezery mezi jedinci

Ekologové často na poušti zkoumali, čím jsou způsobené pravidelné rozestupy mezi rostlinami

## **Teorie:**

- rozsáhlý kořenový systém (ale i rostliny s nízkými R:S mají pravidelné mezery mezi jedinci)
- pravidelné mezery snižují kompetici o vodu
- pravidelné mezery neexistují, shlukovitost je náhodná



# Interakce mezi druhy

- jednoletky a již uchycené keře

**a) pozitivní interakce:** Jednoletky rostou pod již uchycenými vytrvalými druhy - více živin, vlhkosti, ale i více semen.

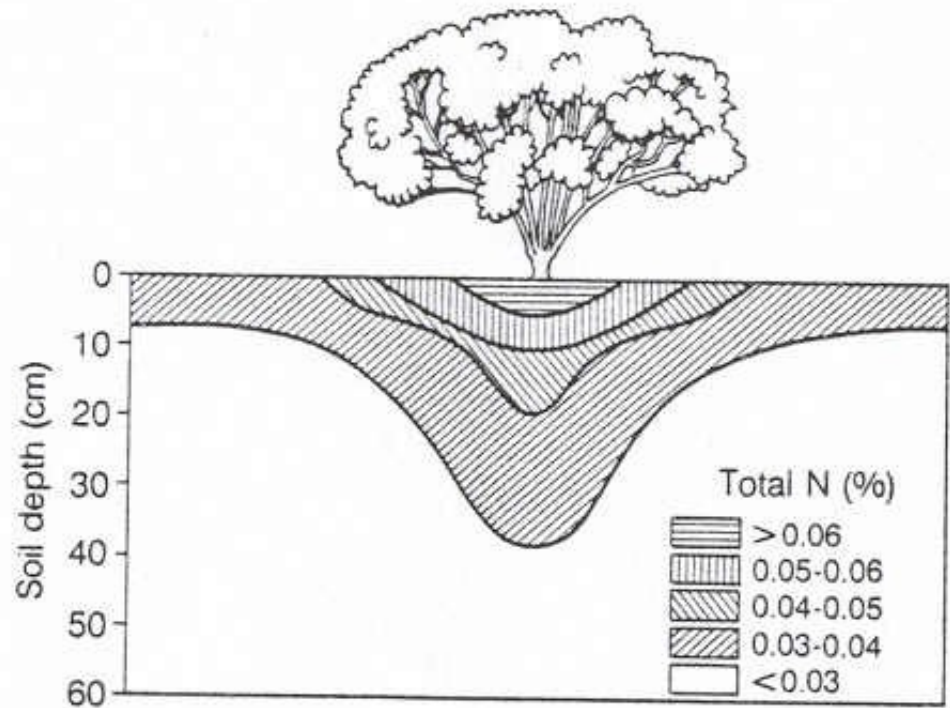
**a) negativní interakce:** Některé keře mají v listovém opadu inhibitory růstu (alelopatie).

# Živiny

**Největší koncentrace živin v půdě na poušti je pod vytrvalými rostlinami.**

**Proč?**

- vyšší přísun org. opadu
- vyšší aktivita dekompoz.
- skrývající se živočichové



**Figure 4.34** Nitrogen concentrations beneath mesquite (*Prosopis juliflora*) in Arizona desert soils as a function of canopy spread and depth. (After West and Klemmedson, 1978.)

# Živiny

Rozklad opadu 2-14 let.

80% živin vázaných v biomase je v kořenech

Půdy jsou chudé přístupným dusíkem. Chybějí rostliny fixující vzdušný dusík, tuto roli mají jen volně žijící řasy a krusty lišejníků. Zisk dusíku není ale o moc větší než jeho ztráta denitrifikací.

Prísun dusíku je vyšší ve vlhčích obdobích, kdy je vyšší aktivita mikroorganismů v půdě. Při fertilizaci pastvou (N) se zvyšuje produkce pouštních rostlin (prokázáno u *Kochia sedifolia* v Austrálii)

## Herbivorie

Pletiva rostlin jsou silně lignifikovaná a prosycená voskem, proto jsou jen málo ožírána. U *Larrea tridentata* sežerou drobní savci 2% PP a kobylinky další 2%. Více než spásání zelené hmoty se na poušti ekologicky uplatňuje požívání plodů a semen.



# Živiny

lišejníkové a sinicové krusty  
poutající dusík z ovzduší

*„biological crusts“*



# Užitkové rostliny

**Jojoba** (*Simmondsia chinensis*). Severní Amerika, obsahuje chemikálie podobných vlastností jako velrybí tuk.



Simmondsia chinensis  
Jojoba-male flowers  
PHOTO-Mimi Kamp



# Užitkové rostliny

*Parthenium argentatum*. Severní Amerika, látky podobné gumě.  
*Asteraceae*.

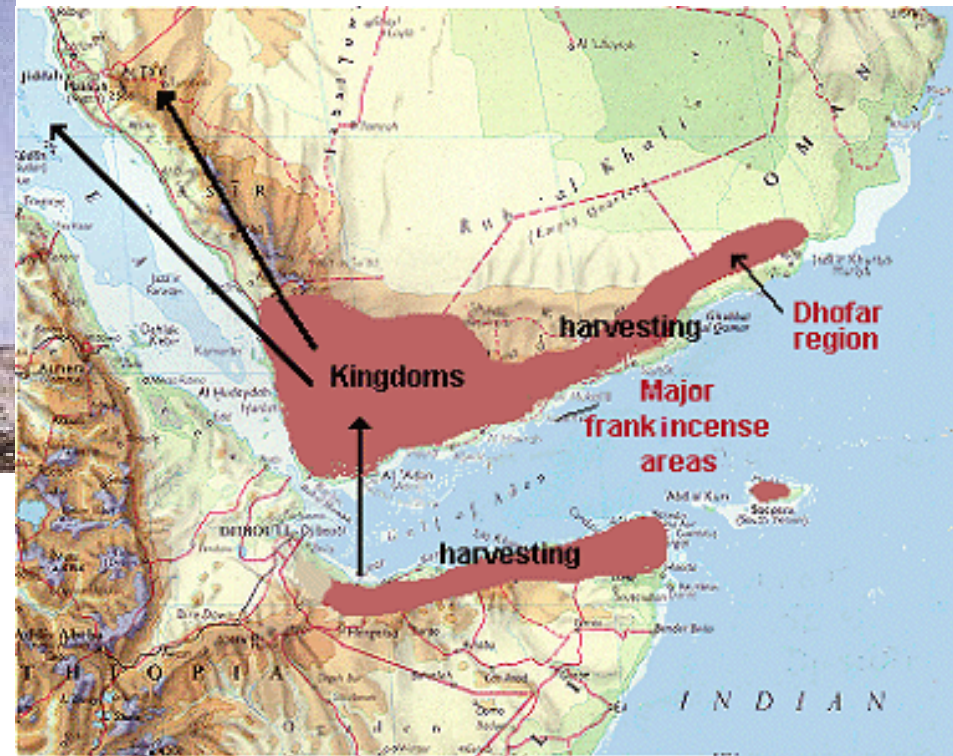


<http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/syllabus2/factsheet.cfm?ID=894>



# Užitkové rostliny

*Boswellia sacra*. Přední Asie, kadidlo.



# Živočichové

Ze Sahary známo 70 druhů savců, 90 ptáků a 100 plazů. Velká diverzita savců je asi pozůstatek „glaciální“ savany.

## **Adaptace:**

- časté migrace, zahrabávání se; inaktivní stádia (kukly)
- úsporné hospodaření s vodou (velbloudi – vypijí 100 l vody a několik měsíců žízní). Suché exkrementy.
- Allenovo pravidlo: zvětšené a prokrvené ušní boltce.
- Skákavý pohyb (nedotýkají se rozpálené země), noční aktivita, zavlažování mláďat vodou
- hodně plazů – vylučují krystalky kyseliny močové, píseční plavci (charakteristický pohyb v písku)
- žáby: dlouhá anabióza a krátký reprodukční cyklus (až jen 1 týden)



# Živočichové

... i dřevokazný hmyz





# Vliv člověka

pastevci **Nomádi**. Stěhují se s deštěm, jejich ovce a kozy jsou plemena adaptovaná na dehydrataci. Nejdelší vliv člověka je v arabsko-saharské oblasti. Při přepasení jsou vytrvalé rostliny nahrazovány jednoletými. Snížení pokrývnosti vegetace vede k erozi a **dezertifikaci**. Během 1980 a 1990 se Sahara zvětšila o 7% (posun 130 km na jih).

**Dezertifikací rozumíme ztrátu produktivní půdy, která nastává při:**

- přepasení
- obdělávání půdy v oblastech se srážkami pod 250 mm/rok
- při „těžbě“ dřevin na palivo, vosk a vlákna
- stavební činnosti (např. silnice pro turisty)
- „off-road“ zábavě (rallye Paříž-Dakar, severoamerické radovánky)
- dlouhodobých suchých obdobích
- umělém zavlažování, které vede k **zasolování** (Aralské jezero)



# Kuriozita – kosená poušť



*Stipa sareptana*



# Kuriozita – kosená poušť

jak to vzniká?

