

Geoinformatické přístupy při výzkumu diverzity planých předchůdců kulturních bobovitých rostlin

Bc. Přemysl DRATVA

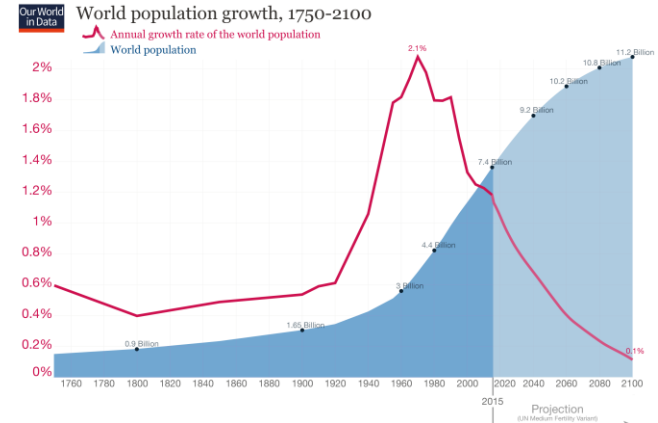
Vedoucí práce: RNDr. Jan Brus, Ph.D.

Konzultant: Doc. Ing. Petr Smýkal, Ph.D.



Úvod

- Počet obyvatel planety neustále roste;
- zvyšuje se spotřeba potravin;
- je nutné každým rokem zvyšovat produkci a výnosnost plodin;
- stále probíhá křížení kulturních (zemědělských) rostlin pro vyšší výnos;
- ovšem genový fond těchto kulturních rostlin má své limity a rostliny tak nejsou odolné např. vůči vyšším teplotám a jiným environmentálním podmínkám;
- → výzkumníci se zaměřují na plané (volně rostoucí) druhy těchto rostlin, aby využili nových genových informací, které kulturní rostliny již nenabízí.
- Existuje nějaká environmentální vazba na tyto rostliny?



Data sources: Up to 2015 OurWorldInData series based on UN and HYDE. Projections for 2015 to 2100: UN Population Division (2015) - Medium Variant. The data visualization is taken from OurWorldInData.org. There you find the raw data and more visualizations on this topic. Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.



Cíle práce

1. Získání globálních environmentálních dat z Google Earth Engine;
2. analýza planých předchůdců bobovitých rostlin (cizrny, hrachu a čočky) a dostupných prostorových environmentálních dat;
3. zkoumání prostorové a genotypové diverzifikace čočky, hrachu a cizrny.

Cicer reticulatum
(planá cizrna)



Lens orientalis
(planá čočka)



Pisum elatius
(planý hrách)



Postup práce

Zpracování bodových dat cizrnny, čočky a hrachu;



výběr, stažení a zpracování environmentálních datových sad;



nalezení environmentálních faktorů, které ovlivňují výskyt zkoumaných rostlin;



vytvoření shluků rostlin na základě environmentálních faktorů;



porovnání environmentálních faktorů s výsledky genotypování;



tvorba výstupů a jejich interpretace.



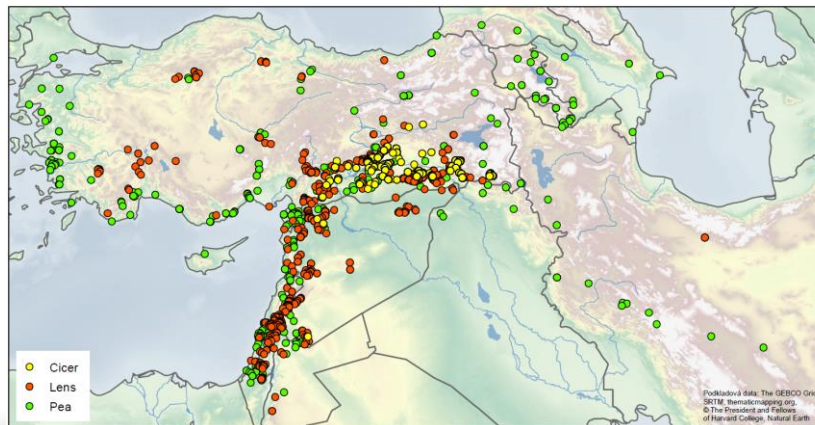
Data rostlin

- 2/3 dat z osobního sběru, zbylá ze světových genobank;
- od doc. Petra Smýkala z Katedry botaniky UP;
- Úrodný půlměsíc, především JV Turecka.

Původní počet rostlin

Rostlina	Latinský název	Počet záznamů	Celkem
Cizrna	Cicer bijugum	203	3226
	Cicer echinospermum	750	
	Cicer pinnatifidum	586	
	Cicer reticulatum	1676	
	neoznačená cizrna	11	
Čočka	<i>Lens orientalis</i>	863	863
Hrách	<i>Pisum elatius</i>	907	907

Lokalizace jednotlivých rostlin



Finální počet rostlin se zdroji dat

Rostlina	Latinský název	Zdroje dat	Počet	Součet	Celkem
Cizrna	Cicer echinospermum	GBIF – Global Biodiversity Information Facility	59	730	2397
		Jens – Jens Berger, CSIRO, Australia	671		
	Cicer reticulatum	GBIF – Global Biodiversity Information Facility	64	1667	
		Jens – Jens Berger, CSIRO, Australia	1603		
Čočka	Lens orientalis	Australian genebank	10	710	710
		GBIF – Global Biodiversity Information Facility	234		
		GBR004 – Millennium Seed Bank Kew	25		
		Israel database – Israel Gene Bank	58		
		Jens – Jens Berger, CSIRO, Australia	192		
		SYR002 – ICARDA (International Center for Agriculture Research in Dry Areas)	114		
		PaulGepts-Alo2011data – Data z publikace autora (Alo a kol., 2011) využívající ICARDA	55		
USDA – Americké ministerstvo zemědělství	22				
Hrách	Pisum elatius	GBIS – Genebank Information System	273	716	716
		Jens Berger, CSIRO, Australia	119		
		NewOne – O. Kosterin, Institute of Cytogenetics	1		
		PeerJ – Data z publikace autora (Hradilová a kol., 2019) využívající USDA, John Innes Center, ICARDA a další	45		
		PLOS One – Data z publikace autora (Smýkal a kol., 2018)	14		
		SciRep – Data z publikace autora (Smýkal a kol., 2017) využívající USDA, John Innes Center, ICARDA a další	232		
		Table_list – USDA, John Innes Center, ICARDA a další	32		

Výběr dat rostlin

GNSS přesnost
1° = 111 km
0,1° = 11,1 km
0,01° = 1,11 km
0,001° = 0,111 km
0,0001° = 0,011 km

- Bodová data rostlin obsahovala mnoho chyb;
- kvůli zamezení chybných výstupů práce musela být data vytržena a zbývající data rozdělena podle přesnosti;
- na základě přesnosti polohy byly vytvořeny tři kategorie:

	příklad	
	lat	lon
přesnost 1 obě souřadnice (lat, lon) mají přesnost alespoň na tři desetinná místa	35,682	36,532
přesnost 2 jedna souřadnice má přesnost na alespoň dvě desetinná místa a druhá alespoň na tři desetinná místa	37,75	39,766
přesnost 3 obě souřadnice mají přesnost alespoň na dvě desetinná místa	35,42	36,28

- byly smazány záznamy, které byly duplicitní (podle ID), obsahovaly málo přesné souřadnice, nacházely se v zastavěné oblasti či na vodní ploše (pro přesnost 2 a 3);
- pro statistickou informaci byl jednotlivým rostlinám přiřazen stát, ve kterém se nacházejí.



Počet rostlin dle přesnosti polohy

Rostlina	Latinský název	Přesnost		
		1	2	3
Cizrna	Cicer echinospermum	710	12	8
	Cicer reticulatum	1652	13	2
Čočka	Lens orientalis	614	53	43
Hrách	Pisum elatius	534	52	130

Environmentální data – Google Earth Engine

- GEE je platforma pro vizualizaci, stahování a analýzu geoprostorových dat v cloudovém prostředí;
- GEE – zdarma pro výzkum, obrovské množství historických i aktuálních dat;
- skriptovací jazyk JavaScript;
- rastrová data se nemusela stahovat, pouze se každému bodu rostlin extrahovaly hodnoty pixelů z rastrů.



Filter scripts... NEW ↻

- Owner (2)
- Writer
 - No accessible repositories. Click Refresh to check again.
- Reader
 - No accessible repositories. Click Refresh to check again.
- Examples
 - Image
 - Image Collection
 - Feature Collection
 - Charts
 - Arrays
 - Primitive
 - Cloud Masking
 - Code Editor
 - User Interface
 - Datasets

```

Imports (1 entry)
  var table: Table users
1
2
3
4 //vložení externí "databáze" názvů států
5 var countries = ee.FeatureCollection("ft:1tdSwUL7Hp0OauSgRzqVT0wdfy17KDbw-1d9omPw");
6 //definování vlastních států, se kterými chci dále pracovat
7 var country_name = ['Syria', 'Turkey', 'Lebanon', 'Cyprus', 'Jordan', 'Israel', 'Iraq', 'Iran', ''];
8 //vyfiltrování států podle country_name, které jsem si definoval před tím
9 var region = countries.filter(ee.Filter.inList('Country', country_name));
10 Map.centerObject(region,5); //Zoom to Study area
11
12 //vložení snímku, se kterým budu pracovat
13 var dataset = ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD13Q1");
14 //snímek, co jsem vybral obsahuje spočítané indexy ndvi a evi
15 var ndvi = dataset.select('NDVI');
16 //nastavení datům, ze kterých budou vybrány snímky
17 var set_date = ee.ImageCollection(ndvi.filterDate('2017-3-01', '2017-3-31'));
18 //ořez snímku podle vybraných států (clip) a vybrání způsobu, jak se budou brát informace z
19 var ndvi_clip = set_date.mean().clip(region);
20
    
```

Use print(...) to write to this console.

```

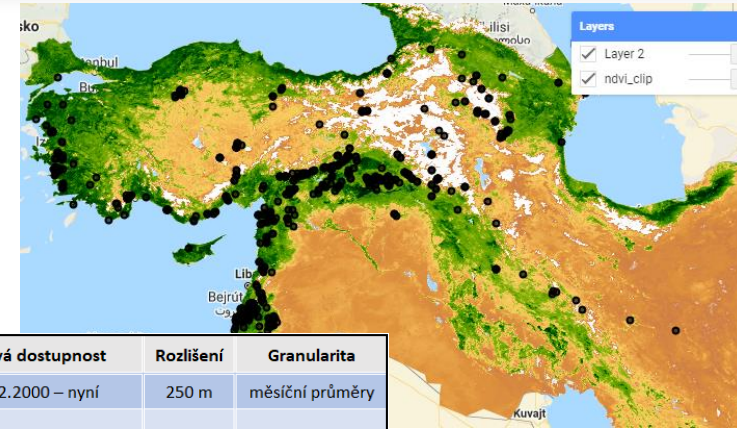
pocetsnimku
2

tabulka
716
    
```



Environmentální data Google Earth Engine

- 14 datových sad



Název datové sady	Popis vrstvy	Časová dostupnost	Rozlišení	Granularita
MOD13Q1.006 Terra Vegetation Indices 16-Day Global 250m	NDVI	18.02.2000 – nyní	250 m	měsíční průměry
TerraClimate: Monthly Climate and Climatic Water Balance for Global Terrestrial Surfaces, University of Idaho	Evapotranspirace	01.01.1958 – 31.12.2015	4,625 km	měsíční průměry
	Palmerův index intenzity sucha			
	Úhrn srážek			
FLDAS: Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET) Land Data Assimilation System	Půdní vlhkost	01.01.1982 – nyní	11,1 km	měsíční průměry
	Evapotranspirace			
	Celkový úhrn srážek			
OpenLandMap Soil bulk density	Hustota půdy v hloubce 0, 10, 30, 60 cm	01.01.1950 – 01.01.2018	250 m	průměr za celé období
	pH půdy v H ₂ O v hloubce 0, 10, 30, 60 cm			
	Typ textury půdy (USDA) v hloubce 0, 10, 30, 60 cm			
	Obsah organického uhlíku v půdě v hloubce 0, 10, 30, 60 cm			
	Obsah půdní vody v 33 kPa v hloubce 0, 10, 30, 60 cm			
Global SRTM CHILI (Continuous Heat-Insolation Load Index)	Index CHILI odvozený ze SRTM	24.01.2006 – 13.05.2011	90 m	1 vrstva

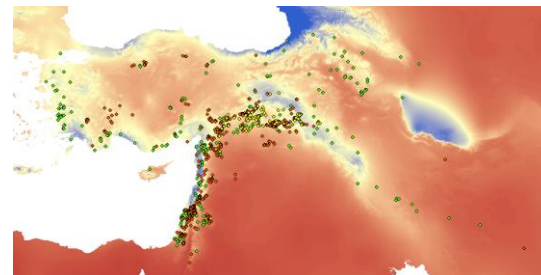
Environmentální data

ostatní datové zdroje

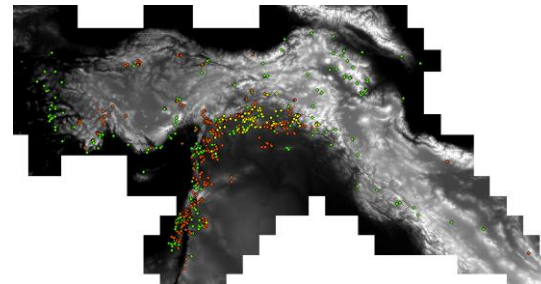
- 28 datových sad

Název datové sady	Popis vrstvy	Časová dostupnost	Rozlišení	Granularita
WorldClim V2	Bioklimatické proměnné Bio1 – Bio19	1970 – 2000	1 km	Měsíční průměry za 30 let
SRTM30	Nadmořská výška	2000	30 m	1 vrstva
Odvozená data ze SRTM30	Orientace svahu	2000	30 m	1 vrstva
	Sklon svahu			
	Topographic radiation aspect index (TRASP)			
	Site Exposure Index (SEI)			
	Integrated Moisture Index (IMI)			
	Heat load index (HLI)			
Compound Topographic Index (CTI)				
Global Land Cover 2000	Krajinný pokryv	2000	1 km	1 vrstva

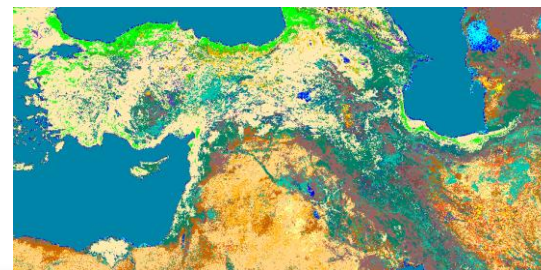
WorldClim Bio12 – roční úhrn srážek



SRTM30



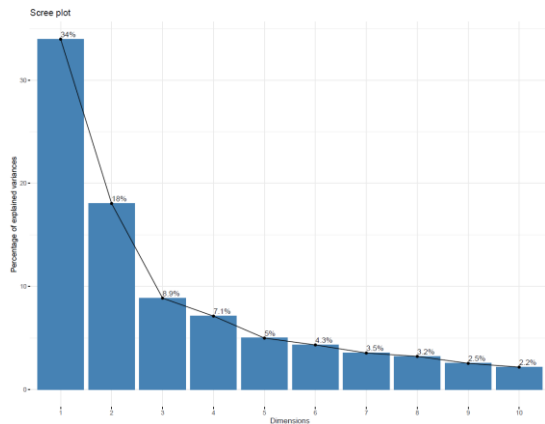
Global Land Cover 2000



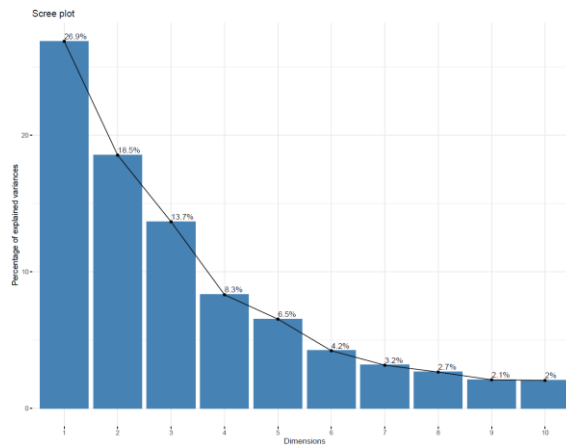
Statistické analýzy

- Statistické vyhodnocení dat probíhalo v programu R Studio;
- pro zjištění důležitosti environmentálních faktorů byla použita PCA a korelační matice.

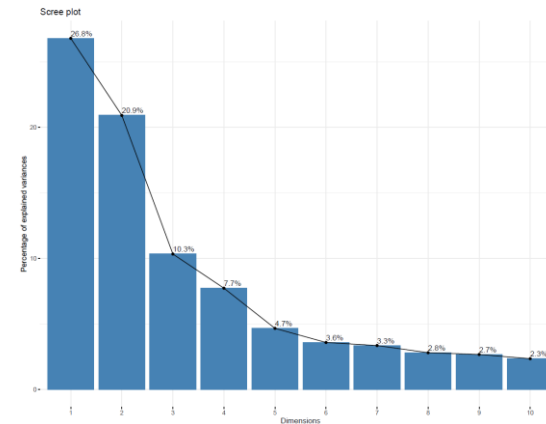
Scree plot – cizrna



Scree plot – čočka



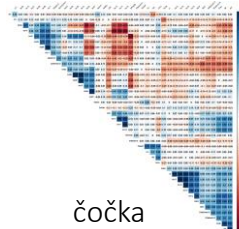
Scree plot – hrách



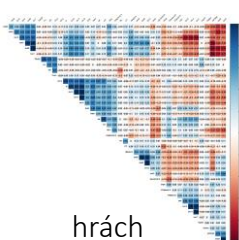
Statistické analýzy



cizrna



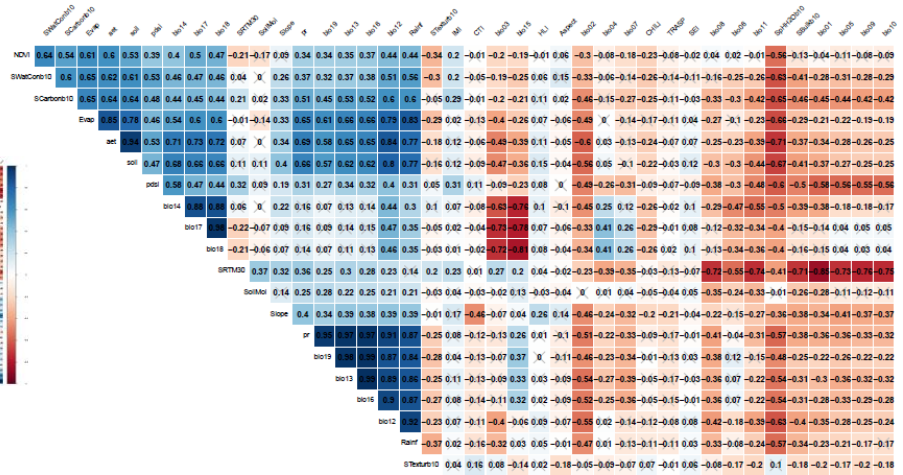
čočka



hrách

41 environmentálních faktorů → 13

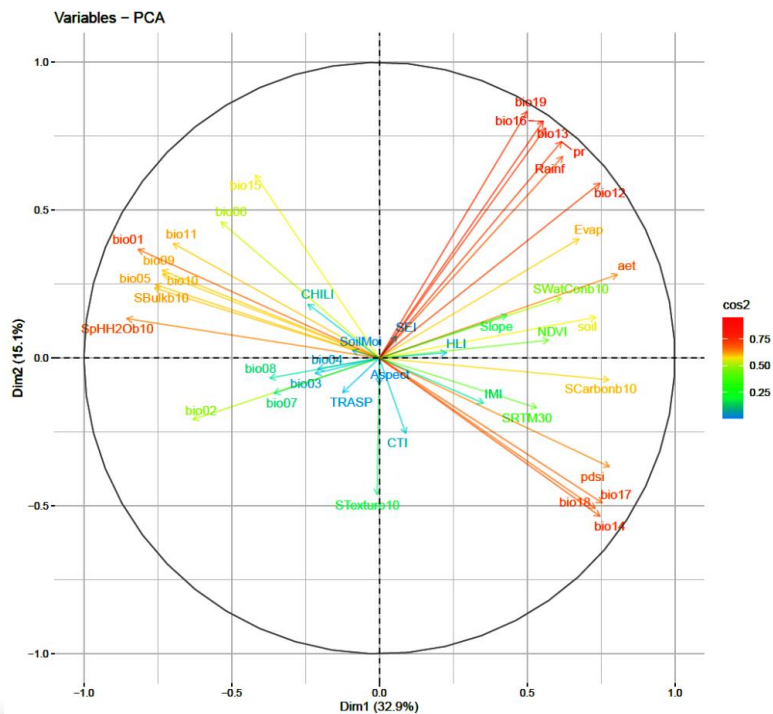
Bio1	Průměrná roční teplota
Bio2	Průměrný denní rozsah teplot
Bio4	Sezónnost teploty
Bio6	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce
Bio12	Roční úhrn srážek
Bio15	Sezónnost srážek
CTI	Index vlhkosti
HLI	Index teplotní zátěže
SEI	Site Exposure Index
Aspect	Orientace svahu
pdsi	Palmerův index intenzity sucha
CHILI	Index CHILI
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index



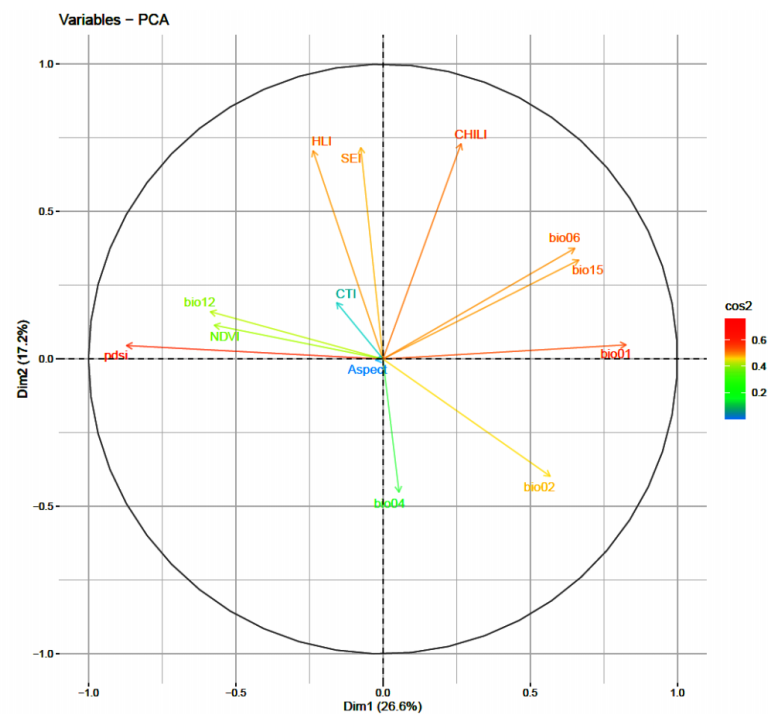
čočka – genové skupiny

Statistické analýzy

Graf komponentních vah (41 faktorů) – čočka

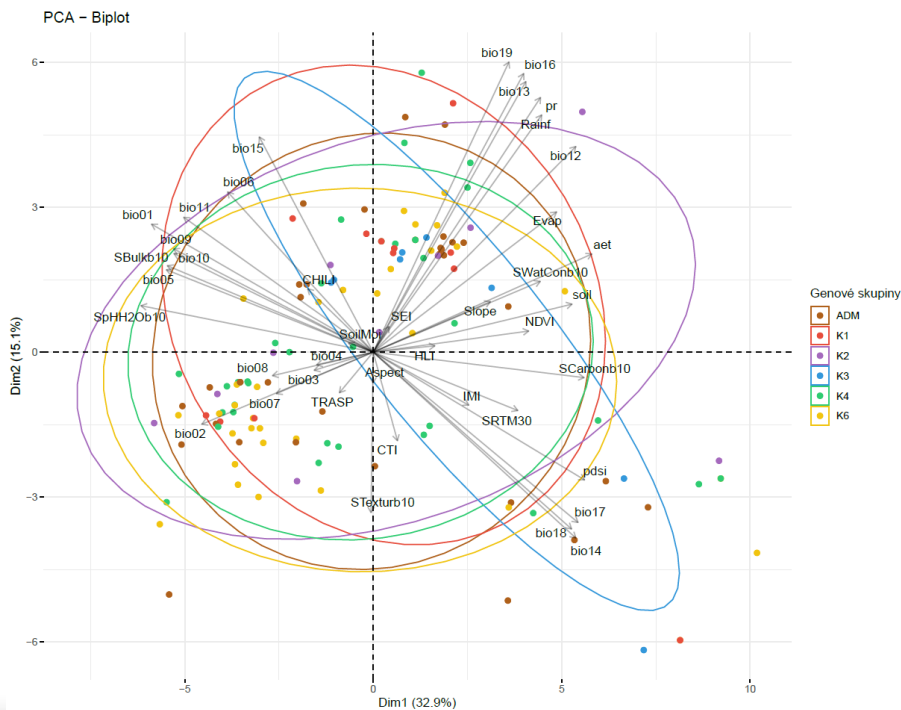


Graf komponentních vah (13 faktorů) – čočka

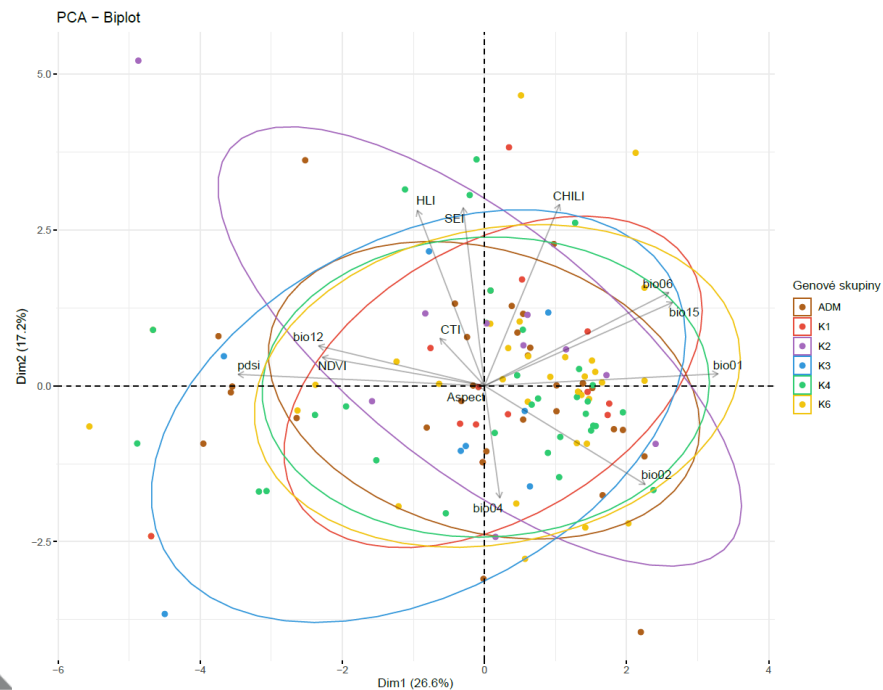


Statistické analýzy

Biplot (41 faktorů) – čočka

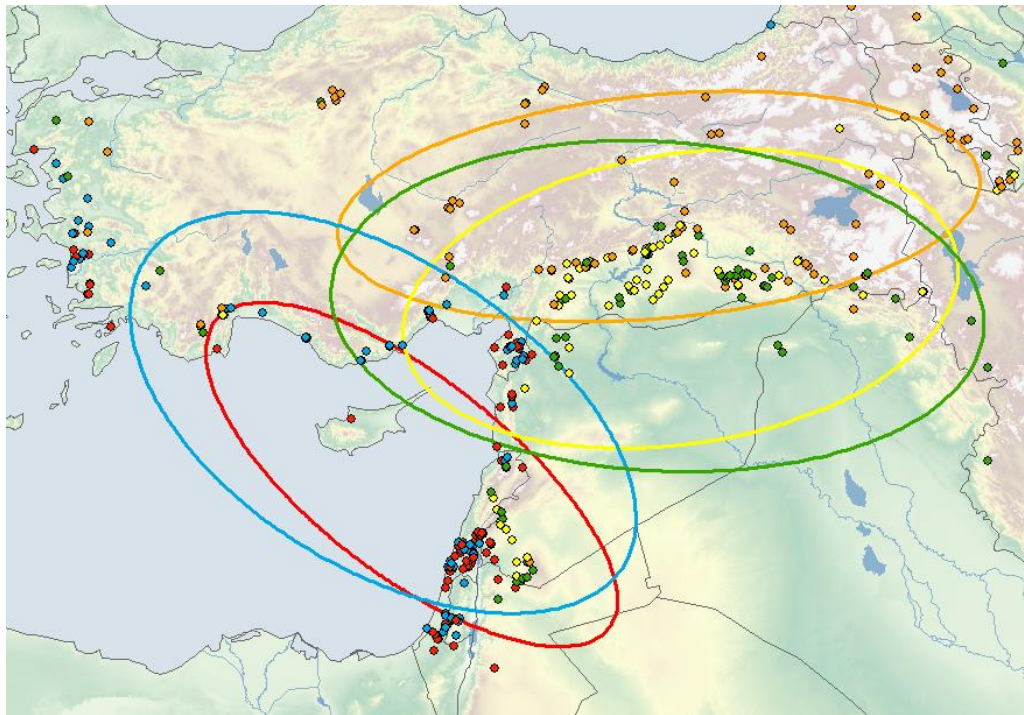


Biplot (13 faktorů) – čočka

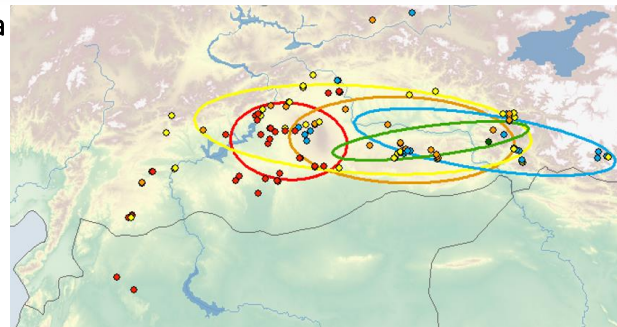


Shlukové analýzy

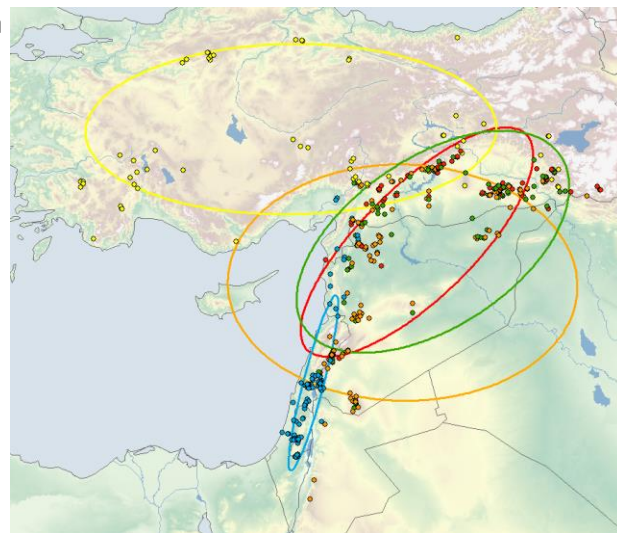
Hrách



Cizrna



Čočka



Shrnutí

Bylo provedeno

- Zpracování dat rostlin a environmentálních datasetů;
- statistické vyhodnocení;
- zjištěny důležité environmentální faktory;
- vytvořeny shluky podle těchto faktorů.

K čemu je tato práce dobrá?

- Výsledky práce budou dále sloužit výzkumníkům Katedry botaniky UP v jejich výzkumu;
- využití nových volně dostupných datových sad;
- byl vytvořen kód do GEE pro další stahování dat;
- byly zjištěny důležité environmentální faktory ovlivňující růst zkoumaných rostlin.



Geoinformatické přístupy při výzkumu diverzity planých předchůdců kulturních bobovitých rostlin

Děkuji za pozornost

Bc. Přemysl DRATVA

Vedoucí práce: RNDr. Jan Brus, Ph.D.

Konzultant: Doc. Ing. Petr Smýkal, Ph.D.

