

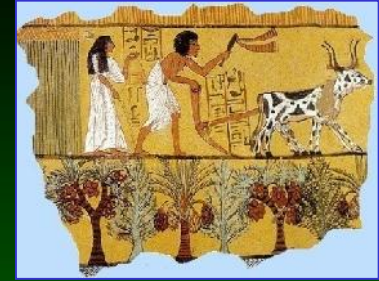
Lidstvo a vývoj zemědělství

Helena Lipavská



Katedra experimentální biologie rostlin
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova

Vznik zemědělství ≈ před 11 000 lety



- Neolitická revoluce ---„Vynález“ zemědělství ???
- Získání know-how a technologie jako dramatická převratná změna ???
- Nevyhnutelný krok ve vývoji lidské společnosti, který je logickým důsledkem rozvoje kognitivních schopností lidí ???
- Posloupnost společností : ● lovecko-sběračské ● pastevecké ● zemědělské ???
- Zemědělství vynalezeno na Blízkém východě, a odtud se rozšířilo do Evropy, Afriky a na Dálný východ. ???

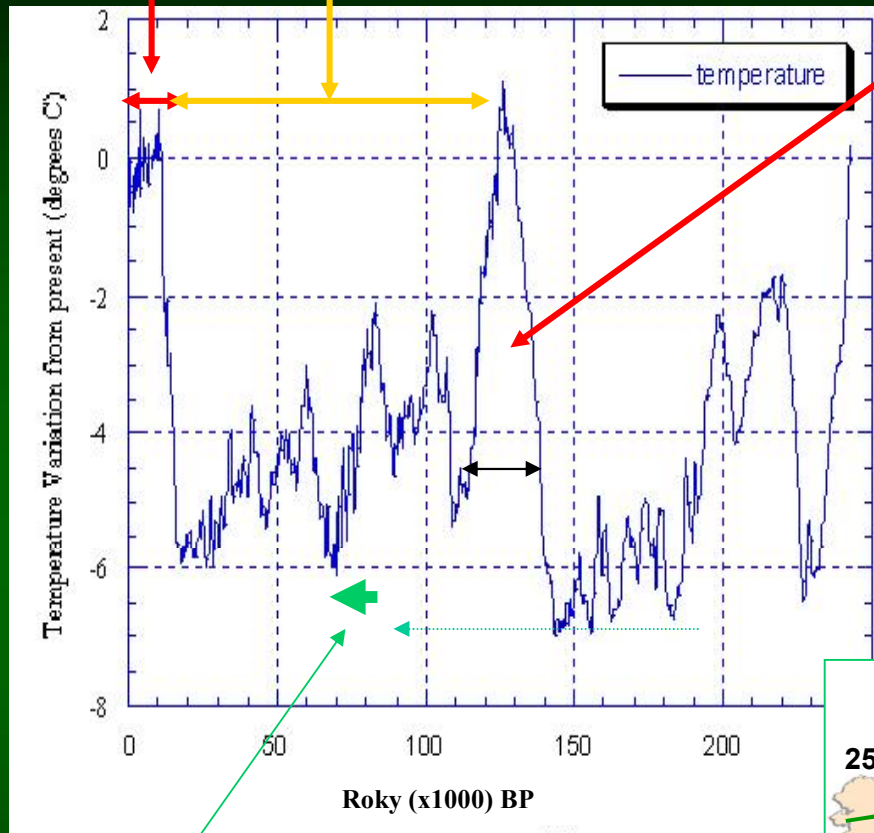


Nové archeologické, geologické, klimatologické, paleobotanické, genetické i ekologické důkazy

⇒ tyto představy neodpovídají pravdě

Holocén 11 500 BP - P

Svrchní pleistocén 126 000-11 500 BP



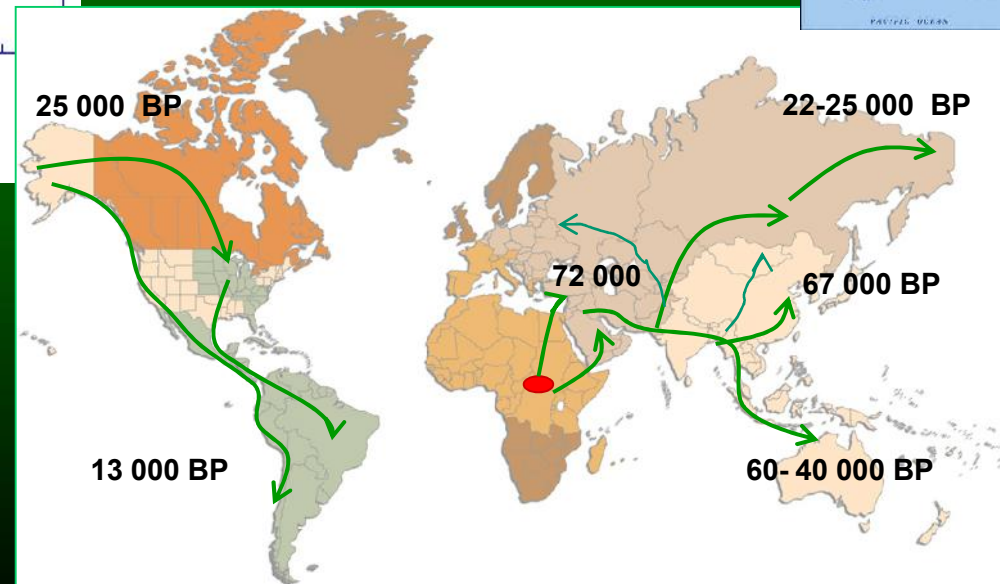
Poté, co se objevily v Africe moderní skupiny *Homo sapiens*, bylo relativně teplé období - doba meziledová mezi **130 000-110 000 BP**

Během této doby migrovaly skupiny lidí do Levanty



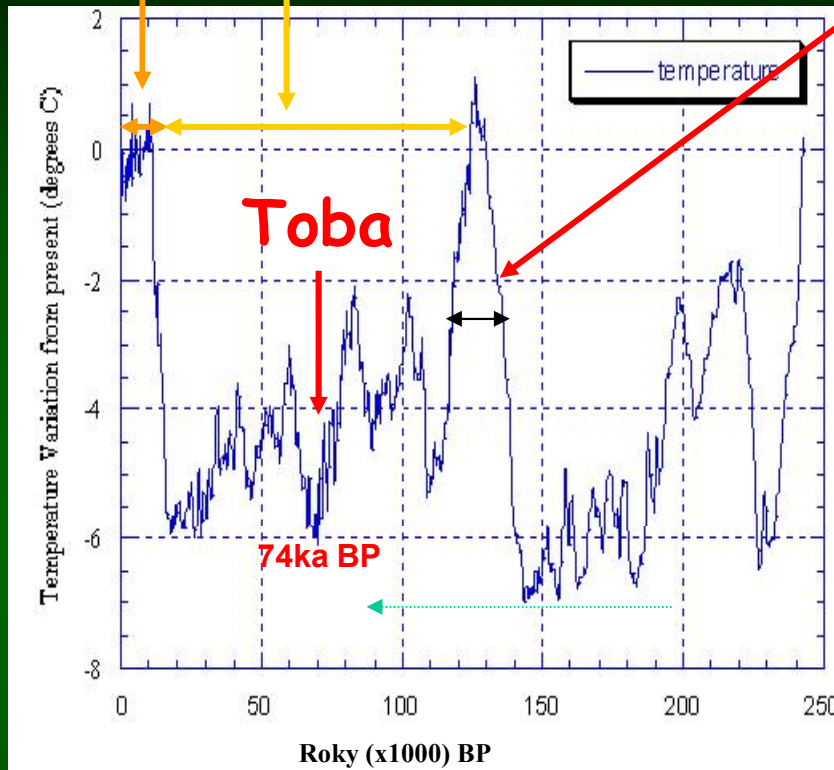
Migrace 75 000 až 70 000 BP, postupně vytlačila existující skupiny *Homo erectus*, *Homo floresiensis* a neandrtálce a asi i předchozí vlny *Homo sapiens*.

Oppenheimer, 2012



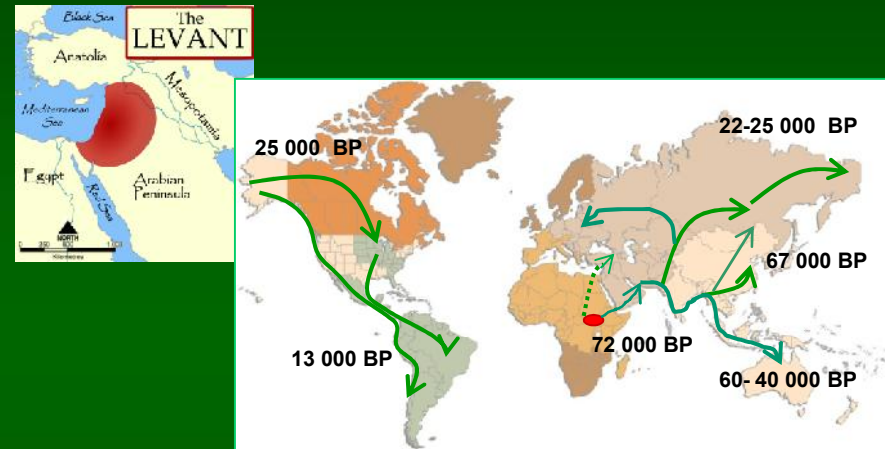
Holocén 11 500 BP- P

Svrchní pleistocén 126 000-11 500 BP



Brzy poté, co se objevily v Africe moderní skupiny *Homo sapiens*, bylo relativně teplé období
- doba meziledová mezi 130 000-110 000 BP

Během této doby migrovaly skupiny lidí do Levanty.



⇒ 6 let- „vulkanická zima „ ... 1000 let- změny klimatu

Jones, 2010, Haslam et al., 2010



Nezemědělské období

50 000 - 11 000 BP

Během posledních 60 000 let bylo nejméně 30 vážných výkyvů, které ovlivnily celou Zemi

Nestabilní klima

⇒⇒ Změna
loveckých/sběračských
zvyků



Lidé žijící na Blízkém východě během mladšího paleolitu (od 40 000 BP) především **karnivorové**

≈ 12 000 - 10 000 BP
především **herbivorové**

proměnlivá závislost na rostlinné potravě

intenzivnější a méně intenzivní využití
rostlin, zejména obilnin

pokusy s jejich ovlivňováním, zpracováním

V Ohalu na pobřeží
Galilejského jezera (Levanta)
lidé zpracovávali pšenici,
ječmen a další obilniny na
mouku již před 23 000 lety.





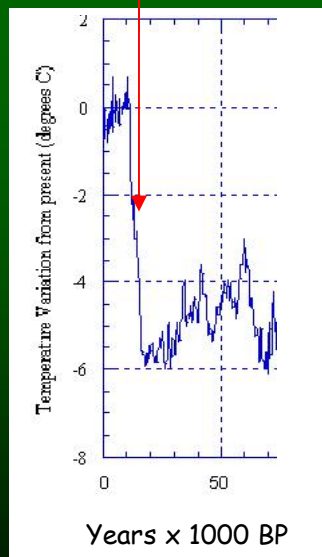
Předzemědělské období (ne-zemědělské)

Trvání nejméně 10 - 30 000 let

Sběračsko-lovecké společnosti

Nomádké skupiny lidí..., skupiny periodicky navštěvující loviště, skupiny s dočasnými sídlišti/tábory, společnosti **usedlé** (jezerní, přímořské, v bohatších oblastech)

Kolem **15 000 BP** došlo k oteplení, které bylo zvláště výrazné na severní polokouli a trvalo do **12 900 BP**. Návrat lesů, zvěře... Populace lidí na Zemi se rozrostla



zeslaben zájem lidí o obilniny

využívání obilnin nicméně pokračovalo

klima podporovalo růst hustých porostů velkozrnných trav.

lidé si zvykli sklízet semena, začali podporovat jejich růst kontrolovaným vypalováním, odstraňováním konkurenčních rostlin a snad i vyséváním semen.

Nezemědělské pěstování rostlin ⇒ Zemědělství „odloženo“

Současné nezemědělské společnosti světa

Zemědělství není jediná cesta !

Př. Kumayaayové



Prosopis



Oblast aridní až polopouštní, přirozeně nebohatá na jedlé rostliny a zvěř.



Sklízeli ořechy, vysazovali palmy a *Prosopis* (čeled' *Fabaceae*) na pobřeží, a dále i na jiných lokalitách agave, juky, divoké víno, kaktusy- jako zásobárnu vody...vysévali semena rostlin, které sklízeli... upravovali krajinu (vypalováním ale i jinak.. zavlažováním) vytvářeli podmínky pro zvířata, která pak lovili...



Lee a Daly, 1999



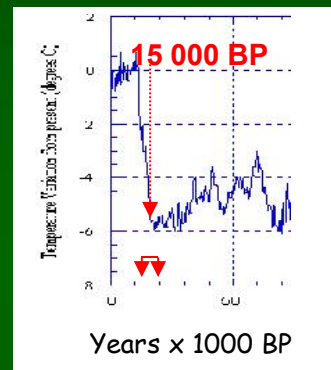
Kelly, 1995

Vznik zemědělství

Kebarská kultura (20 000 – 15 500 BP)



Natufská kultura (≈17 000- 10 500 BP)



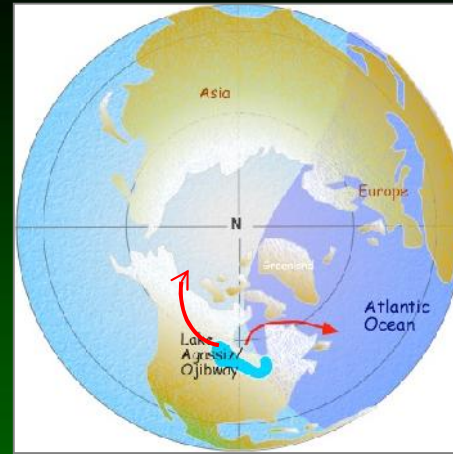
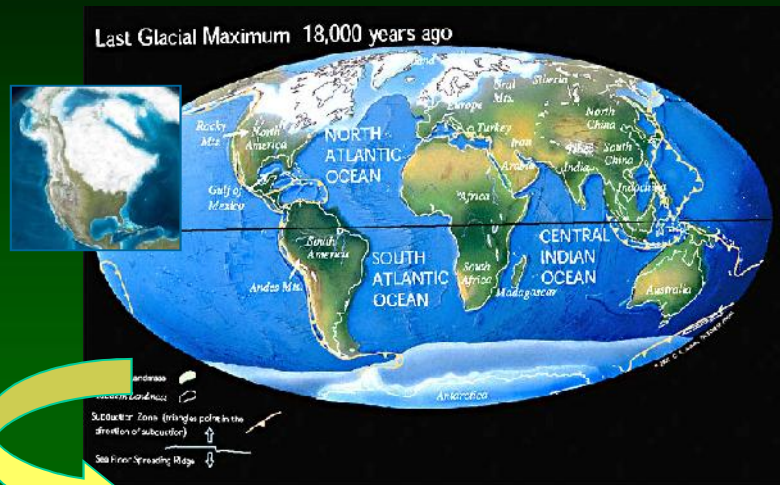
Nositelé kebarské kultury byli velmi mobilní lovecko -sběračská společnost, dobře přizpůsobená proměnlivému klimatu převládajícímu během poslední doby ledové a těsně po ní.

Nositelé Natufské kultury, převážně usedlí, bohaté zkušenosti s velkozrnnými obilninami, vědomosti o nejlepších lokalitách, typech půdy, rostlinných i živočišných škůdcích, čase sběru semen, jejich skladování k tomu technologické inovace pro sklizeň a zpracování.



Kámen na drcení obilí Abu Hureyra, 11500-11 000 BP

Severní Amerika ≈ 12 900 BP



Tání ledovců

Jezero Agassiz (935 000 km², 180 m hloubka)



Podle jedné z teorií se Země střetla s kosmickým tělesem ???
rozpustila se velká část ledového štítu.

Jiná teorie... uvolnění cesty odstraněním mechanických zábran
Ohromné množství sladké vody pak odteklo do Atlantského oceánu

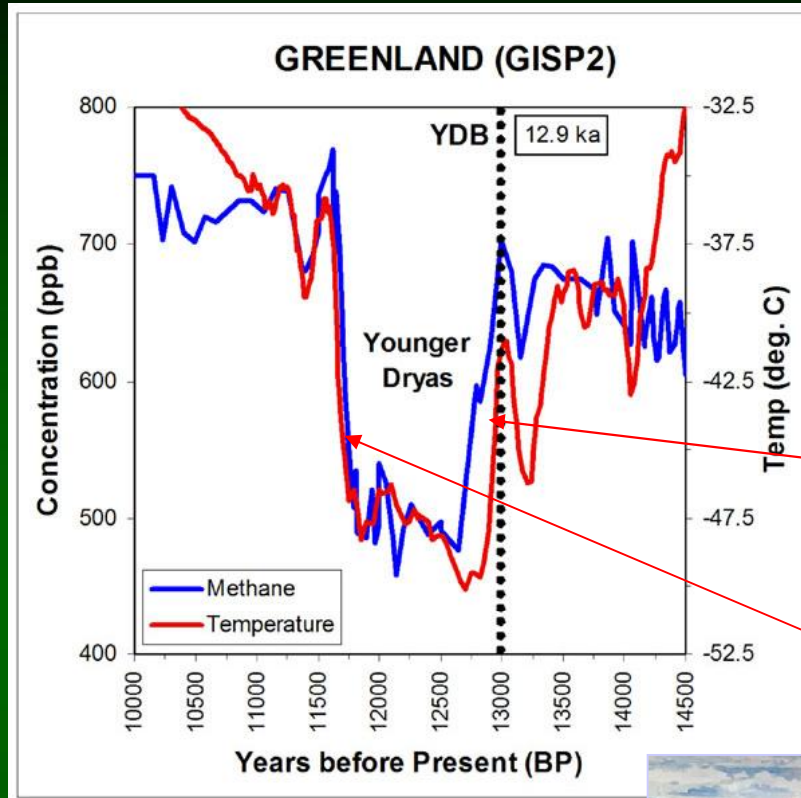
Scénáře mají společný závěr → změny v cirkulaci vzdušných i mořských proudů (Gofský proud se zastavil)

Další velký výtok vody: kolem **8 400 BP** do Hudsonova zálivu.

(Mahaney et al., 2010)

„Mladší Dryas“ (YD) malá doba ledová - 12 900-11 600 BP

Fidel, 2011



Variabilní podmínky v různých částech severní polokoule

Ochlazení se odehrálo během méně než 100 let snad i několika desetiletí

Hlavním problémem bylo ale sucho.

Oteplení o 8-10 °C během desetiletí

Vyhynutí velkých zvířat v Severní Americe

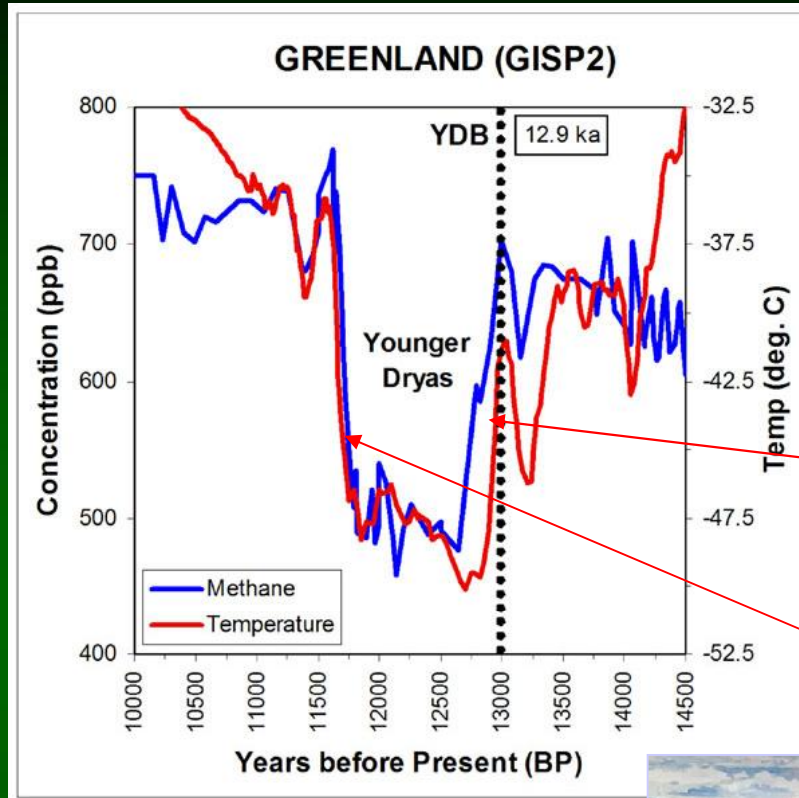


Vymizení Cloviské lovecko sběračské kultury v Severní Americe



„Mladší Dryas“ (YD) malá doba ledová - 12 900-11 600 BP

Fidel, 2011



Variabilní podmínky v různých částech severní polokoule

Ochlazení se odehrálo během méně než 100 let snad i několika desetiletí

Hlavním problémem bylo ale sucho.

Oteplení v průměru o 8-10 °C během desetiletí

Vyhynutí velkých zvířat v Severní Americe



Vymizení Cloviské lovecko sběračské kultury v Severní Americe

Tato klimatická změna koreluje s prvními doloženými známkami systematického pěstování rostlin v Levantě -

Počátek zemědělství (úspěch usdlých společenství spoléhajících na kultivaci rostlin)

....**12 000- 8 200 BP** pozdní Natufská kultura a rozvoj předkeramické neolitické kultury

systematická kultivace rostlin

~ **8 600 BP** a dále .. zemědělské a technologické inovace, zavlažování, nové typy pšenice, šestiřadý ječmen...



8 200 BP ochlazení a omezení srážek (400 let)
⇒ zánik rané předkeramické kultury, vesnice opuštěny, vznikly nové kultury závislé více na pastevectví (souvislost s Agassiz-Ojibway)

7 000 BP zemědělské přebytky byly schopny podporovat rozvoj velkých vesnic a malých měst, zpracování kovů

5 500 BP další intenzifikace zemědělství, vývoj velkých měst jako bylo Eridu, Uruk, Tell Hamoukar

5 200 BP ochlazení, sucho řada ~ 100-200 let, intenzivní zavlažování
⇒ salinita ⇒ snížení výnosů v jižní části, přechod od pšenice k ječmeni ⇒ ekonomické, demografické, politické krize v oblasti

5 000 BP ⇒ intenzivnější zemědělství, komplexnější a rozvrstvenější městské společnosti - městské státy Eridu, Ur, Nippur, Uruk se zázemím vesnic, státní řízení zemědělské produkce ...

... **Akkadská říše**

Úrodný půlměsíc



Eridu



Uruk 5 100BP

Počátky zemědělství



Počátky zemědělství



Oblast Žluté řeky



Údolí Indu

Úrodný půlměsíc



Povodí Nilu



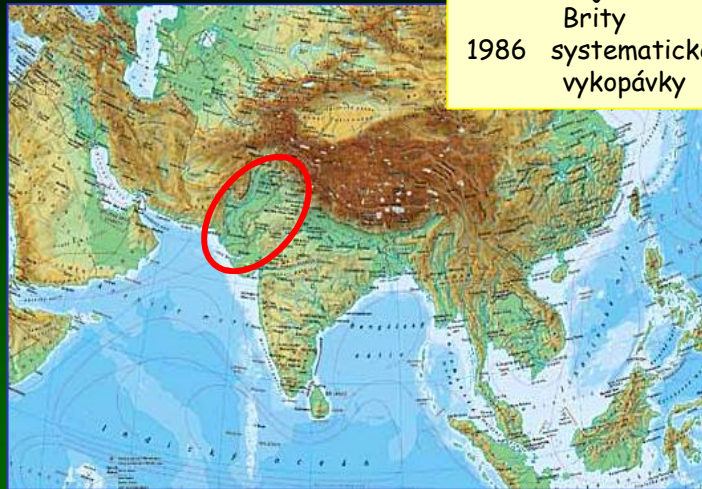
Oblasti Střední a Jižní Ameriky



Afrika

Zemědělství se vyvinulo nezávisle na několika územích v úzkém rozpětí mezi 10 500 and 4 500 BP

Údolí Indu



1800 objeveno
Brity
1986 systematické
vykopávky

současnost: velmi suchá oblast,
minulost: dostatečné srážky letního monsunu.....
proměnlivé srážky..... nízké srážky

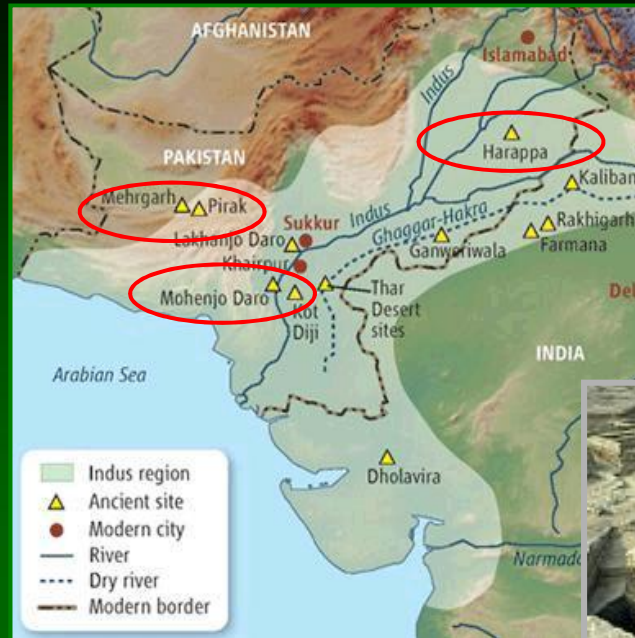
11 000 BP Mehrgarh, 1. známky osídlení

9 000 BP Mehrgarh, pěstování pšenice, ječmene, datlí, lov zvěře, stavby z cihel.

8 000 BP okolí Mehrgarhu pěstování šestiřadého ječmene, domestikace *in situ*, chov domestikovaného skotu, vinná réva, bavlna

8 000 BP Mohenjo-Daro, kočující pastevci, zakládání vesnic a začátky pěstování ječmene a pšenice,

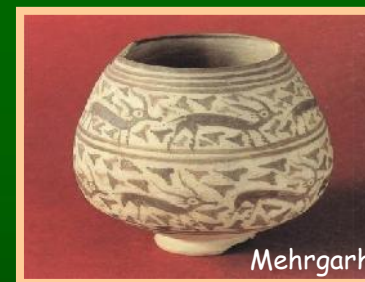
7 500 BP městská centra, keramika, kolem Mehrgarhu



Khuzdar



Mehrgarh

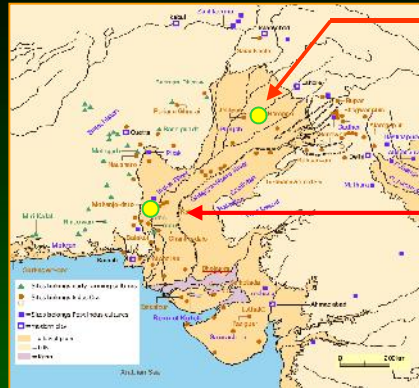


Mehrgarh

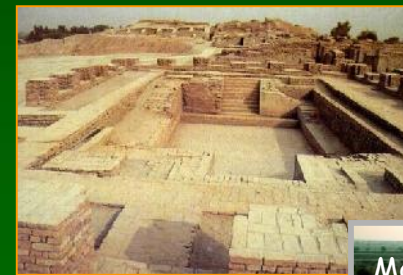
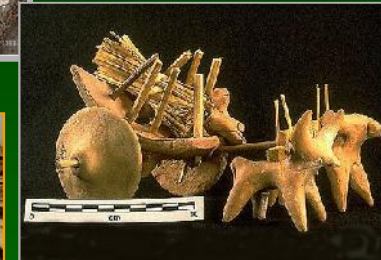
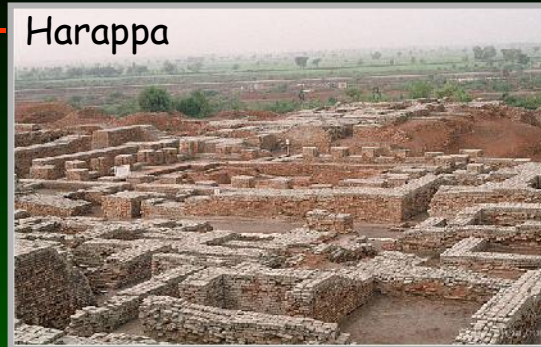


≈ **7000 BP** Vindya hills - malá kultura založená na rýži

≈ **7000 BP** údolí Gangy pěstování rýže, nezávislá domestikace na východní Asii



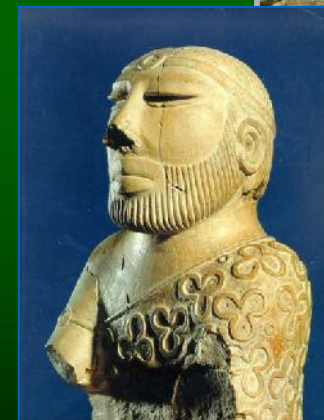
6 000 BP zemědělství založené na obilí se rozšířilo na jih, **Mohenjo- Daro** - další rozvoj, zavlažování, pluh



5 500 – 4 600 BP stovky hospodařících komunit v údolí Indu, ječmen, pšenice + čirok, proso, hrách, datle, bavlna , vodní buvol, ovce, kozy, rozvoj měst



4 600 BP desítky měst, Harrapa, Mohenjo-Daro , Dholovira, (30-40 000 obyvatel)...kontrola pitné a odpadní vody, městské plány, širší spektrum pěstovaných rostlin



Mohenjo-Daro

Čína - Údolí žluté řeky a Jang-ce

Čína jedno z center nejranějšího zemědělství X málo informací



Oblasti pěstování prosa

kolem **11 500 BP** první experimenty s pěstováním rostlin .. bv oblasti **(1)** - kombinace sběru rostlin a kultivace prosa

≈ **8000-7500 BP** domestikované prosa , další rostliny - merlík, vinná réva, domestikace prasat,

≈ **8 500 - 5 000 BP** (**(2)**) dobře organizované kultury pěstující prosa a bér, skladovací prostory, nástroje na sklizeň, plně domestikované rostliny, (sběr : čínské zelí, broskve, ořechy...)

6 000- 4 000 BP prosa, méně pšenice a rýže **(3)** rozvoj hrnčířství, písmo, nástroje , hierarchická kultura, ne města

?? 10 000 BP počátky kultivace rýže

○ pěstování prosa

9 000 BP prokázaná kultivace domestikované rýže, rozvoj souvisí s hrnčířstvím, sběr široké škály rostlin, lov, lov ryb,

○ pěstování rýže

7 000 BP přes časnou kultivaci rýže nerozvinula se organizace společnosti podobná jako v oblastech pěstování prosa

○ pěstování jedlých kořenů a hlíz

5200-4300 BP město s kamennými hradbami.. Kultura podporovaná převážně rýží

Oblast Perlové řeky : 12 000-11 000 BP - známky osídlení využívání kořenů a hlíz , taro, ne rýže,

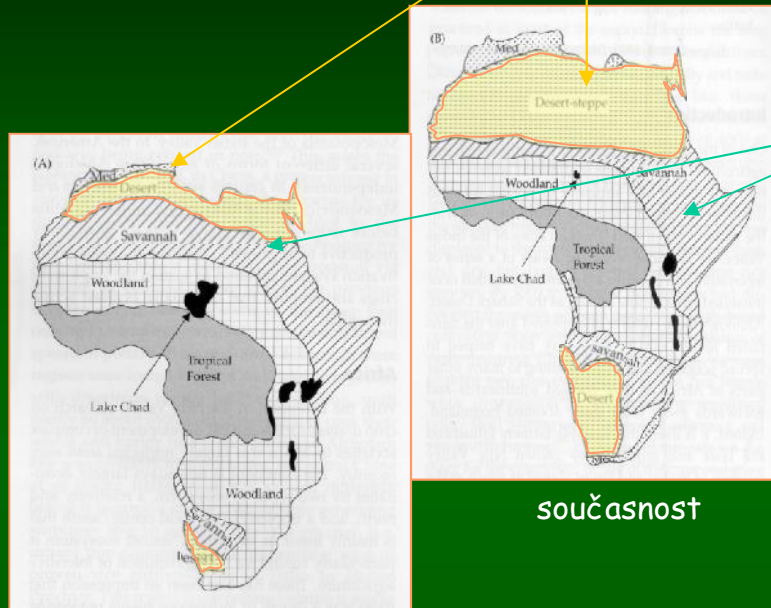
6500- 6000 BP oblast pěstování jedlých kořenů a hlíz (taro),

6000 BP..... kultivace rýže, introdukce z oblasti ○

Afrika

poušť

11 000 - 5 000 BP Africká vlhká fáze
(sušší období kolem 10 700 a 7600 BP)



savana

současnost

6 000 BP

Kolem 20 rovnoběžky - oblast jezer s travnatými porosty a lesíky středozemního typu, s bohatostí zvěře včetně velkých savců

Osídlení bezprostředně po konci Mladšího Dryasu



20° s.š.

Etiopská vysočina



7 000 BP kultivace rostlin, nezávislé centrum domestikace plodin

Rostliny používané v této oblasti se nestaly základními plodinami v jiné oblasti



Eragrostis tef, Milička habešská

D'andrea , 2008



Guizotia abyssinica, Asteraceae
Mastňák habešský



Ensete ventricosum, Banánovník habešský

Střední Amerika



Období po době ledové, příznivé klima, MD malý efekt v této oblasti



Sběračsko-lovecká společenství

Turner a Sabloff, 2012; Rosenswig et al., 2014

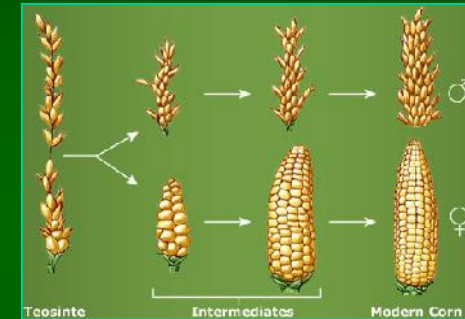
Přechod ke kultivaci - společenské důvody, usedlý způsob života, klimatická změna (zvýšení teploty a srážek) ... zápoj lesů → omezení původního typu prostředí



10 000 - 5 000 BP počátky kultivace
dýně, fazole

9 000 - 7 000 BP teosinta ---kukuřice
+ fazole a dýně

Rozšíření kukuřice ... základní plodina

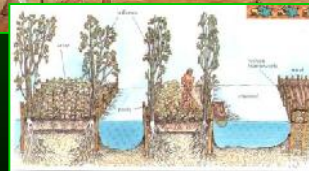
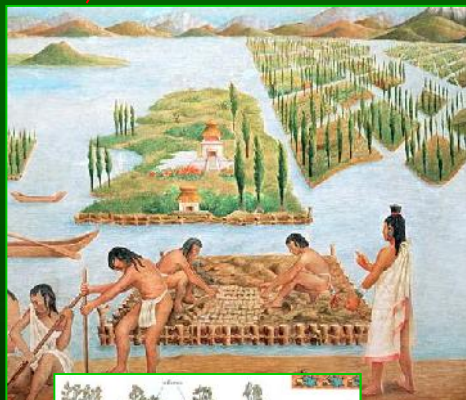
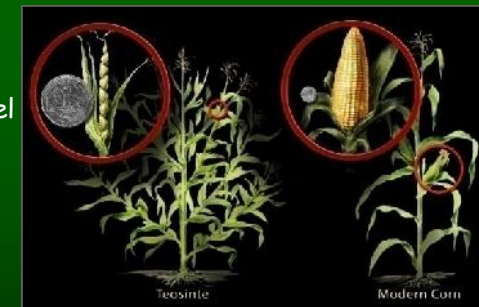


3 500 BP intenzivní kultivace rostlin

rozvoj měst → Tikal, Calakmul- 50 000 obyvatel

2 200 - 1 300 BP vrchol rozkvětu

Kolem **1 100 BP** část měst opuštěna



Chinampas



komplex příčin - odlesnění, eroze a vyčerpání půdy, sucho... občanská válka
Masson, 2012

V jiných částech Mesoameriky... prosperující společnosti

Jižní Amerika



Množství divokých rostlin později kultivovaných a domestikovaných v různých částech JA: maniok, dýně, fazole, jam, taro, papriky, arašidy, sladké brambory, opuncie, merlík teosinta, bavlník..... brambor

Obtížná identifikace místa počátků kultivace a domestikace jednotlivých rostlin

První komplexní společnosti byly pobřežní, rybařící, (osídlení ne kolem velkých řek)

8 500 BP - 7 500 BP kultivace řady rostlin

7 500 BP domestikace řady rostlin v různých oblastech, kultivace manioku, fazole, dýně, kukuřice, malé vesnické společnosti

10 000 ? - 7 000 BP domestikace bramboru

4 600 BP Andské společnosti kultivující brambor a quinou, maniok, fazole, kukuřici, dýně... a chovající lamy a alpaky

Domestikace zvířat, ale ne blízký kontakt

3 000 BP import „šlechtěné“ kukuřice“

Intensifikace zemědělství a urbanizace



merlík chilský
Chenopodium quinoa



Nová Guinea

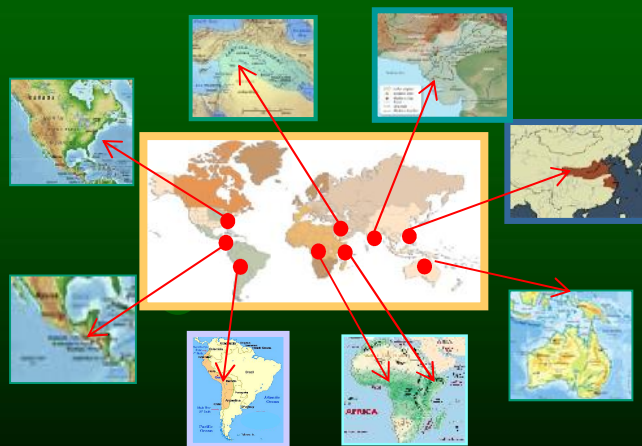


Kolokázie jedlá (*Colocasia esculenta*) -
taró, jednoděložná rostlina z čeledi áronovitých
(*Araceae*),

Banány (*Musa acuminata*)



Lesní zahrady- kultivace
kolokázie - jedny z
nejstarších doložených
kultivací rostlin na
světě..... **9 000 BP**



Pravděpodobně další oblasti... Severní
Amerika, Japonsko, Nový Zéland, Indie...

V dané oblasti- mnohočetná domestikace

Zachování jen některých domestikovaných
rostlin do současnosti

Vznik zemědělství - Proč ne jinde a jindy ???

- Proč se to nestalo na jiných místech ?
- Proč se to nestalo dříve ?
- Proč zemědělství zvítězilo skoro na celém světě ?

Podmínky vedoucí k vzniku zemědělství v Levantě

- Výskyt vhodných rostlin pro domestikaci v dané lokalitě
- Dostatek vědomostí o rostlinách a zkušeností s jejich managementem
typ půdy, škůdci a konkurující rostliny, sklizeň semen, zpracování, technologie
- Tendence k usedlému způsobu života
- **Tlak prostředí** - klimatická změna (nedostatek jiných zdrojů potravy)
Posledních 110 000 let ≈ 23 klimatických změn srovnatelných s MD

??

Důsledky plynoucí ze zemědělství

- Růst populace
- Větší produktivita - větší zisk kalorií na jednotku plochy země
- Zajištění výživy větší populace, kde ne všichni se musejí věnovat obstarávání potravy
- Větší počet lidí dává výhodu při konfliktu s lovecko-sběračskou skupinou
- Možnost specializace - řemesla, ... umění...
- Efektivnější ve smyslu technologických inovací
- Výsledkem kulturní změny: identifikace s větší skupinou lidí
- Strukturalizace společnosti, změny v organizaci společnosti, politická centralizace a vydělení obránců, ale taky otroků...
- **Autokatalytický efekt zemědělského způsobu života**

?? Druhá tvář zemědělství ??

- Negativní důsledky

- Více práce
- Menší pestrost stravy - méně AK, minerálů, Fe, vitamínu D
- Vývoj epidemických infekčních nemocí
(Infekční nemoci nástrojem dobytí nových území)
- Vývoj elit a nerovnosti ve společnosti a změny v rozhodovacích způsobech

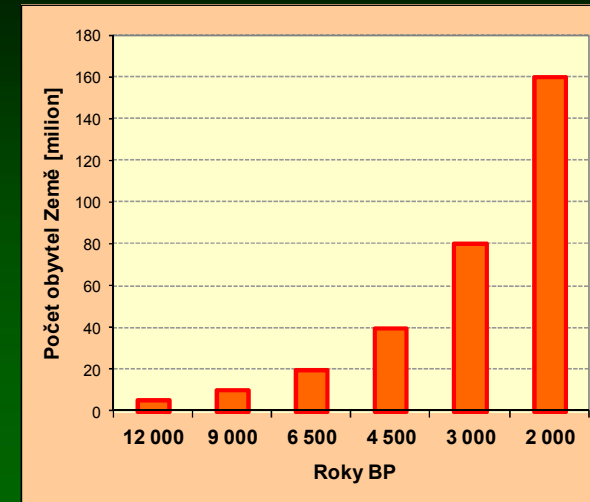
- Proč méně tělesně zdatní a zdraví zemědělci převládli ?

- Zemědělství nelze jednoznačně chápat jako něco progresivního a nevyhnutelného
- Výhodou je možnost uživit víc lidí, na menším území, budovat stabilní obydlí, umožnit technologický vývoj a větší komplexitu společnosti
- Zemědělství je strategie chování, která zvyšuje reprodukci



Výhody leží na úrovni společnosti, nikoli na úrovni jedince

Počet obyvatel Země



Genetický vývoj lidí

Domestikace byla nejdůležitější příčinou genetických změn lidí v posledních 10 000 letech

- Vývoj rezistencí k infekčním chorobám
- Vývoj enzymů alkoholového metabolismu dovolující konzumaci piva v západní Eurasii
- Zachování laktázy u populací konzumujících mléko do dospělosti

Společná evoluce
rostlin a lidí



Intolerance laktózy: 93% Číňanů,
100% Amerických Indiánů, 2% Švédů

Mutace dovolující konzumaci mléka
vznikla před 5-10 000 lety u
severoevropských pastevců,
nezávisle u Beduinů v Africe

Evropské
kočky jsou
tolerantní k
laktóze



- Adaptace k dietě s ↑ obsahem jednoduchých sacharidů,
↓ obsahem vlákniny, polysacharidů, Ca, nenasycených mastných kyselin
- Rozšíření genů lidí ze zemědělských oblastí

Nejdůležitější rostliny

Na celém světě bylo během historie pravidelně využíváno jako potrava asi **7 000** rostlin

Odhad : domestikováno asi **2 500**, z toho asi **200-250** druhů - podstatnější využití

Proč domestikováno tak málo ?

Je překážka v domestikaci v lidech nebo v rostlinách ?

Rozhodující jsou vlastnosti rostlin

Domestikační syndrom

Soubor vlastností, které se vyskytují u domestikovaných rostlin

- Velikost zrna (sklizené části rostliny)
- Nerozpadavost klasu
- Uniformita kvetení
- Uniformita zrání
- Samosprašnost
- Fotoperiodická neutralita kvetení
- Změny habitu
- Oslabení dormance
- Změny směrem k jednoletosti
- Změny v obsahu sekundárních metabolitů
- Odolnost ke stresu
- Polyploidie

❖ Lepší využitelnost rostlin

❖ Výkonnost v člověkem vytvořených podmínkách **X** malá konkurenceschopnost WT

... stále pokračující proces ...

85 % plodin 2-5 znaků
domestikačního syndromu,
některé plodiny až 7 znaků

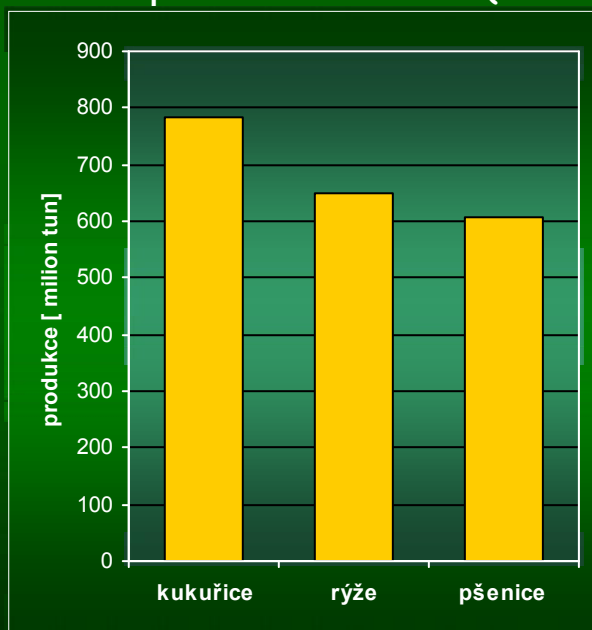
Pravidelně využíváno **7 000**, domestikováno asi: **2 500**, podstatnější využití : **200-250** druhů

Spoléháme na stejné plodiny - obilniny - jako naši předkové

Hlavními obilninami jsou:

kukuřice, rýže, pšenice, ječmen, čirok, proso, oves a žito

Světová produkce obilnin (2007)



Hlavní látky : Sacharidy - škrob

Dusíkaté látky - málo

Tuky - málo (jen kukuřice a oves)

Vitaminy - málo jen B a E

Proteiny : relat. hodně prolinu a glutaminu a málo lysinu

Dnes obilniny **80 %** celosvětové potřeby potravin (**60 - 80 %** celkového příjmu proteinů a kalorií).

Rostliny, které změnily svět

Cukrová třtina



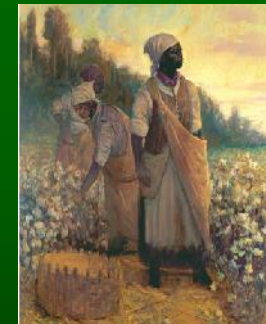
Čajovník



Chinovník



Bavlník



Kokainovník



Čajovník

Rod *Camellia* - čajovník, čeleď *Theaceae*, čajovníkovité, 270 druhů



Nejvýznamnější *Camellia sinensis*, čajovník čínský

Původ: jižní Čína, Barma

Z toho centra původu se rozšířilo pěstování do ≈ 50 zemí

První v Evropě užívali čaj Portugalci (kolem 1580)

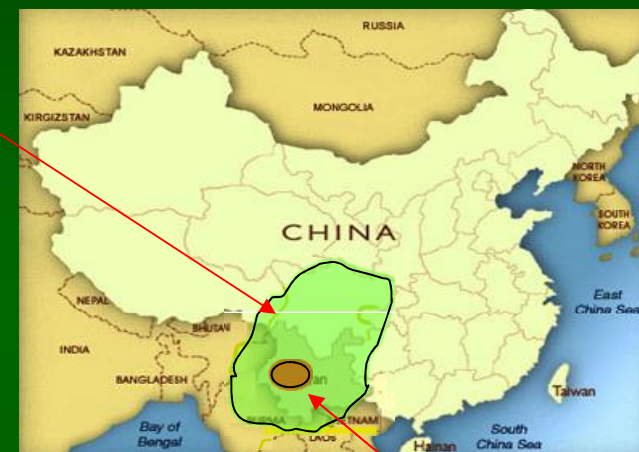
1652 čaj dorazil do Londýna

1660 import čaje do Británie, koncem století rozšířený zvyk

1690 - 1750 rozvoj pití čaje i dovozu

Osmanská říše - omezení obchodu

⇒ Snaha o dopravu zboží z Dálného východu po moři



První využití čaje asi v Yunnanu



Sklízí se vrcholový pupen s jedním nebo několika listy



Teplé nealkoholické nápoje obsahují povzbuzující drogy.

Dovoz čaje do Evropy - Východoindické společnosti - britská východoindická společnost (1600)

Kolem 1800 : Vzrůst dovozu čaje X soběstačnost Číny ... čaj ↔ měď, zlato a stříbro

Britské „řešení“: opium

Britové začali organizovat produkci opia v tradičně bavlnu produkující oblasti v Indii



Trojúhelník: Británie - Indie - Čína

Opium bylo v Číně od 1799 zakázané

1781 - 1821 import opia se zvýšil 5x

Opiové aukce v Kalkatě

Obchod s čajem v Kantonu

Opiové války 1839 - 1842; 1856 - 1860

vítězství Britů



reparace,
postoupení Hongkongu Británii
otevření přístavů pro volný obchod

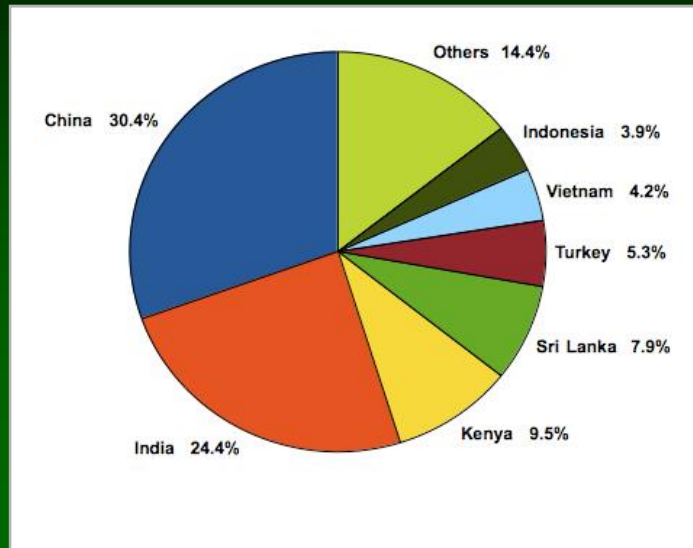
Ve snaze zrušit závislost na čínském čaji



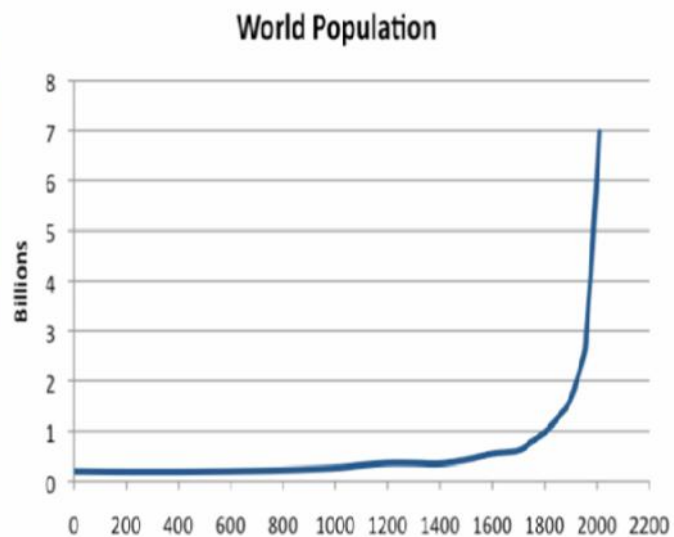
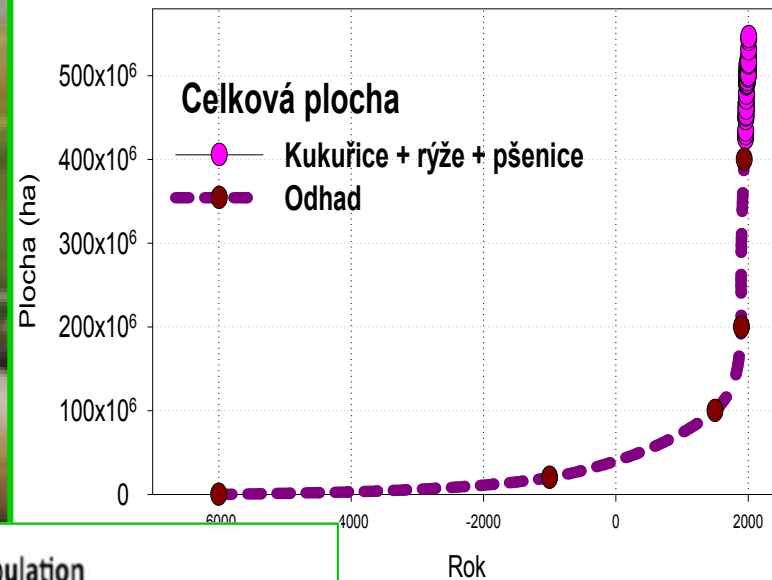
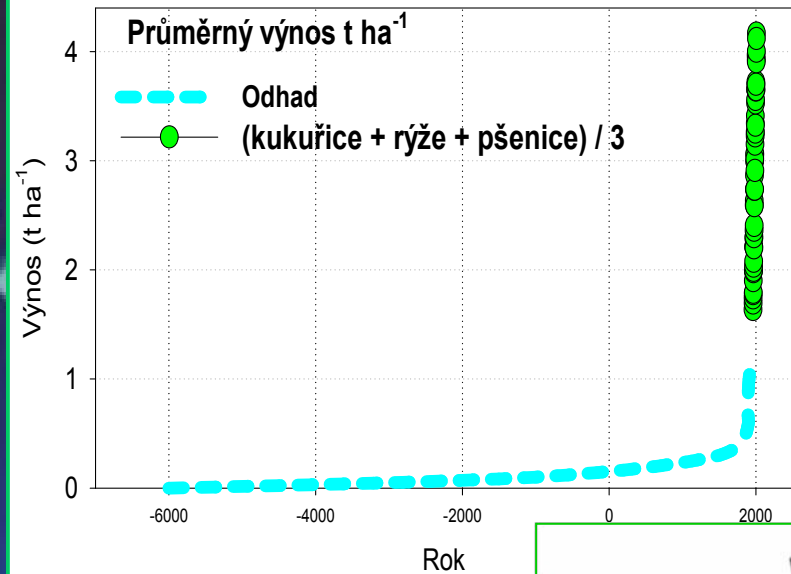
pěstování čaje v Indii



Procento celkové světové produkce (2007)



Budoucnost zemědělství



Způsoby hospodaření



Konvenční zemědělství

Zpracování půdy, setí, sklizeň - těžké stroje

- Pole s velkou rozlohou
- Uniformní hnojení, uniformní zpracování půdy
 - Plošné ošetření porostu herbicidy, pesticidy

● Cíl: co nejvyšší výnos bez hledu na ostatní aspekty

⇒ **Vysoké náklady na hnojiva, pesticidy, herbicidy; zatížení životního prostředí**

Ekologické zemědělství (Organic farming)

- Ekologické zemědělství vzniklo jako reakce na industrializaci zemědělství.
- zakladatelem tzv. organického zemědělství byl prof. botaniky university v Cambridge, Albert Howard. Také vědecké poznatky o klesající půdní úrodnosti podpořily toto hnutí.
- v Německu hnutí „Reforma života“ dále tzv. přírodní zemědělství a biologické zemědělství.

• Ekofarma tvoří uzavřený systém hospodaření. Musí projít tříletým přechodným obdobím, je registrována na MZe, je kontrolována nezávislou organizací KEZ, produkty jsou certifikovány.

• EZ je dotováno jak z EU, tak z národních prostředků.

Ale : nižší výnosy, větší nároky na pracovní sílu, dotace...

Integrované zemědělství

Hlavní cíle

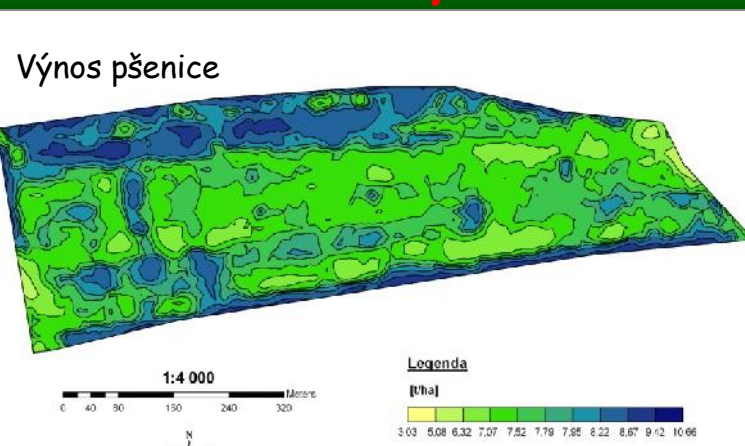
- ❖ Rostlinná produkce v souladu s přirozenými podmínkami daného stanoviště
- ❖ Eliminace škod způsobených erozí
- ❖ Omezení zátěže biotopu průnikem látek z okolí resp. z jiných zemědělských aktivit
- ❖ Udržení typických krajinných elementů
- ❖ Zohlednění požadavků na ochranu přírody a druhů, především uchování ekologicky cenných biotopů v rámci celostního posouzení prostředí
- ❖ Chov zvířat sladěný s obděláváním půdy, šetrným k životnímu prostředí
- ❖ Trvalé zajištění půdní struktury, půdních biologických procesů a půdní úrodnosti

Precizní zemědělství



Variabilita produkčních podmínek
(živiny, voda, kvalita půdy, světlo,
teplota, patogeny..)

Variabilita výnosů

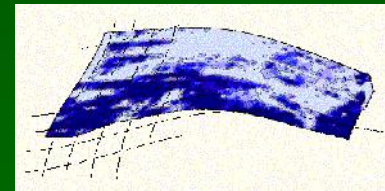


Podmínky precizního hospodaření

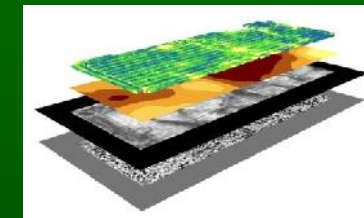
- Detekce a monitorování variability



- Zpracování dat a vytvoření map (GIS)



- Využití mobilních počítačů



- Variabilní technika



- GPS



Detekce a monitorování variability

Vzorkování -

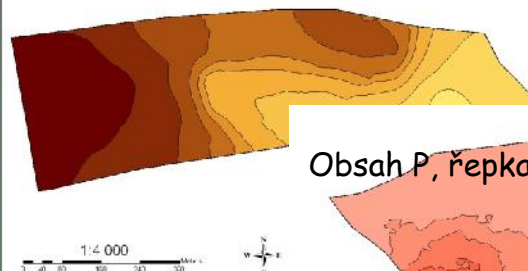
chemická analýza půdy
analýza rostlin

Čidla a senzory

Pozemní pozorování

Dálkové snímkování

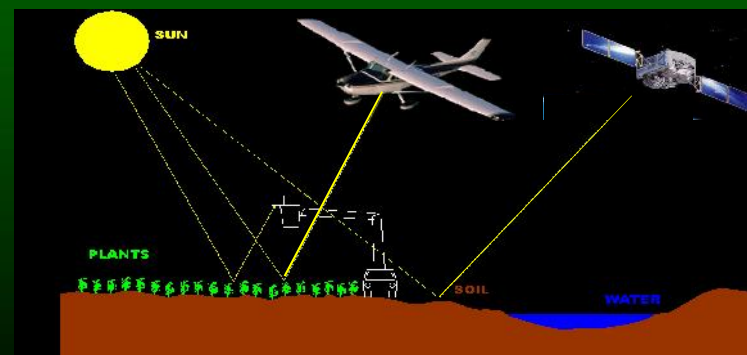
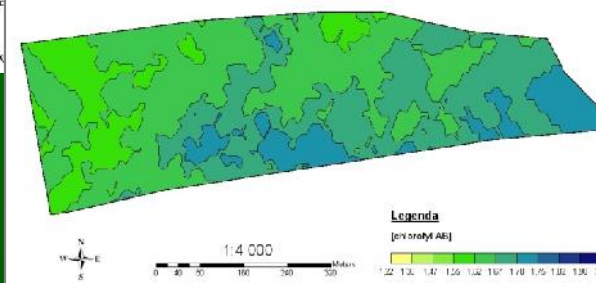
Množství humusu v půdě, 2004



Obsah P, řepka, 2004



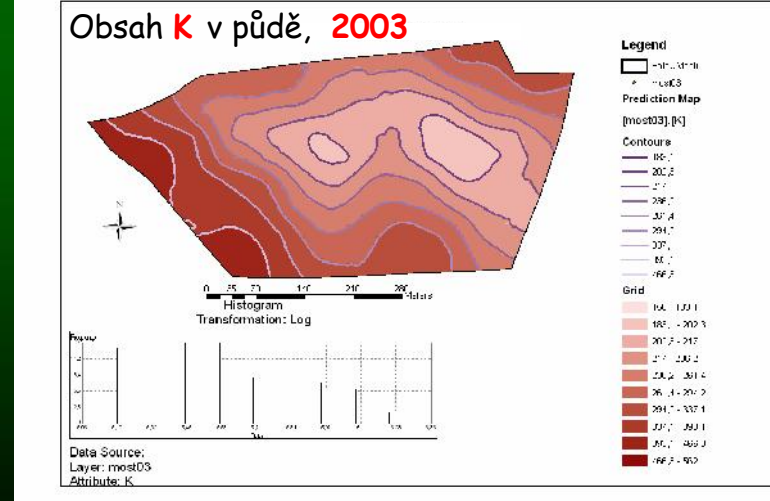
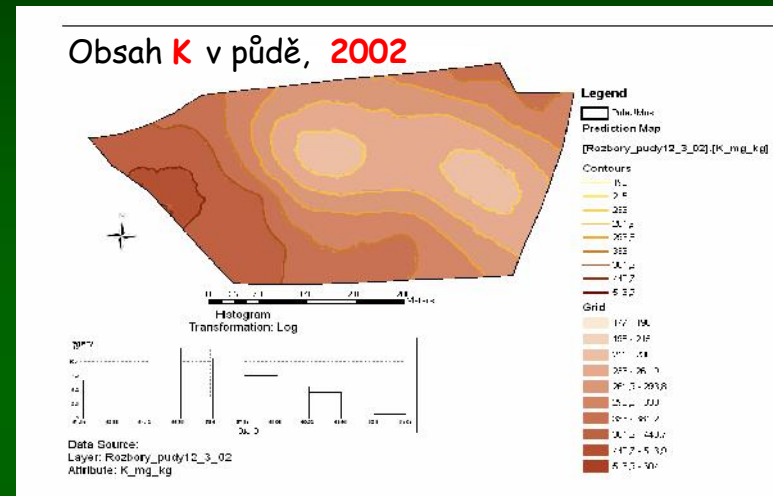
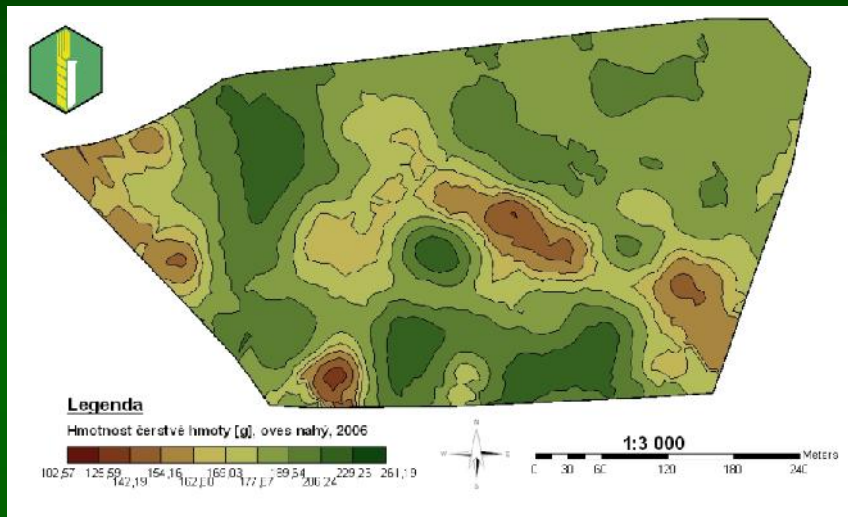
Chlorofyl AB, pšenice ozimá, 2004



Variabilita produkčních faktorů (podmínek)

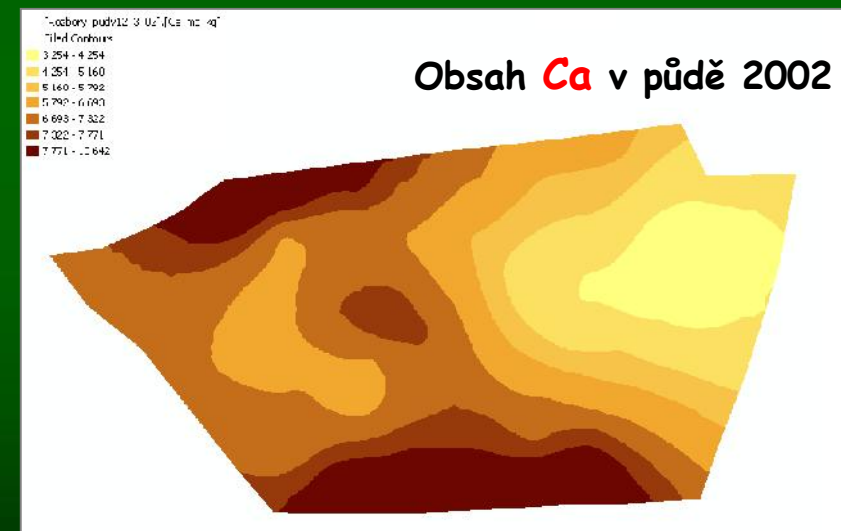
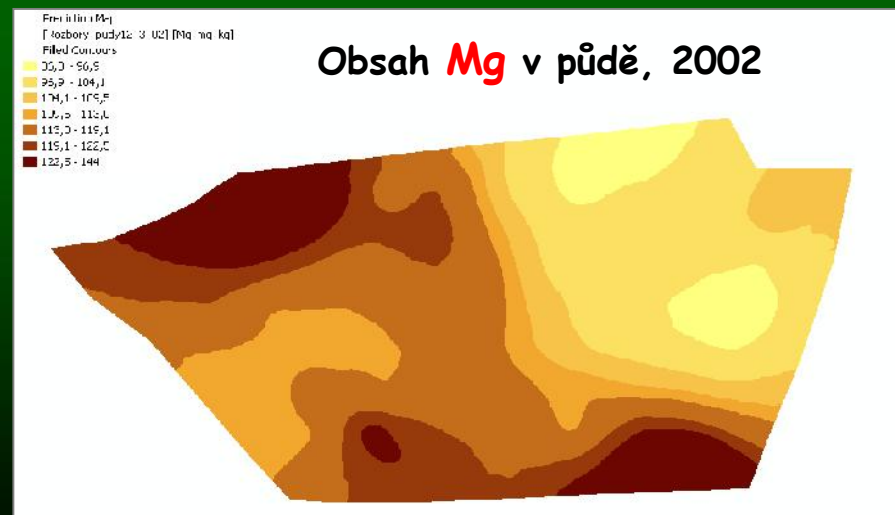
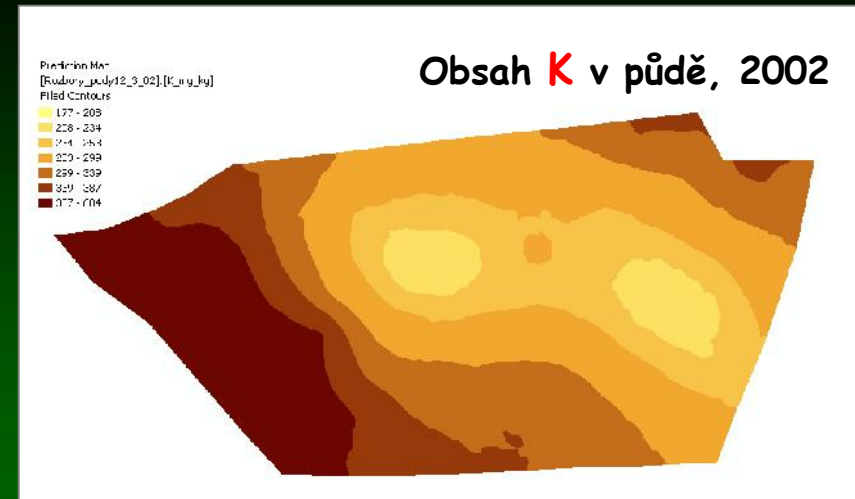
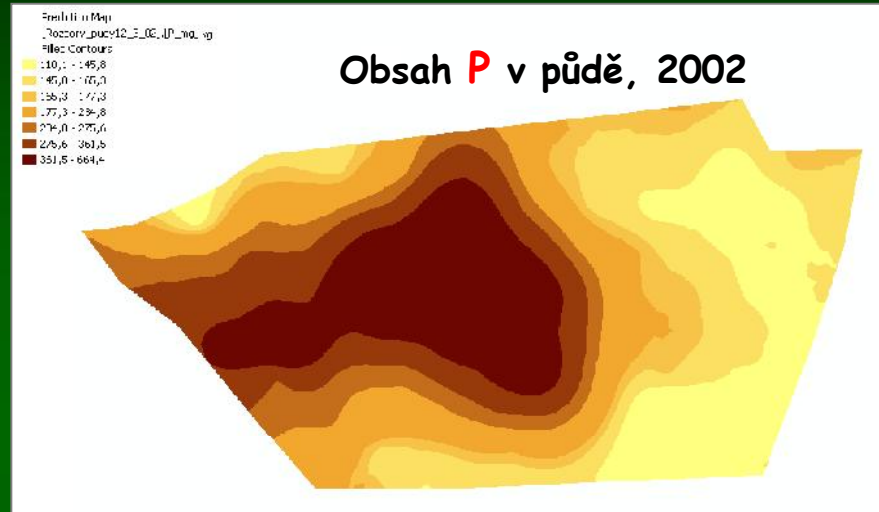
● prostorová variabilita

● časová variabilita



Variabilita produkčních podmínek ovlivňuje variabilitu výnosového potenciálu stanoviště, její podchycení a vhodná reakce na ní je základem precizního zemědělství

● **Prostorová variabilita**

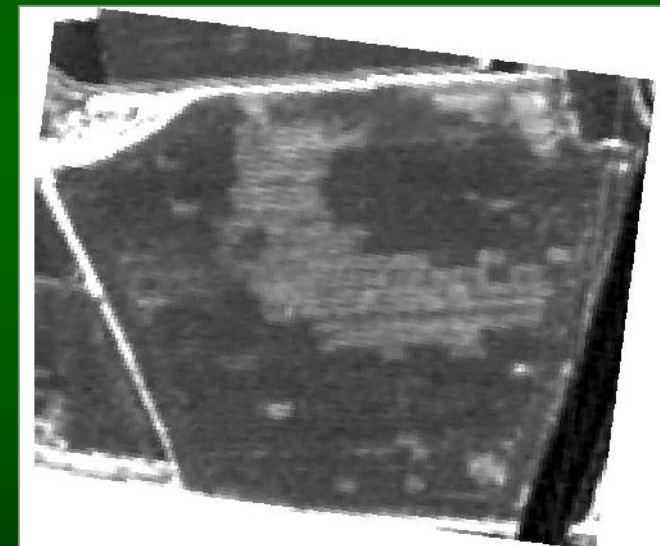
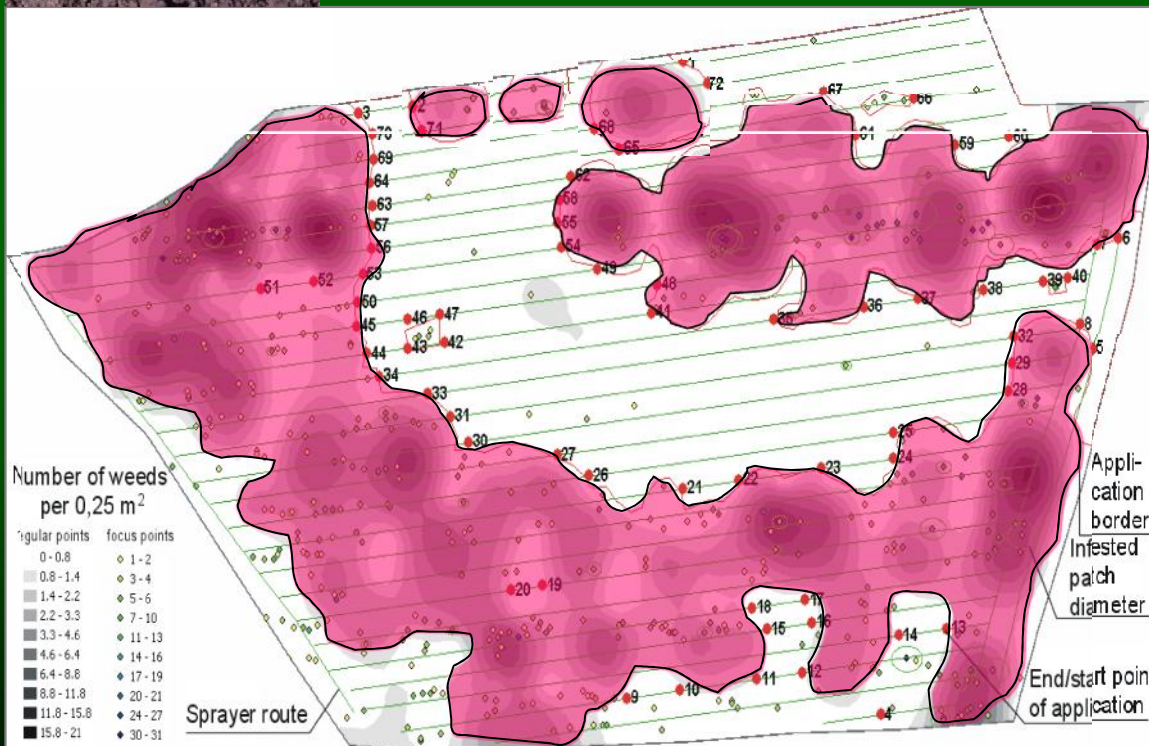


Rozložení různých živin na stejném pozemku v daném čase může být různé

Výskyt plevelů



Plošný monitoring



Družicový snímek

Precizní zemědělství- sumarizace

1) detekce a monitorování variability

- a) pozemku a půdních vlastností (sklon, obsah živin, pH, obsah organické hmoty, fyzikální vlastnosti...
- b) rostlin, hustota, pravidelnost, zdravotní stav, biomasa, patogeni, škůdci, plevele

2) zpracování dat

- a) tvorba databází
- b) tvorba informačních vrstev (mapy obsahu živin, výnosové mapy...)
- c) překrývání map a výpočty (interpretace prostorových dat, interpolace hodnot)
- d) aplikační mapy (optimalizace a lokalizace vstupů, interpretace map (zóny jednotného zásahu, hospodaření...)

3) úprava (respektování) variability

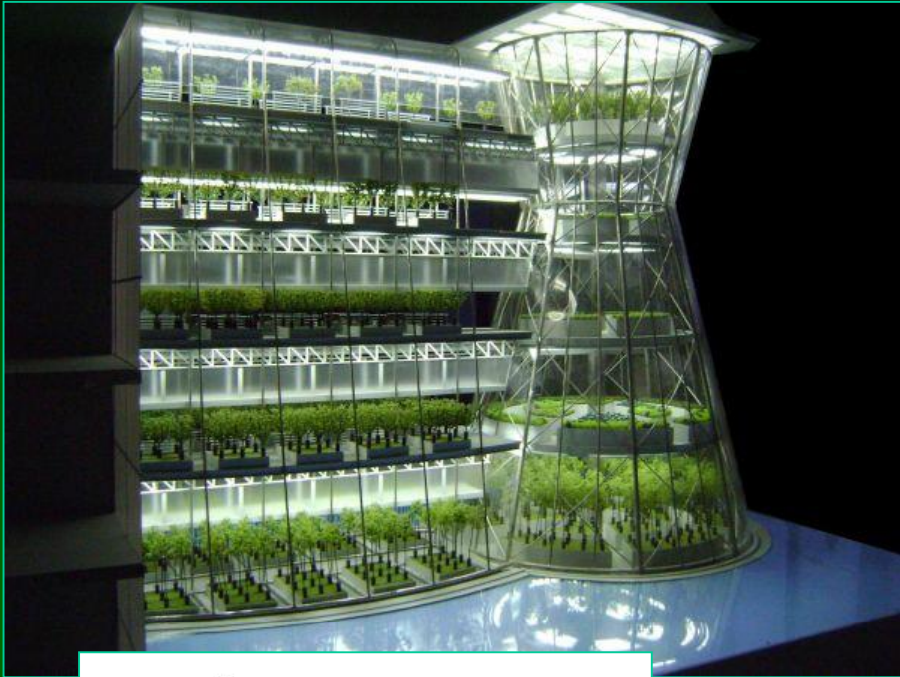
variabilní aplikace (agrotechnických zásahů, živin, osiva, pesticidů...)

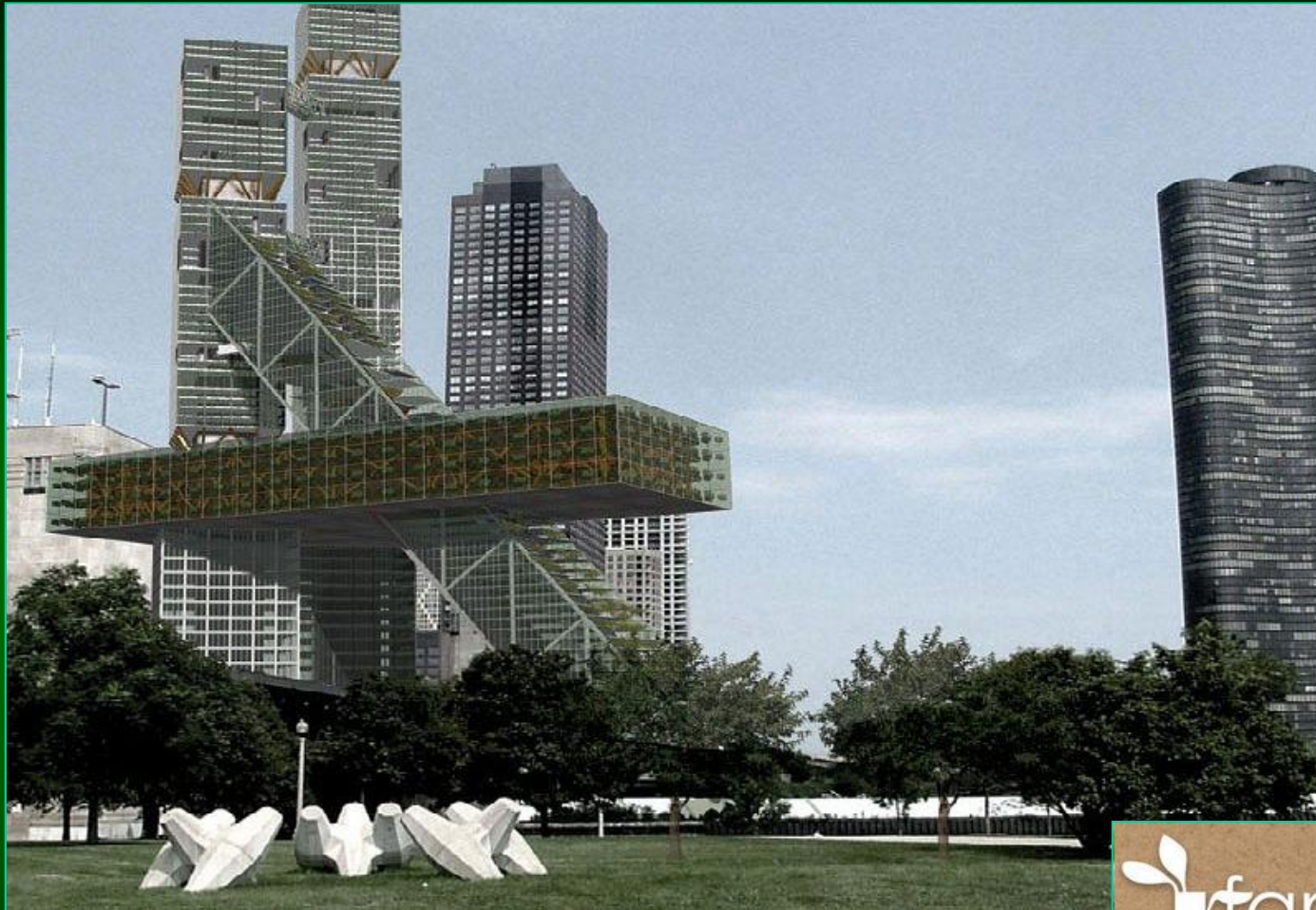
4) ekonomická analýza systému

Vertikální farmy

- ❖ Kontinuální produkce plodin
- ❖ Ochrana před nepříznivými dopady počasí
- ❖ Redukce nároků na zemědělskou půdu
- ❖ Redukce používání fosilních paliv
- ❖ Organické pěstování
- ❖ Recyklace vody
- ❖ Produkce energie







Chicago


farmed
here[™]
sustainable indoor farming



