

Domestikace rostlin

pre-domestikace - kultivace

Na strategii **sběru planých rostlin** navázala **fáze kultivace**, ve které genotypy planých rostlin byly systematicky vysévány na vybraných plochách, a tato aktivita postoupila k pěstování mutantních rostlin s žádoucími vlastnostmi, tedy k **domestikaci** (Weiss et al. 2006).

Nejstarším dokladem **sběru planých obilovin** jsou nálezy z lokality Ohalo II v Izraeli z období 17 000 let př. n. l. (glaciální maximum LGM) (Kislev et al. 1992)
– nalezeno přes 90,000 semen, přes 100 druhů, e 13 druhů ovoce a obilovin navíc tvoří přibližně polovinu z celkového počtu semen: plané trávy (*Bromus pseudobrachystachys*), divoký ječmen (*Hordeum spontaneum*) a plané proso (*Piptatherum holciforme*), semena malin a ostružin (*Rubus*)

O **kultivaci** před domestikací lze uvažovat na základě zuhelnatělých nálezů obilovin a planých rostlin z lokalit v severní Sýrii a JZ Libye (lok. Takarkori) datovaných 10 000 až 9 000 let př. n. l. (Willcox et al. 2008).
Potvrzují to nálezy více než 200 tisíc semen obilovin, zbytků košíků a také stop po obilné polévce a sýru

Následující fáze **domestikace** proběhla nezávisle u různých druhů planých rostlin na různých místech světa – genová centra

Domestikace je proces, který:

- nastane při **pěstování** populací **planých typů** rostlin sbíraných na místech jejich původního výskytu
- probíhá alespoň v prvních fázích neintencionálně (nezáměrně, neorientovaně)
- za některých podmínek (vhodná agronomie) probíhá velmi rychle
- selektivně **zvýhodňuje mutanty neschopné přežít v přirozených podmínkách**
- pokračuje, dokud tyto znaky nepřevládnu a **původní typy** jsou **eliminovány**

Úspěšnost domestikace se zvyšuje, pokud jsou kultivované rostliny geograficky odděleny od svých planých předchůdců, protože je tím zabráněno nežádoucímu zpětnému křížení, které proces domestikace zpomaluje.

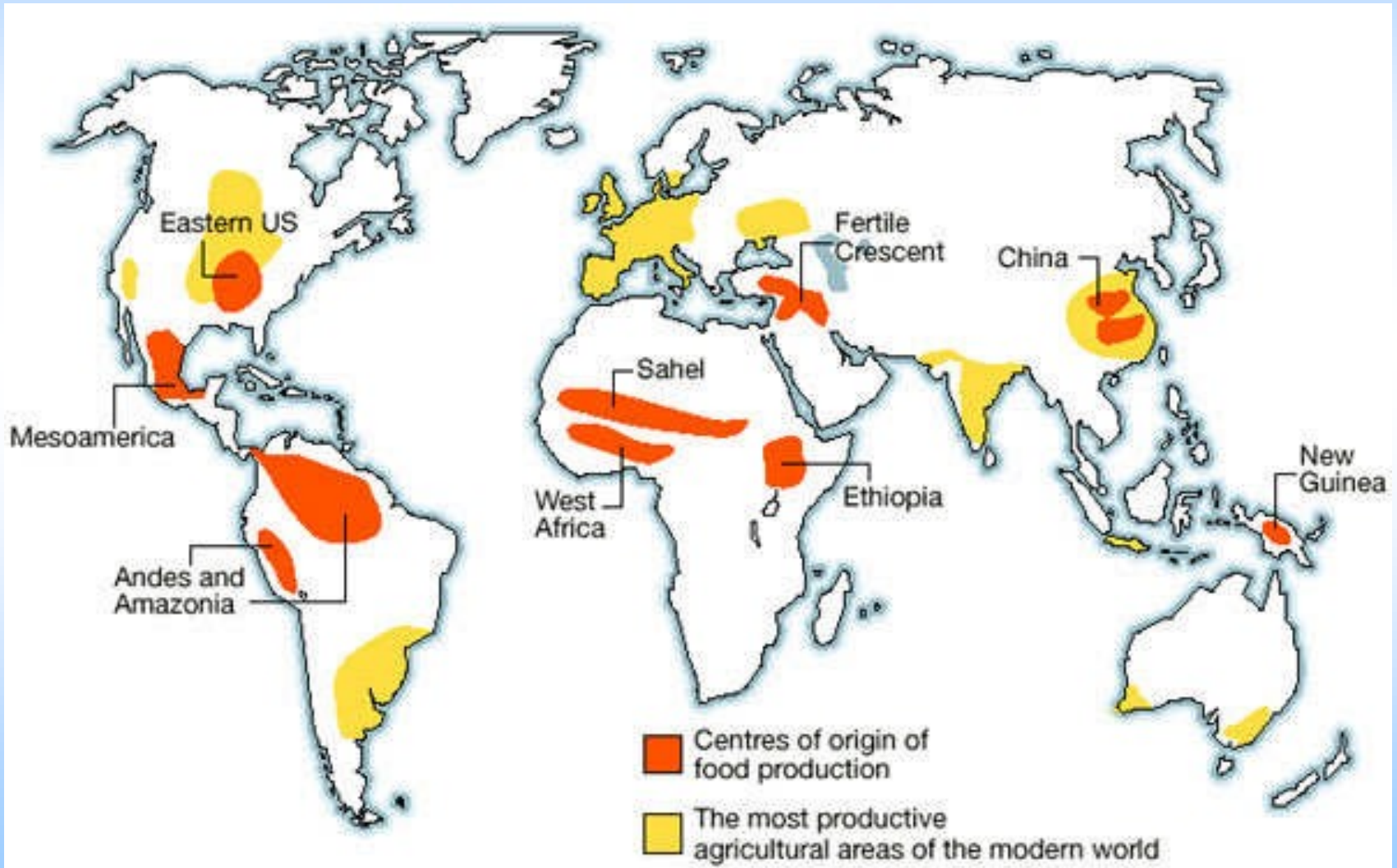
Každá expanze lidí pěstujících plané rostliny mohla tedy vést k domestikaci (Allaby et al. 2008).

Místa, kde se poprvé plánovaně sely a sklízely plodiny:

Úrodný půlměsíc na Blízkém východě, Egypt a Indie.

Nezávisle na tom se vyskytly případy obdělávání půdy i v

severní a jižní **Číně**, africkém **Sahelu**, na **Nové Guinei** a v některých částech **Ameriky**



Malá Asie a Blízký východ:

pšenice, žito, ječmen, Oves, len, vojtěška, mák, salát, některé luskoviny (bob, čočka, hrách) a ovocné druhy (83 druhů)

Středozeří:

pšenice, ječmen, některé brukvovité, řepa, hořčice, olivovník, chmel, některé druhy píceňin, koření, zeleniny a ovoce (84 druhů)

Etiopie: ječmen, čirok

některé druhy luskovin a koření (38 druhů)

Střední Asie:

Žito, některé luskoviny, len, bavlník, cibule, mrkev, ovoce, vinná réva (42 druhů)

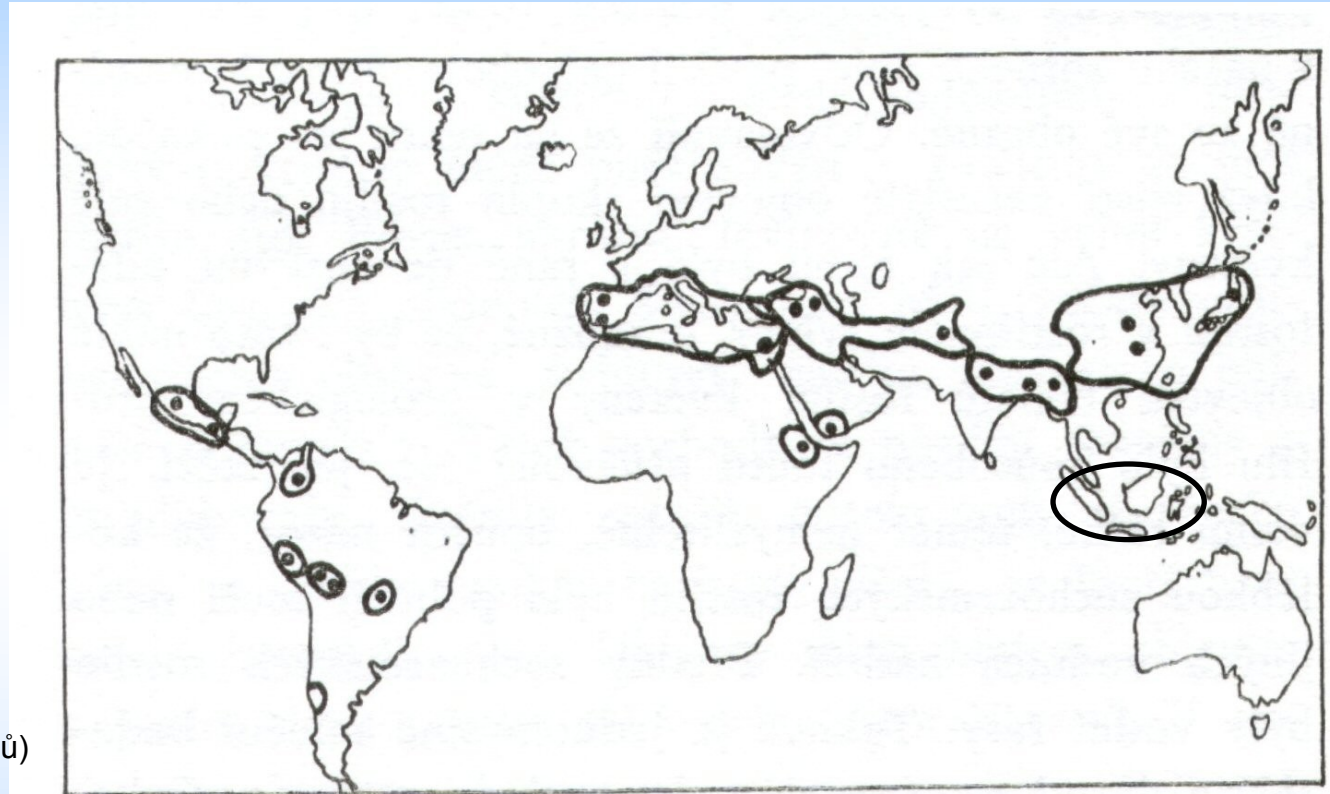
Indie:

rýže, některé luskoviny, lilek, okurka (117 druhů)

Čína:

rýže, některé obiloviny, proso, pohanka, sója, mák, konopí, citrusy, čajovník (138 druhů)

Indomalajská oblast: cukrová třtina, kokosová palma, banán a některé další druhy ovoce (55 druhů)



Hlavní centra vzniku kulturních rostlin (podle N. I. Vavilova)

Střední Amerika a Mexiko:

kukuřice, fazole, tykve, quinoja, amarant, batáty, kakaovník, některé druhy koření, ovoce a prádých rostlin (49 druhů)

Andy

brambory a některé další druhy kořenových plodin, **rajčata, tabák**, tropy: chinovník, kokainovník, některé druhy zeleniny (45 druhů)

Brazílie a Paraguay:

fazole, maniok, podzemnice, ananas, kaučukovník, maté (13 druhů)

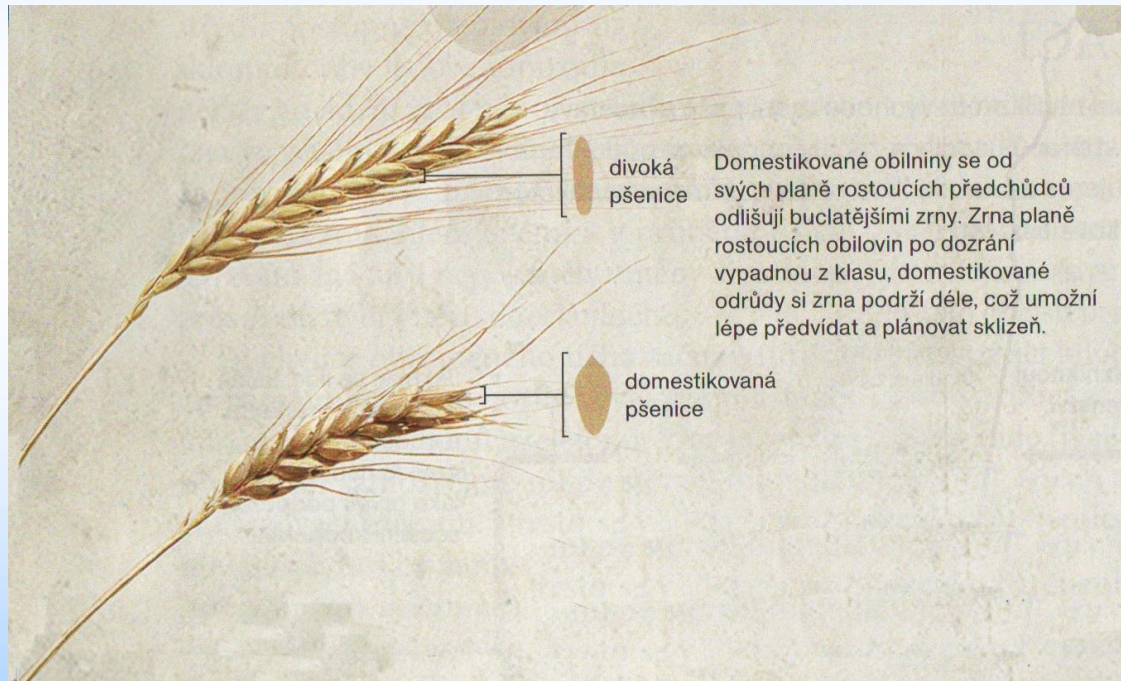
https://is.muni.cz/el/1431/jaro2015/Bi7240/um/Puvod_kulturnich_rostlin_text_IS_2015.pdf

Domestikace trav

kritérium pro hodnocení stupně domestikace trav - **rozpadavost klasu**

- domestikované formy letální v přírodě
- rozpadavost klasu doložitelná v archeologických nálezích
- jev sledovatelný experimentálně v archeologickém záznamu – změny pod vlivem člověka probíhají rychleji

rozpadavost klasu kontroluje jediná alela (úsek v DNA) - mutanti vznikají i v přirozených společenstvech s frekvencí 10^{-6} v jedné generaci (letální – zanikají) v přirozené **plané populaci** 2- 4 miliónů rozpadavých klasů jsou 1-2 klasy nerozpadavé



První zkulturněné formy  **8800 BC**

(*T. dicoccum*, *T. monococcum*, *Hordeum vulgare*) - el Aswad (SZ Syrie), Jericho, Gilgal, Netiv Hegdu (Palestina)
Abu Hureyra (S Syrie), Cayonu (JV Turecko)

Agrotechnické postupy domestikace

Sběr „oboucháváním“ do košíku:

- vysoce **efektivní způsob při rozpadavých** (planých) klasech
- nedozrálá část rozpadeného klasu nebo částečně nerozpadavý klas zůstane na stéblech
- → některé klásky rozpadavých typů padnou na povrch půdy – následující úroda na tomto poli – vyšší procento planých typů
- metoda (dnes nejčastěji u sběračů) **nehodná pro proces domestikace**



kosení srpy:

aplikované **na částečně dozrálé klasy**

- u planých forem horní část klasu odpadne na zem – u polorozpadavých jedinců ne –
- → v nasbírané zásobě se jejich procentuální zastoupení zvyšuje
- metoda **zvýhodňuje nerozpadavé** klasy
- když se vyseje úroda na novou plochu, jejich počet bude výrazně narůstat, dokud nepřevládnou v populaci úplně – **vhodné pro domestikaci trav**
- na původním poli však vyrostou jen klasy rozpadavé, když se tyto posbírají a přimísí k úrodě s nerozpadavými klasy – proces se zpomaluje



vytrhávání celých rostlin:

Částečně zralé

- plané formy – **stejný výsledek jako kosení srpem**
- pěstované formy – i dnes běžné



6 Nejvýznamnějších kulturních plodin – objem využití

1. místo – rýže

Kultury v oblasti, kde se rýže pěstuje nejvíce, tedy v jižní a jihovýchodní Asii, jsou nejvíce expandující. Má zde obrovskou tradici. Díky velkému množství proteinů užívá velký počet lidí.

2. místo – pšenice (ostatní obiloviny)

Jejich pěstování stálo u kolébky největších civilizací. Právě tyto plodiny spustily neolitickou revoluci. Tradiční plodina, na které je závislá především euroamerická civilizace.

3.- 4. místo – brambory

Původně americká plodina, která v Evropě rychle zdomácněla. Potravina chudých mírného pásma

3.- 4. místo – kukuřice

Vyspělá kultura oblasti Mezoameriky by bez kukuřice nikdy nevznikla. V této oblasti původní civilizace uznávaly i kukuřičná božstva.

Evropě existuje silný tlak k prosazení výsadby zejména geneticky modifikovaných odrůd kukuřice.

5. místo – Maniok

Klíčová plodina tropického pásu. Kulturní rostlina tropické Ameriky pěstovaná pro kořenové hlízy obsahující škrob.

6. místo – Čajovník

Zachránil Anglii a potažmo Evropu před masovým alkoholismem.

Obiloviny – morfologie květu

Klas (*spica*) je jednoduché květenství s přímým vřetenem, na němž v úžlabí listenů přisedají květy. Typologicky je obdobné hroznovitým květenstvím, rozdíl je ve zkrácených či chybějících květních stopkách, čímž květy přisedají přímo na vřeten. Toto květenství je běžné mezi druhy z čeledi lipnicovité (Poaceae)- trávy.

Pleva - termín používaný hlavně pro blanitý listen v květenství trav, z jehož paždí vyrůstá klásek.

Ve většině případů jsou na bázi klásku plevy dvě, jen výjimečně jiný počet nebo plevy zcela chybí či jsou zakrnělé.

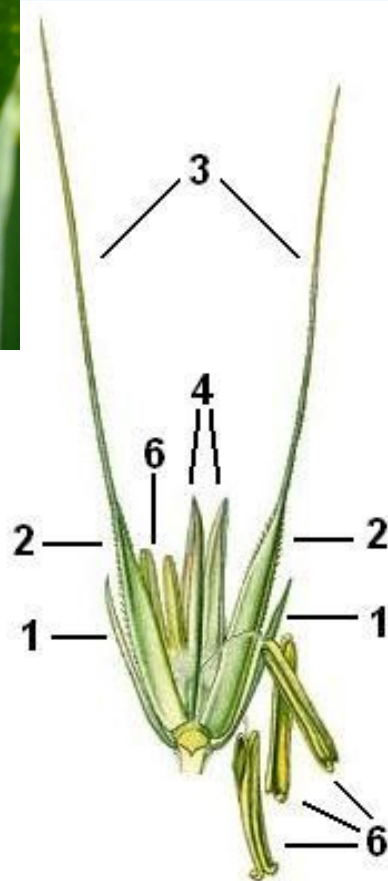
Plucha je speciální termín pro listen na bázi květu u klásků trav.

Klásek trav může být buď jednokvětý, a pak obsahuje 1 pluchu nebo vícekvětý a pak obsahuje více pluch. Velikost a různé vlastnosti pluch jsou velmi důležité při určování jednotlivých druhů trav. Plucha je někdy jednožilná, jindy zřetelně vícežilná. Střední žilka (vzácně i další žilky) je často protažena v různě dlouhou **osinu**.

Pluchy jsou buď přirostlé k obilce (tzv. pluchaté obilky), a nebo nejsou přirostlé a lze je odstranit (nahé obilky).

Nahé obilky má pšenice, žito, kukuřice, nahý oves a nahý ječmen.

Pluchaté obilky má obvykle ječmen, oves, rýže, proso a některé čiroky.



Příklad dvoukvětého klásku trav:

- 1-plevy,
- 2-pluchy, 3-osiny, 4-plušky,
- 6-tyčinky



Pšenice - nejstarší obilnina, rozšířila se na většinu severní i jižní polokoule hlavně z oblasti přední Asie, případně severní Afriky.

Nejprimitivnější typy:

Pšenice Jednozrnka (*Triticum monococcum* L.)

Jedná se o vývojově nejstarší a nejprimitivnější kulturní pšenici. Poprvé se objevila ve střední Evropě v neolitu, známá i z v Tróji z doby bronzové.

Dokáže přežít i v nepřístupných horách Afriky, na Balkáně, v Pyrenejích a na Kavkaze.



Pšenice Dvouzrnka (*Triticum dicoccum* Schrank.)

Pšenice dvouzrnka pochází z hor Úrodného Půlměsíce, Irán, Irák, Jordánsko, Sýrie a Palestiny. Měla významnou roli ve výživě starobylých národů (Babyloňané, Asyřané, Egyptané). Dokázala se udržet v extenzivních horských oblastech Pyrenejí, Středního Východu a severní Afriky.

Na území České republiky byla významnou plodinou až do příchodu Slovanů, kteří zavedli pěstování pšenice seté.

V České republice se dvouzrnka pěstuje pouze na několika desítkách hektarů v režimu ekologického zemědělství, pro **produkci krupice**. Kvůli pluchatosti a nízkým výnosům, není považována za významnou hospodářskou plodinu.

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)

Kultivována na Blízkém východě. Do Evropy se pšenice špalda zřejmě dostala před 4000 lety při stěhování národů. Hospodářsky byla využívána pravděpodobně již od doby bronzové (nálezy v oblasti Alp, v Polsku, Anglii a Skandinávii).

Dlouhá staletí byla populární v Evropě např. Itálie (farro), jižní Německo (dinkle), Španělsko, Belgie, Švýcarsko, Anglie, Polsko, - Skandinávie .

V ČR se objevila v polovině 18.století na Litomyšlsku a **využívala se jako kávošina**.

V současnosti je využívána v ekologickém zemědělství (méně náročná, odolnější k chorobám).



Pšenice setá (*Triticum aestivum*)

původem patrně z Blízkého východu, je po tisíciletí šlechtěna a pěstována po celém světě.

Patří mezi nejnáročnější obiloviny

- optimální teplota i vláha

U nás zavedli pěstování Slované

Celozrná špalda a celozrná pšenice mají velmi podobný nutriční profil. Obě jsou zdrojem sacharidů, bílkovin, vlákniny, vitamínů, minerálů a dalších důležitých živin.

X

Špalda obsahuje o něco více minerálů než pšenice setá: manganu, zinku a mědi, má lépe stravitelnou vlákninu).

špalda obsahuje méně kyseliny fytové (antinutrientu) než pšenice, není bezlepková, má rozpadavý klas – náročnější na sklizeň.

Kys. fytová – horší vstřebávání minerálů x protirakovinné účinky



Žito (*Secale cereale*) je mladší obilovinou než pšenice a ječmen, pochází pravděpodobně z oblastí střední Asie, ze Zakavkazska možná až z oblastí Tibetu a Pamíru, kdy se jako **plevelná rostlina vyskytovalo v porostech pšenice**. Při postupu pěstování pšenice a ječmene do severních oblastí (**do méně příznivých podmínek – odolnost, vyšší konkurenceschopnost**) žito převládalo, až se pěstovalo téměř v čisté kultuře.

Do Evropy žito přinesli pravděpodobně Slované a od nich je převzali Germáni a obyvatelé severských zemí. Díky svým vlastnostem se stalo jednou ze základních kulturních plodin a základní obilovinou v oblasti na sever od Alp až po Skandinávii a na východ do ruských stepí. V Čechách bylo žito hlavní chlebovou obilovinou až do poloviny 20. století. Podobně tomu bylo i v Německu a Polsku.



Nechlebové obiloviny



Ječmen (*Hordeum vulgare* L.) Na naše území přinesly ječmen stěhovavé národy z jihozápadní Asie asi před pěti tisíci lety. V minulosti byl známý v celé Evropě, největší pěstitelské plochy se nacházely v oblasti Alp, v Belgii a v Norsku. Hodně byl populární v Orientu a v oblastech Himalájí, širší využití měl v Nepálu, Etiopii, Japonsku (místa s tradiční konzumací ječmene).

Krmivo, slad



Oves (*Avena*)

Původ ovsu není úplně jasný - **do Evropy se dostal jako plevel mezi ječmenem a pšenicí**

Původ pluchatého ovsu setého sahá do oblasti Malé Asie a bezpluchý oves vznikl spontánní mutací v Číně a Mongolsku.

Jedná se o nejmladší kulturní obilninu.

Význam ovsu byl znám už před mnoha stoletími. Římský spisovatel Plinius již v 1. století n. l. zaznamenal, že germánské kmeny se živí ovesnou kaší. Germánští bojovníci nazývali ovesnou kaší pokrmem bohů a vařili ji před bojovým tažením. Staří Římané máčeli oves ve víně, které pak pili vojáci před bojem, zatímco oves dávali koním.

Bezpluchý oves je využíván v potravinářství pro **výrobu vloček** a dalších výrobků (müsli, tyčinky, chléb, pečivo, ovesné polévky, proteinové izoláty, kulinářské oleje, ale i ke kosmetickým účelům)



Proso seté (*Panicum miliaceum* L.)

Proso patří mezi nejstarší kulturní plodiny. Jeho pravlastí je Čína, východní Asie a Indie.

Doklady pěstování: Gruzie (?5-4 tis BC), Čína (4 tis BC) – sprašová tabule.

- je běžné od střední nebo pozdní doby bronzové

Proso byla také **důležitá obilovina Slovanů**, ti z něj dělali kaše, placky, polévky,...

Proso je náročné na teplotu (klíčení 9 – 10°C, optim. 15 – 20°C) – citlivé na mráz, vegetační doba cca 90 dnů, má menší náročnost na vláhu, nižší osvojovací schopnost kořenů – **C4 rostlina**



jáhly

Pohanka setá (*Fagopyrum*)

Pohanka setá je stará kulturní plodina. Pochází z Číny, odkud se rozšířila do Japonska, Evropy i do Severní Ameriky, u **nás se pěstovala od 12. století** - tradice na Těšínsku, Valašsku a v Beskydech. V 16. století byla nejoblíbenější potravinou, poté nastal ústup pěstování, tento trend pokračoval i ve 20. století.

Konkurenční schopnost pohanky byla využívána často k ničení pýru zejména před setím lnu na semeno, nyní ve vinohradech.



Název získala díky pohanským nájezdníkům: saracénům a tatarům, kteří rozšířili její semena do Evropy.



Laskavec - Amarant (*Amaranthus* sp.)

Jedná se o starou kulturní plodinu Amerického kontinentu, v období před objevením Ameriky, to byla třetí nejrozšířenější plodina ve Střední Americe. Po obsazení Mexika bylo pěstování laskavce zakázáno.



Bér (*Setaria*) je prastará kulturní plodina. Místem původu je Indie, Čína a Japonsko, do střední Evropy se dostal už v době bronzové.



Čirok (*Sorghum vulgare*)

zahrnuje řadu jedno i víceletých druhů, převážně planě rostoucích v subtropických a tropických oblastech. Původem je z Etiopie - botanickými vlastnostmi podobná kukuřici, květenstvím prosu.



Proso, laskavec, bér, kukuřice: patří do skupiny rostlin s C4 cyklem

– většinou jsou to rostliny tropů a subtropů. U nás se pěstují jen jedno vegetační období, pozdní výsev

Len setý (*Linum usitatissimum*) je jednoletá bylina, pěstovaná pro lněné vlákno a pro olejnatá semena. Pochází z regionu mezi východním Středomořím a Indií a ve velkém se pěstovala již ve starověkém Egyptě. Byl **jednou z prvních rostlin domestikovaných během neolitické revoluce**.



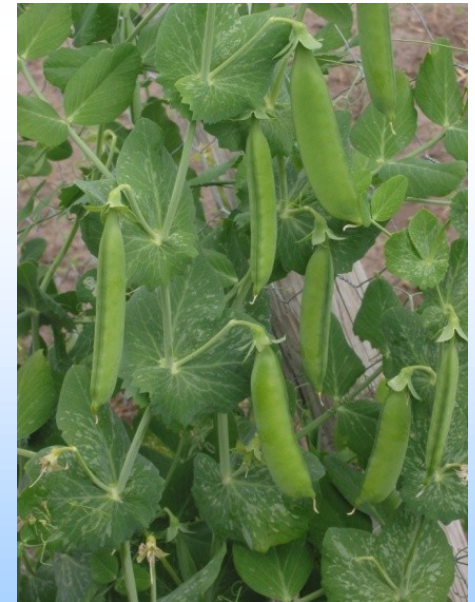
Bobovité (*Fabaceae*) — luskoviny

Plody se označují jako luštěniny

Čočka – (*Lens culinaris*)

původem z Přední Asie se pěstuje pro semena - od **neolitu**. Dosahuje výšky asi 40 cm a semena jsou ukryta v luscích, obvykle po dvou.

Po sojových bobech a konopí má čočka třetí nejvyšší obsah bílkovin ze všech rostlin – 26 %



Hrách setý (*Pisum sativum*),
Plody jsou lusky s dužnatými semeny.
Původem je z východního Středomoří.

Mák setý (*Papaver somniferum* L.)

Mák je využíván již několik tisíc let. Prvně se nejspíše pěstoval již v 6. tisíciletí př.n.l. v oblasti Středomoří a o tisíc let později v Mezopotámii sloužil jako zdroj opia. Některé civilizace jako např. Egypťané využívaly opia jako sedativa.

- **nejvyšší podíl vápníku**, omega 6 mastných nenasycených kyselin



Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je vytrvalá dvoudomá pravotočivá liána z čeledi konopovitých. Planý chmel otáčivý se **vyskytuje v olšínách**, na okrajích lesů, v **lužních lesích**, v pobřežních křovinách potoků a řek



Konopí (*Cannabis*)- bylo používáno v mnoha civilizacích, od Asie po Evropu (a později S. Ameriku) již **od neolitu**. Nejznámější využití je v textilní výrobě a také pro výrobu papíru - provazce, lana, plachty, rohože i pytle. Z krátkých vláken se vyrábí např. koudel velmi pevné a odolné proti vlhkosti a hnilobě

Vliv člověka na krajinu

Starý holocén (9 500 - 5 500 BC nebo př.n.l.)

- střední doba kamenná (mezolit)

- Velmi rychlý vzestup teploty a za ním se opožďující vzestup vlhkosti
Postupné šíření lesa, který se vyvíjí spolu s imigracemi nových druhů

- Člověk se více usazuje a přeorientovává z lovu velké stepní fauny na
specializovaný sběr, rybolov, lov lesních zvířat a ptáků

nitřifikace v okolí sídlišť

Chenopodium - merlík,

Atriplex – lebeda

Rumex - šťovík

Polygonum aviculare – truskavec ptačí

Dolní Věstonice – otisk látky
– vlákna z kopřivy



Rumex acetosa - šťovík kyselý



Polygonum aviculare truskavec ptačí



Archeopark Asparn

Trapa natans
Kotvice plovoucí
sběr



Záměrné šíření lísky – sběr plodů



Střední holocén (5500 – 1000 před n.l.)



Neolit až doba železná

- Období po maximu vlhkosti a teploty, „lesní optimum“ holocénu.
- Největší rozšíření smíšeného listnatého lesa *Quercetum mixtum* a jeho postupná degradace
- Postupný vznik „moderních“ lesních typů.
- Zavedení **zemědělství a jeho postupný vývoj.**
- Ke konci období maximální rozšíření pravěké kulturní krajiny „**Antropogenní**“ **bezlesí**
- Postupná centralizace osídlení.



Archeopark
Asparn

Archeologické nálezy z období neolitu ukazují na pěstování pšenice dvouzrnky, jednozrnky, pšenice obecné, ječmene a prosa.

Teprve po těchto nejstarších kulturních plodinách se začal pěstovat hrách, sója, rýže a další druhy rostlin.

Neolit - sklizňové hospodářství, žárové - lidé ještě kočovali, ale když našli místo, kde bylo hodně jedlých rostlin, usadili se tam do doby, než je mohli sklídit.

Postupně **uchovávání semen** přes zimu. Při přípravě pole často **vypalovali** louky nebo lesy a seli přímo do teplého popela – není nutné obdělávat ani hnojit několik příštích let. Protože obilí půdu rychle vyčerpá, nechávali vždy po třech až pěti letech půdu **ležet ladem**, aby se zase zúrodnila,

až po 20 - 50 letech proces zopakovali - **obrovské odlesněné plochy**

Dřevěné brázdiče - vhodně tvarované dřevo - brázdu, do které seli., **motyky** ze dřeva nebo z rohů a parohů.

Doba bronzová přinesla do zemědělství použití kovu.

Bronzové srpy se postupně začaly využívat ke sklizení obilí a nože k vysekávání větví pro dobytek

Pěstované druhy rostlin zůstávaly stejné jako v neolitu. Změnila se ale jejich skladba – **ječmen převážil nad pšenicí**, rozšířilo se pěstování žita, prosa a bobu.

Keltové pěstovali hlavně **ječmen**, ze kterého pekli chleba (placky) a vařili kaše – a pivo.

Dále pšenici, prosa, žito, oves, hrách, čočku, boby, merlík bílý a konopí (ke tkaní látek i na semena) a barvířské rostliny.



Zimní krmení senem – velká inovace koncem laténského období.

Do té doby se dobytek musel přes zimu sám pást, nebo ho jednoduše na podzim zabili.

Keltové přednostně obydlovali nížinné polohy do 300 m n. m. a do 500 m vzdálenosti od nejbližšího vodního toku - na počátku doby laténské začala používat **železná radlice**, první žací stroj



Římané intenzivně **přeměňovali krajinu**: mýtili rozsáhlé lesy, vysoušeli bažiny, stavěli kanály a vodovody a regulovali vodní toky, na kterých postupně začali stavět vodní mlýny.

I když **vinnou révu**, která se vyvinula z divoké lesní révy, pěstovali už Keltové, teprve Římané ji začali šlechtit a pěstovat ve velkém.

Základním zemědělským systémem starých **Slovanů** bylo tzv. **přílohové (trávopolní) zemědělství**

- rotace orané plochy (tzv. ager) s přílohem (tzv. campus). Po dvou až třech letech pěstování polních plodin na témže pozemku, bez dodávání jakýchkoliv hnojivých látek do půdy, docházelo k výraznému poklesu výnosů rostlin. Proto se muselo se přistupovat k víceletému tzv. příložení oraných ploch.

Na přílohu se půdní úrodnost samovolně přirozeným způsobem obnovovala v průběhu sukcese rostlinných společenstev a sukcese půdních organismů. Pro tuto přirozenou regeneraci půdní úrodnosti bylo v závislosti na půdních podmínkách zapotřebí v průměru **tří až deseti let**. Nejdříve, to je po třech letech (= na úrodných nivních půdách nížin v okolí řek). Tak například první rok příložení se nejčastěji nazýval padaliční, podle tzv. padalice, to je osení, které ještě v hojně míře vzrůstalo z obilek vypadaných při poslední sklizni. Druhý rok příložení byl v některých oblastech označován jako rok divizny, třetí rokem pelyňku, čtvrtý a pátý rokem pcháčů a bodláků a šestý, ale většinou až sedmý, rokem travin, které příloh postupně opanovávaly. Od tohoto okamžiku byl kampus využíván k pastvě nebo i kosen.

Slovanské přílohové zemědělství bylo značně extenzivní a mimořádně náročné na výměru zemědělské půdy.

- písemné zprávy byzantských autorů - osídlení zemí obývaných Slovany bylo řídké, neboť každá vesnice potřebovala k provozování svého zemědělství široké zázemí.

Neúrodné roky – obrovské výkyvy produkce

Zásadní změny zemědělské výroby 12. a 13.stol. - docilování sklizní rovnajících se v průměru trojnásobku až čtyřnásobku výsevu - **agrární revoluce**.

- podmíněným zkracováním doby nutné pro regeneraci půdní úrodnosti - **úhorové systémy hospodaření - trojpolí**. Pole, která vydala dvojí úrodu, byla třetím rokem obhospodařována jako **úhor**. Úhor byl využíván k pastvě dobytka, byl hnojen a zpravidla třikrát orán.
- používání dokonalejšího zemědělského nářadí, jako jsou pluhy, brány, žací nářadí aj. používání potahů
- na našem území první vrchol výkonnosti v druhé polovině 16. a na počátku 17. století.
- Les - nejen zdroj dřeva, ale v lesích se běžně páslo (hovězí dobytek, ovce, kozy, prasata), včelařilo, sklízelo se tzv. dubové ovoce (žaludy) a bukyně (bukvice), a to pro krmivářské i potravinářské účely, kosila se zde pro dobytek chovaný ve dvorech tráva, hrabalo se stelivo a v obdobích sucha se jako náhradní krmivo dokonce lámaly větve listnatých dřevin. Tomuto přístupu odpovídal také všeobecně špatný stav tehdejších lesů.

Úryvek z Vlastního životopisu Karla IV z r. 1337: "*Potom téže zimy jsme táhli se svým otcem do Prus proti Litvanům. A byla s námi hrabata... Zima však byla tak mírná, že nebyl led; proto jsme nemohli táhnout proti Litvanům a vrátili jsme se každý do svého domova.*"

Po třicetileté válce poklesl v Čechách počet obyvatelstva na stav, jaký tu byl na počátku 13. století. Tím na dlouhou dobu vyřazen významný faktor stimulující po celou historii rozvoj zemědělství - populační tlak.

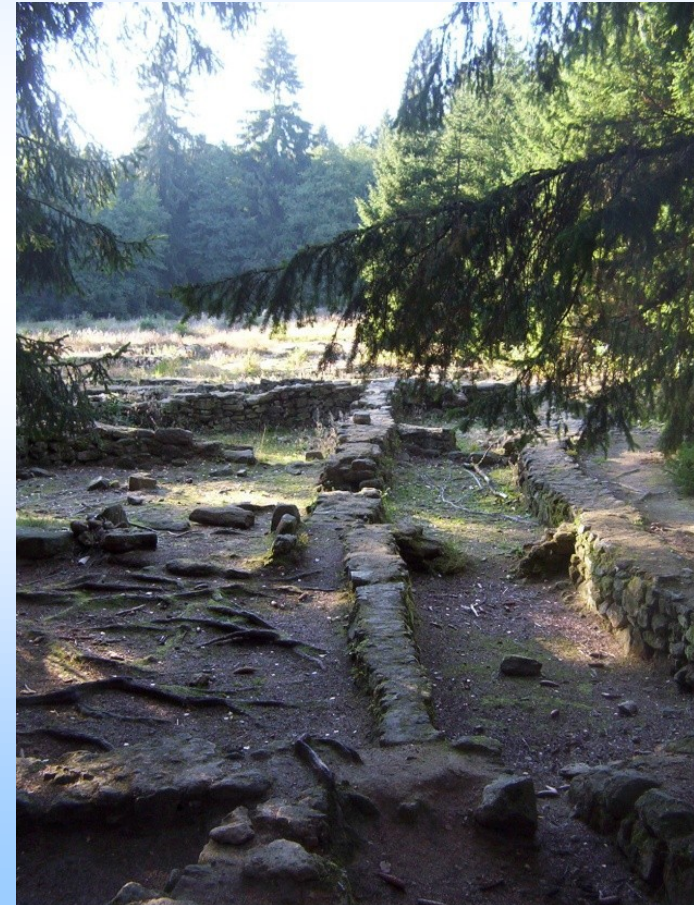
V druhé polovině 18. století v Anglii, která byla zemědělsky i průmyslově nejvyspělejší zemí tehdejšího světa, se začal v hrabství Norfolk používat první průkopnický osevňovací postup střídavého hospodaření, který je dodnes označován podle místa svého vzniku - **norfolkský osevňovací postup** - bez zařazování úhoru.

- vhodně sestavená agrocenóza - nenáhodně časově rozloženo do jednotlivých let rotace osevňovacího postupu: po řepě nebo bramborách následuje jarní pšenice nebo ječmen, dále vojtěška nebo jetel a po nich ozimé obiloviny... Tímto způsobem se s výhodou docilovalo obnovování půdní úrodnosti, a to již bez zařazování přílohu nebo úhoření!
- počátek tzv. **zemědělskotechnické revoluce**.

Malá doba ledová

Výrazné ochlazení s výkyvy, jako kupříkladu v období let 1645 až 1715, kdy v Anglii v zimě zamrzala i řeka Temže. Doprovodné přírodní jevy, jako byly dlouhé zimy, někdy velmi kruté, sucho a záplavy, devastovaly v letech tzv. Maunderova minima úrodu, což vedlo k hladomoru, epidemiím moru a neštovic, k bouřím i častějším válkám zejména v 17. století.

Západní Evropa zažila nejhorší neúrodu v roce 1648. Zdražování chleba vyvolalo povstání na Sicílii i ve Stockholmu a jinde,“ píše ekonomický server Armstrog Economics. Prusko v důsledku hladomoru ztratilo čtyřicet procent obyvatelstva, Skotsko asi patnáct procent. Podobné jevy zaznamenaly civilizace i na východě – přes Indii po Japonsko.



Zánik středověkých osad

Mladý holocén

1000 BC - současnost

- Postupné ochlazování, rozkolísané srážkové poměry.
- **Zvýšená eroze a tvorba svahovin, změny v nivách.**
- Rozvoj sekundárního xerothermního bezlesí v suchých oblastech.
- Lesní vegetace pod výrazným vlivem managementu.
- Vrcholně středověká kolonizace a právní fixace krajinné mozaiky.

Soukromé vlastnictví půdy, hospodářská konjunktura, záprah koně, zavedení těžkého záhonového pluhu a hluboké orby, ozimy a jaře, hnojení, trojpolní systém, lesní pastva, klášterní hospodářství, vznik měst, plavení dřeva, pálení dřevěného uhlí, hornictví, lesy s krátkým obmýtím (porostliny).

Současné změny v krajině

Lesní hospodaření a smrkové **monokultury**.

Konec exportu živin z lesů a luk, zánik pastvin.

Velkoplošné hnojení dusíkem a kyselé deště.

Šíření neofytů a cizích travních směsí.

Pustnutí některých zemědělských krajin.

Chemizace v zemědělství,

Zvýšená eroze.

Velkoplošná těžba.

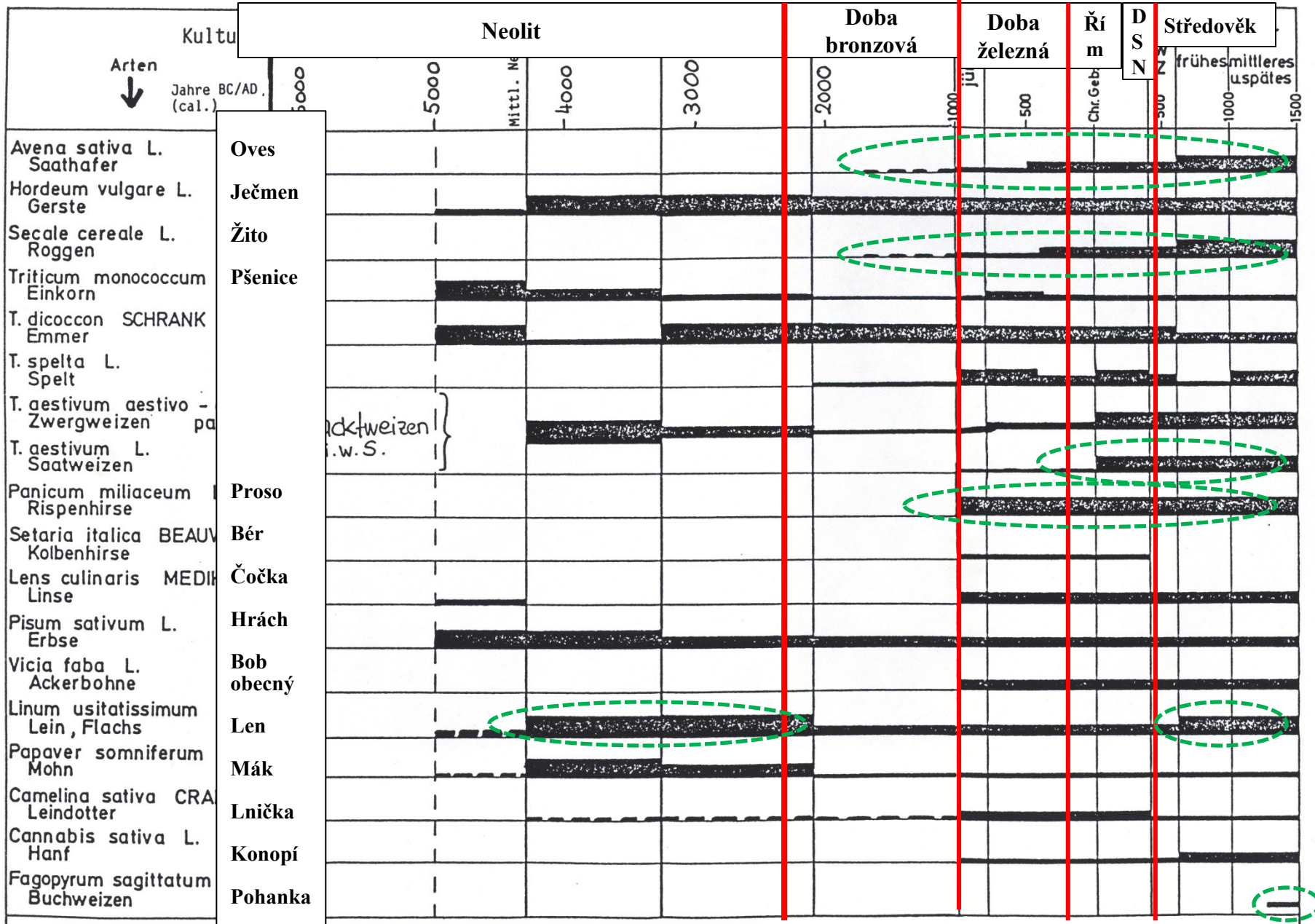
Přehrady.

Horská rekreační střediska.

Velkoplošné odvodnění.

Ritualizace zbytků souvislé přírody.

Polní plodiny pěstované ve střední Evropě od neolitu do vrcholného středověku



gelegentlich vorhanden
 häufiger vorhanden
 recht regelmäßig vorhanden

nach Willerding 1980, verändert und ergänzt.

Znečištění atmosféry - např. SO₂ změny v obsahu cukrů, chlorofylu, aminokyselin, složení silic aj. Plynné emise působí především na regulaci výměny plynů, porušuje se funkce průduchů – jejich koncentrace se mění během roku - v létě je zatížení atmosféry nejnižší - negativně působí vzdušná vlhkost, teplotní inverze

rostliny mohou toxické látky akumulovat – těžké kovy

Rezistence rostlin proti vlivu imisí je druhově specifická a záleží také na vlastnostech stanoviště – na půdách eutrofních – je vyšší než na oligotrofních (např. na horách).

Obecně odolnější jsou listnaté opadavé porosty, protože v zimě nepřijímají tolik škodlivin a listy opadnou každý rok, jehlice vydrží v průměru 4 roky.

Nejcitlivější jsou *Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*,
odolné *Juniperus sabina*, *Taxus bacata* a relativně i *Pinus mugo* (kosodřevina).

Z listnáčů je citlivý: *Fagus sylvatica*, *Tilia*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, Lišejníky a mechy většinou citlivější.

Odolné: je *Betula.*, *Populus tremula* (osika), *Alnus incana* (o.šedá).

Rezistentní jsou také některé u nás nepůvodní, které se např. vysazují do zničených porostů – *Quercus rubra* (d. červený), *Pinus nigra* (borovice černá), *Picea omorica* (s. srbský).

Vysoké Tatry (pod Štrbským plesem) 2007 kalamita po bouři se silným větrem



Nadměrný výskyt jmelí

Přibývají dokonce i některé druhy dřevin, kde se dříve jmelí nevyskytovalo, například břízy, habry a ořešáky. Jmelí už je i na keřích.



Parazitickou rostlinu rozšiřují hlavně ptáci, pro které bobule jmelí skýtají zejména v zimním období potravu.

Ptačí trus pak obsahuje semínka z bobulí, které pak na vzrostlých stromech zakládají celé kolonie jmelí.



Metodika terénních a laboratorních prací
pro makrozbytková a palynologická studia

TERÉNNÍ PRÁCE

Zachování organických rostlinných makro-, mikro-zbytků:

- zamokřené sedimenty bez přístupu vzduchu (angl. waterlogged), nízké pH
- Vysušení – bez rozkladných organismů (angl. dessicated)
- procesem nedokonalého hoření-karbonizace (ang. charred)
- Mineralizací - pronikání minerálních solí (angl. mineralised)
- Otisky - v mazanici, na keramice, v sedimentu apod.

- Typy sedimentů pro zachování organických zbytků:
- Nejlépe ve **vlhkém kyselém prostředí** (např. rašeliny), méně v jemně klastických (jemnozrnných) uloženinách – říční a jezerní sedimenty, spraše nebo jeskynní hlíny.
- Důležitým požadavkem je **absence oxidačních procesů**

Zvýšená oxidace + pórovité horniny (písky, šterky)

Velmi nepravděpodobné zachování palynomorf

Obdobně sedimenty půd – mikroorganismy při vzniku půdní vrstvy palynomorfy rozloží



Studna -podle předlohy nalezené na opevněném sídlišti kultury lužických popelnicových polí v Pobedimi. Patří do kategorie nejmělejších pravěkých studen (hloubka 2 m).

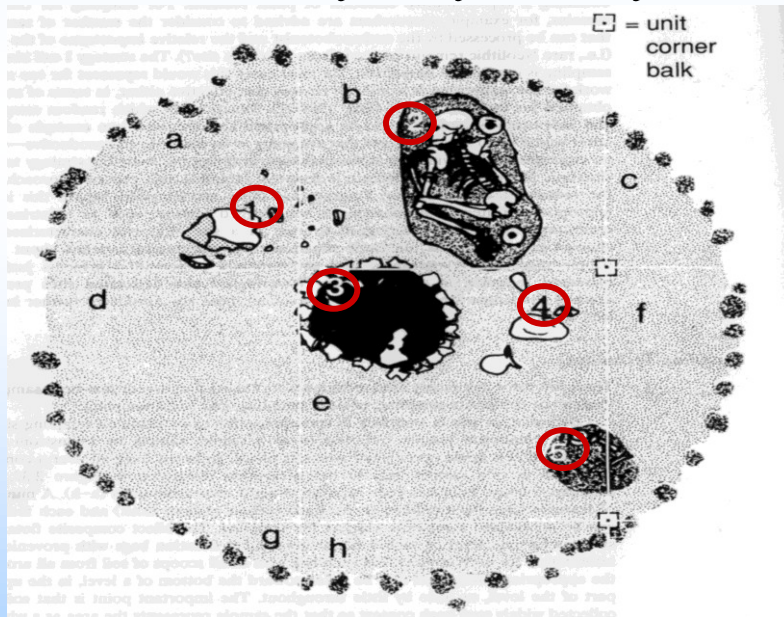
<http://oldnet.csa-projektka.html>

- Velikost vzorků a četnost vzorkování záleží na charakteru sedimentů a plánované metodě studia

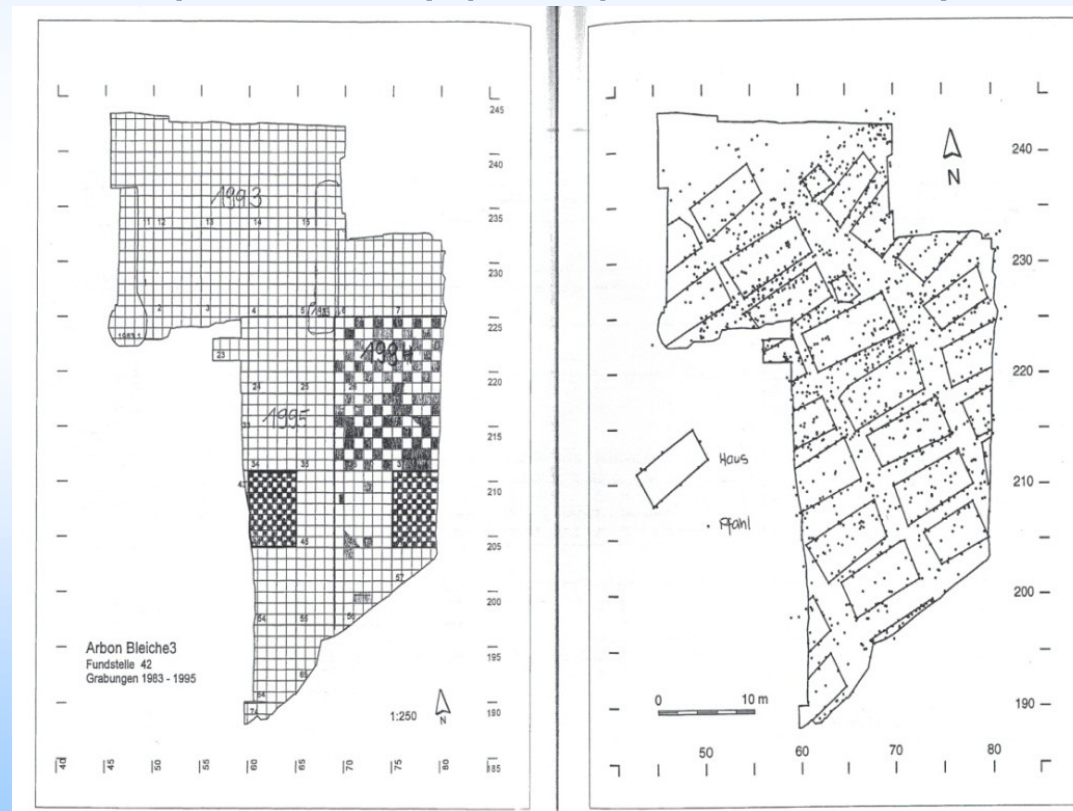
Makrozbytky: Vzorky sedimentu se obvykle odebírají do plastických pytlů (obecně platí pravidlo, čím více, tím lépe).

Systematický přístup = Intervalový

Náhodný - výběrový



- 1 dílna
- 2 hrob
- 3 ohniště
- 4 „kuchyně“
- 5 odpad



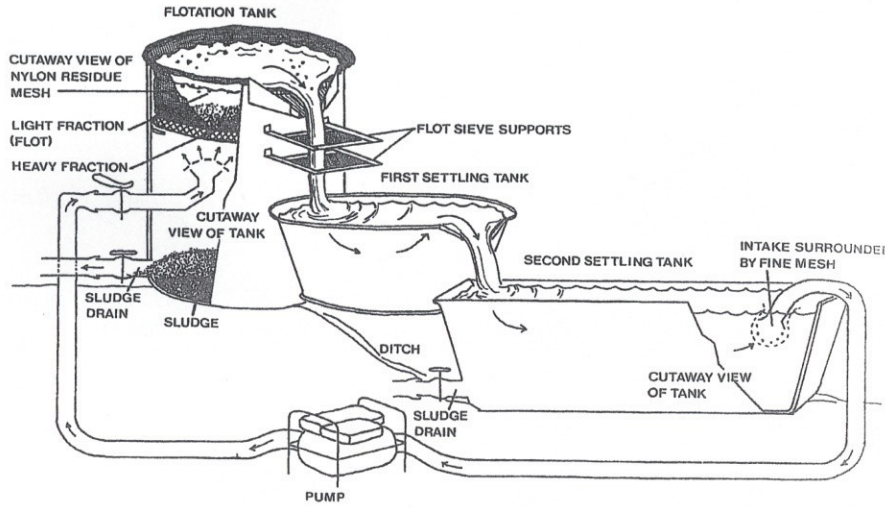
Extrakce rostlinných makrozbytků

Posléze jsou proplaveny na sítích a usušeny.
Nakonec jsou v nich pod stereoskopickou lupou vybrány a determinovány rostlinné makrozbytky.

- „*Wet sieving*“ = Prosívání zamokra
- „*Wash over*“ = Promývání
- „*Flotation*“ = Flotace

síto **2 mm** klíčové pro oddělení determinovatelných uhlíků
síto **0.25 mm** zachytí veškerá semena a plody vyšších rostlin

frakce CF, FF, HR (plovoucí, hrubá, jemná, residuum)



Palynomorfy – vzorky několik dkg – cca 0,5kg

Malé vzorky umožňují detailní vzorkování v profilech – zachytí se změny vegetace v čase

1. **rašeliny** – vysoká koncentrace **palynomorf** – pomalé ukládání sedimentu
- malé vzorky a odebírat i po 1 cm – detailní změny v čase
2. **sediment s velkou příměsí horninového materiálu** – větší vzorky
- např. povodňové hlíny nebo spraše – rychlé ukládání velkých mas sedimentů
- rozptýlený org. materiál – nízká koncentrace p.

•Odběr vzorků z odkryvů – profily

Vzorky odebíráme směrem **od podloží do nadloží** (možnost kontaminace padajícím materiálem).

možnosti odběru: podle typu horniny, nebo po vytyčených vzdálenostech



kontinuálně do zatloukacích krabic

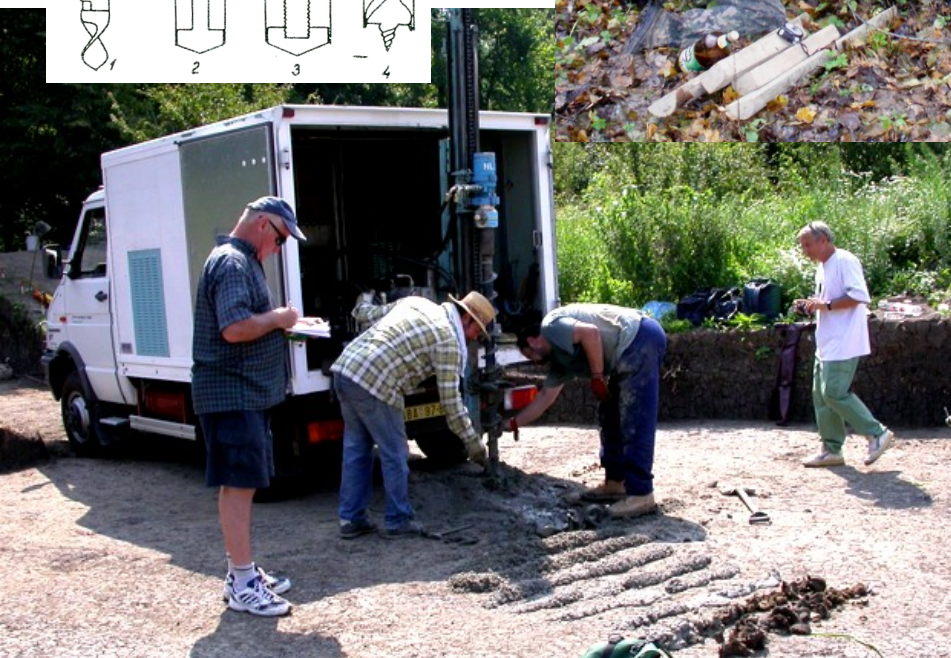
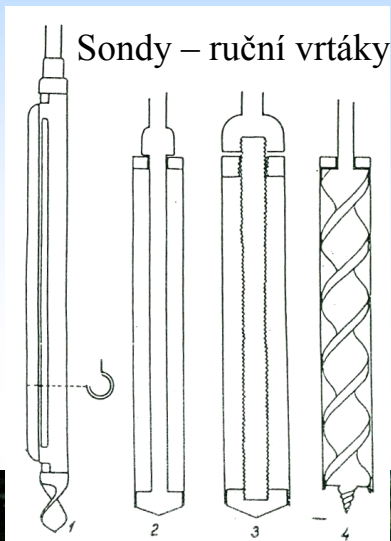


•2 Odběr vzorků z vrtů

Podstatně se neliší od odebírání vzorků z profilů.

Vzorky odebírat ze středu jádra (možnost kontaminace materiálem nalepeným na jádrovnicí).

Nepřehodit horní a dolní konec vrtného jádra



MACERACE

Ze sedimentů - chemickou a mechanickou cestou (macerace) se odstraní anorganické a organické látky s výjimkou pylových zrn a spor a ostatních rostlinných a živočišných zbytků

- např. kutin, chitin - proces trvá zhruba 4 dny



1. Rozrušení vzorků, odstranění případných rostlinných vláken přes síto, potom podle typu sedimentu:

2. +- HCl – odstranění uhličitanů - (několik hod)

- Mezi každým chemickým procesem - odstředit, vylít, 2x propláchnout H₂O

3. +- HF – odstranění křemičitanů

- Plastové nádoby – leptá sklo – **způsobuje zmenšení velikosti zrn** - (24 - 48 hodin)

- **Nemusí se dělat u čistých rašelin (bez příměsi silikátových minerálů)**

4. +- Acetolýza – zesvětlení, odstranění velkých organických částí a celulózy

- 10 % KOH (vařit ve vodní lázni),

- CH₃COOH (kys. octová),

- **acetylační směs** (H₂SO₄ + acetanhydrit kys. octové 1:9), vařit ve vodní lázni,

- CH₃COOH (kys. octová)

- **Nemusí se dělat u vzorků starších jak holocén (proběhla fosilizace)**

5. +-**Zvýšení koncentrace palynomorfů** u vzorků

s menším množstvím organiky

Koncentrace pomocí těžkých kapalin: ZnCl₂

na základě rozdílné hustoty org a anorg. Částic

- **Nemusí se dělat u rašelin**



Alternativně: Sítování na mikrosítech o velikosti ok 10μm

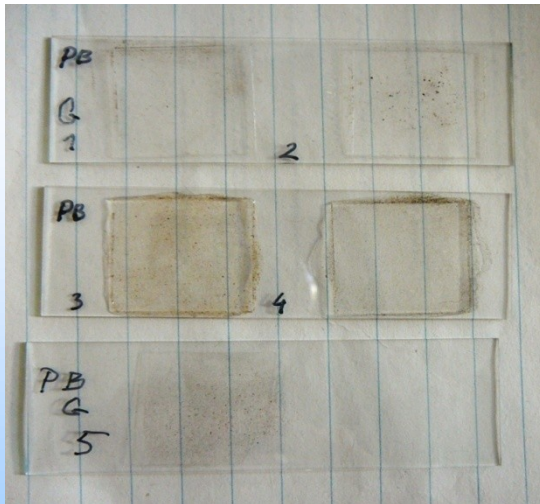
Příprava preparátů – biologická podložní skla, krycí skla

- dočasné - pohyblivé – glycerín nebo voda – přikrýt nebo ne krycím sklem

- trvalé glycerinová želatina nebo kanadský balzám

– uchování vzorků - ve směsi lihu a glycerínu a vody

- Pozorování se provádí v procházejícím světle na mikroskopu při **zvětšeníh**
- **200x, 400x, 600x a 1000x.**
- Fotodokumentace je prováděna při zvětšení 1000x
- za použití imerzní kapaliny olejové povahy, která má index lomu okolo 1,5.



Složitější příprava pro pozorování v elektronovém mikroskopu – odvodnění, odmaštění, pokovení...

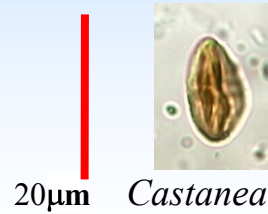
Metodika oboru

Principy determinace zrn - zvětšení 200x, 400x a 1000x

Velikost: μm

Malvaceae, slézovité, *Lygodium* - cca 120 - 200 μm

× *Fagaceae*, bukovité 10 μm



Tvar:

× přizpůsobený k opylení nebo prostředí:

vzdušné vaky u větrosnubných

ostnité výběžky
u hmyzosnubných

trámcovitá struktura
- změny vlhkosti



Skulptura povrchu zrna

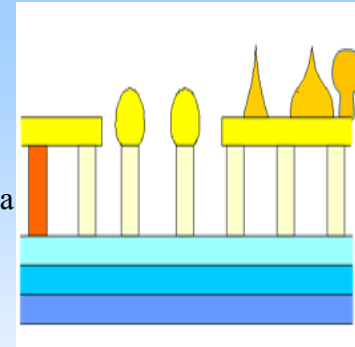
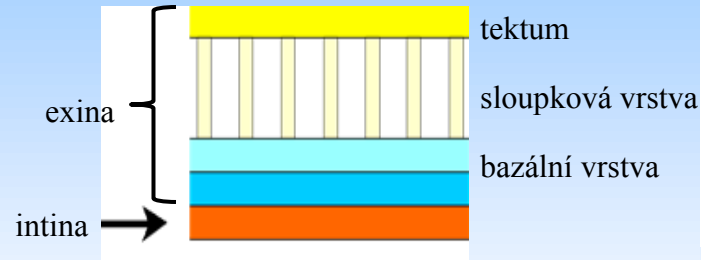
Acidorezistentní obal palynomorf – **exina**

- několik vrstev,

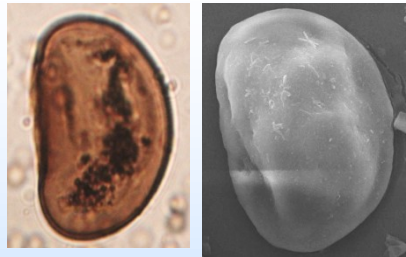
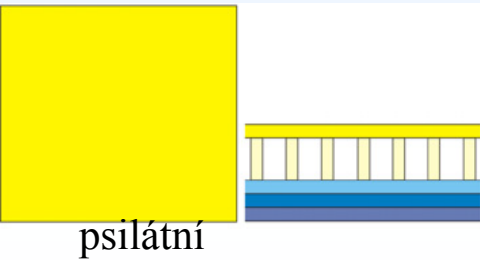
Uspořádání mikromorfologických elementů

- odlišná povrchová morfologie

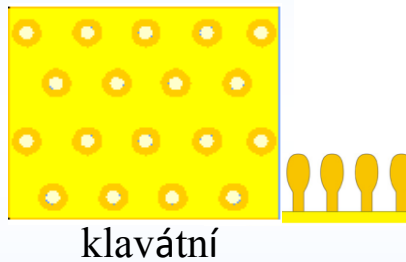
- metoda kombinace LM/SEM (Zetter 1998)



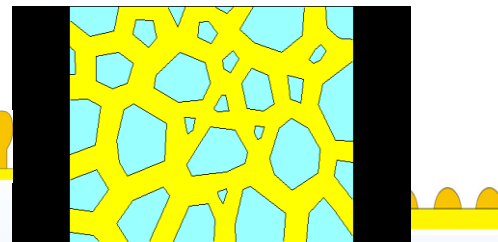
upraveno Punt et al. 2007



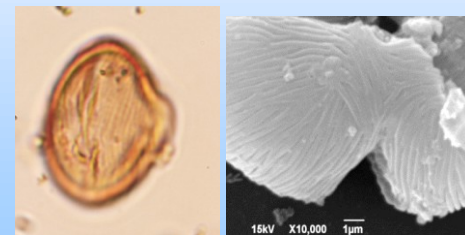
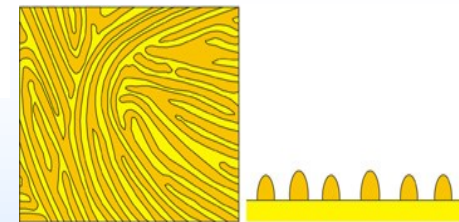
Polypodiaceae



Ilex



Potamogeton



Potentilla

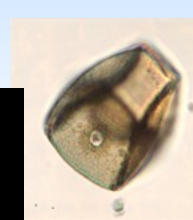
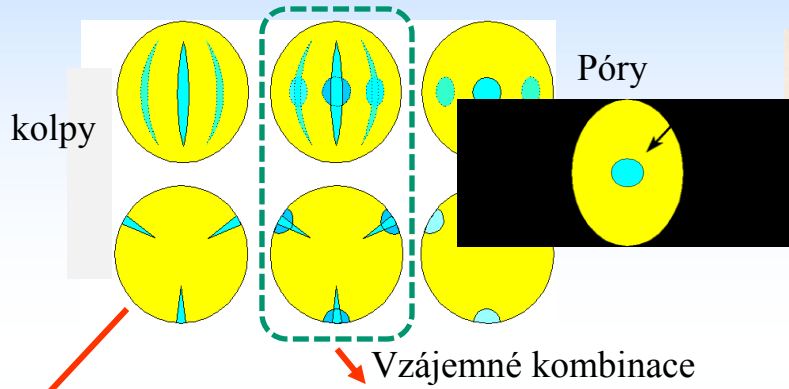
Morfologie klíčního aparátu

Příklady hlavních typů apertur (klíčních štěrbin), jejich umístění a kombinací:

Apertury protáhlé: **kolpy**, apertury okrouhlé – **póry**.

Apertur může být od 1 po více než 100. Mohou být různě rozmístěny po povrchu zrna

a mít rozdílné tvary, jejich kombinace i vnitřní stavbu



Poaceae



Carya



Engelhardia



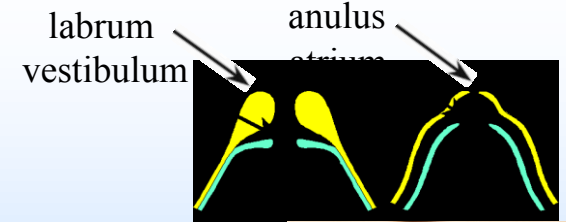
Chenopodiaceae

Příklady vnitřní stavby apertur

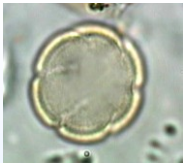
Exoapertura (exopór)

x

Endoapertura - endopór



Quercus



Galium



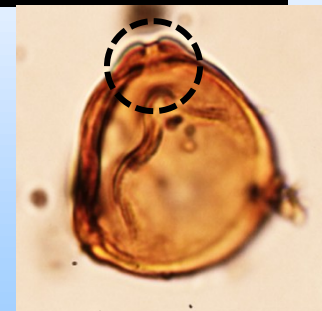
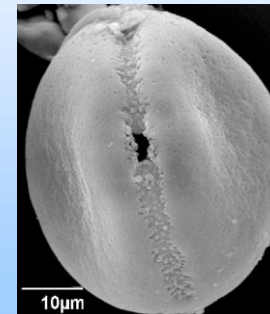
Cornus - Mastixia



Sapotaceae



Boswellia bullata



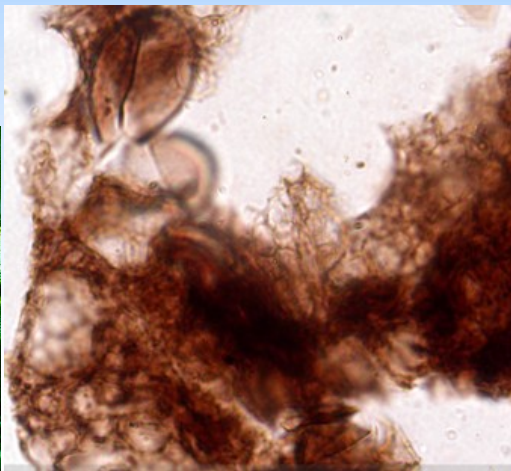
Betula:
anulus + vestibulum

Nepylové objekty

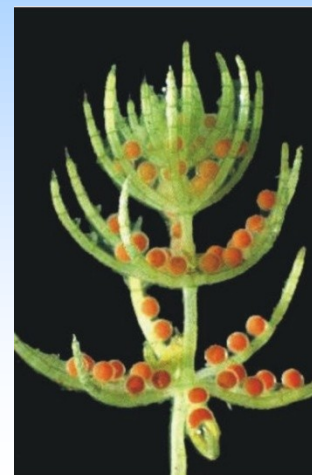
cysty nebo cenobia řas (mořské, sladkovodní, půdní – chladnomilné x teplomilné, oligotrofní x eutrofní),
 mikroskopické zbytky hub (např. dřevokazné, mykorhizní, koprofilní),
 vajíčka živočichů (např. parazitů, zbytky srsti, těl hmyzu apod.).



Salvinia natans



část mikrosporangia s mikrosporami



Chara connivens



Chara contraria

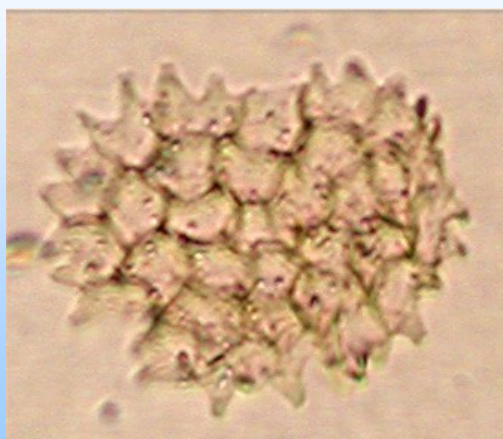


Gyrogonium
of Charophyta

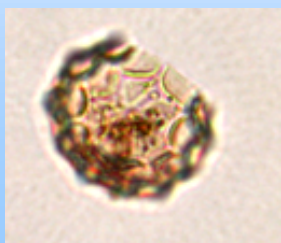
Řasy vodní x půdní



Botryococcus



Pediastrum boryanum var. *pseudoglabrum*



Zopfia rhizophila -
on decaying roots

Spory hub – koprofilní, saprofytní

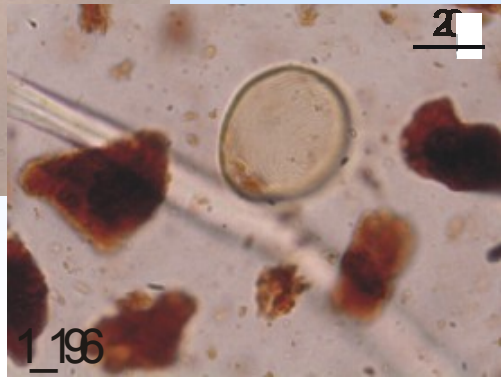


vlákna

- len (*Linum*)

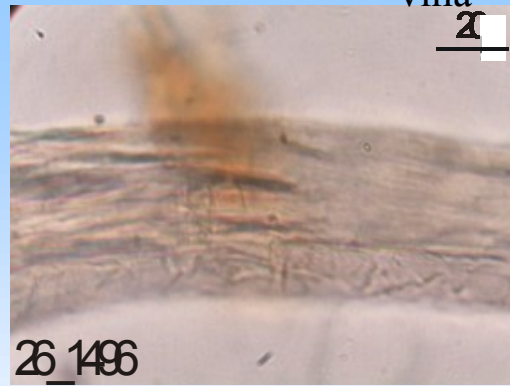


Comparative fibre



1_196

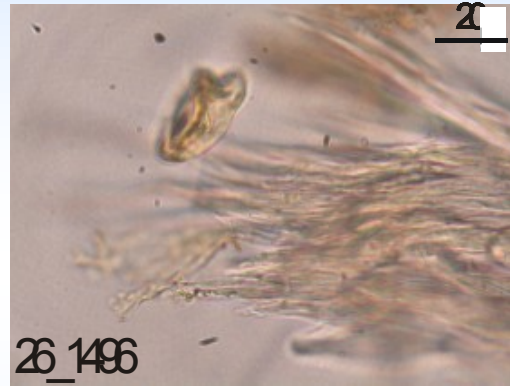
vlina



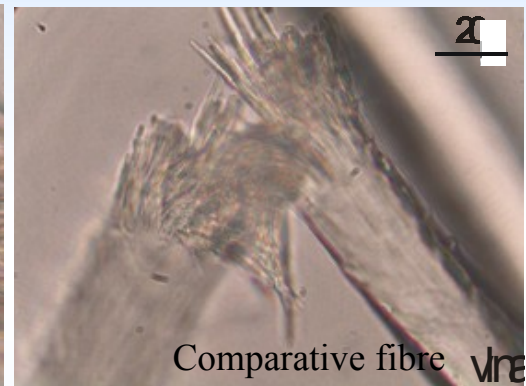
26_1496



vlina



26_1496



Comparative fibre vlina

Grave no. 26_1496

Zvířecí srst



24_1133



králik

PYLOVÉ SPEKTRUM A DIAGRAM

- Soubor pylů a spor v jednom vzorku, které pod mikroskopem determinujeme a počítáme, se nazývá **pylové spektrum**.



Počet určených taxonů pylových zrn a spor – pylová spektra - v jednotlivých vzorcích

Pohansko, sonda 3S/07

severní stěna

metráž - cm od povrchu	15	20	28	33	40	50	60	70	80	95	110	140
číslo vzorku	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
dřeviny (AP)												
Abies	2	2	8	2	2							
Alnus	1	8	3	15	8	1		1				8
Betula	1	2		2	2						1	2
Carpinus		2	2	2			1					1
Corylus	3	9	2	3	4							
Fraxinus				1								1
Ligustrum												1
Juglans				1	1							1
Picea	5	2	10	4	1	1				1		
Pinus silvestris	53	41	52	7	20	2				2	1	13
Populus	2	2	1	1								1
Quercus	5	4	5	7								1
Salix	2	1		2								1
Tilia cordata	3	2	1	6	3	1						
Ulmus		1		1	2							
suma AP	77	76	84	54	43	5	1	1	0	3	2	30

Sporophyta												
Polypodiaceae smooth	4	11	10	19	16	3						
Salvinia				1	6							
Selaginella		1										
Sphagnum												
Pteridium typ												
Fungi	15	1	1	4	26				1	1		4
Algae	16	10	5	8	8	9	4	6	4		2	
Botryococcus				3	3							

AP:NAP v% 60 : 40 43 : 57 44 : 56 28 : 72 41 : 59

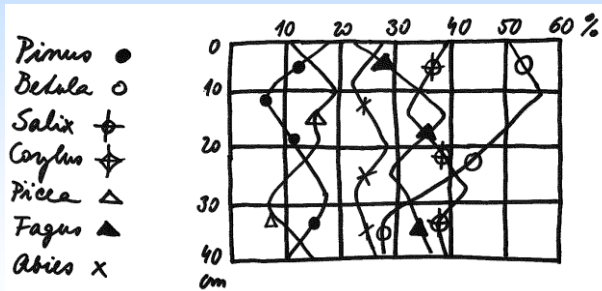
byliny (NAP)	15	20	28	33	40	50	60	70	80	95	110	140
Alismataceae					2							
Artemisia			1		2							
Astraceae Tubiflorae	6		2	6	10	2						1
Asteraceae Liguliflorae	17		21	61	5	4						1
t. Cirsium	3		1									
Brassicaceae	3		7	1	5	6						
t. Barbarea					1							
Centaurea sp.	1											
Centaurea cyanus	1			1								
Cerealía	4		3	2	5	3						1
Convolvulus					2							
Cyperaceae			3	1	3	6						2
Daucaceae			3	2	4	2						
Dipsacaceae - Succisa				1	1							
Euphrasia	1		1									
Fabaceae			1									
t. Lotus					1							
Galium	1		2	1	3	3	1					
Humulus - Cannabis	2			2	1	2						
Chenopodiaceae	3		3	4	13	4						1
Chrysosplenium	1				2	1						1
Impatiens					1							
Lamiaceae												
t. Salvia			1									
Myriophyllum spicatum					1							
Plantago lanceolata			3		1	2						
Plantago major/media	1					2						
Poaceae				31	15	33		1				
Polygonum aviculare					1							
Polygonum bistorta	1											
Polygonum persicaria	1		4	2	1	3	1					
Potamogeton/Typha/Sparganium	1		3			11						
Ranunculaceae	2		3	3	2	1						
t. Caltha				1	1							
t. Delphinium				2	6	2						
Rosaceae												
Alchemilla					1							
Rumex acetosa/acetosella				1								
Silenaceae	3		2	1	1							
t. Gypsophila												1
t. Scleranthus					2							
Utricularia				1								
Symphytum												
Urtica			1	1	1	1						
Thalictrum/Illecebrum						1						
Veronica			1									
Veronica					2	3	1		1			
suma NAP	52		99	108	111	59	4	0	1	0	0	8

78 : 22

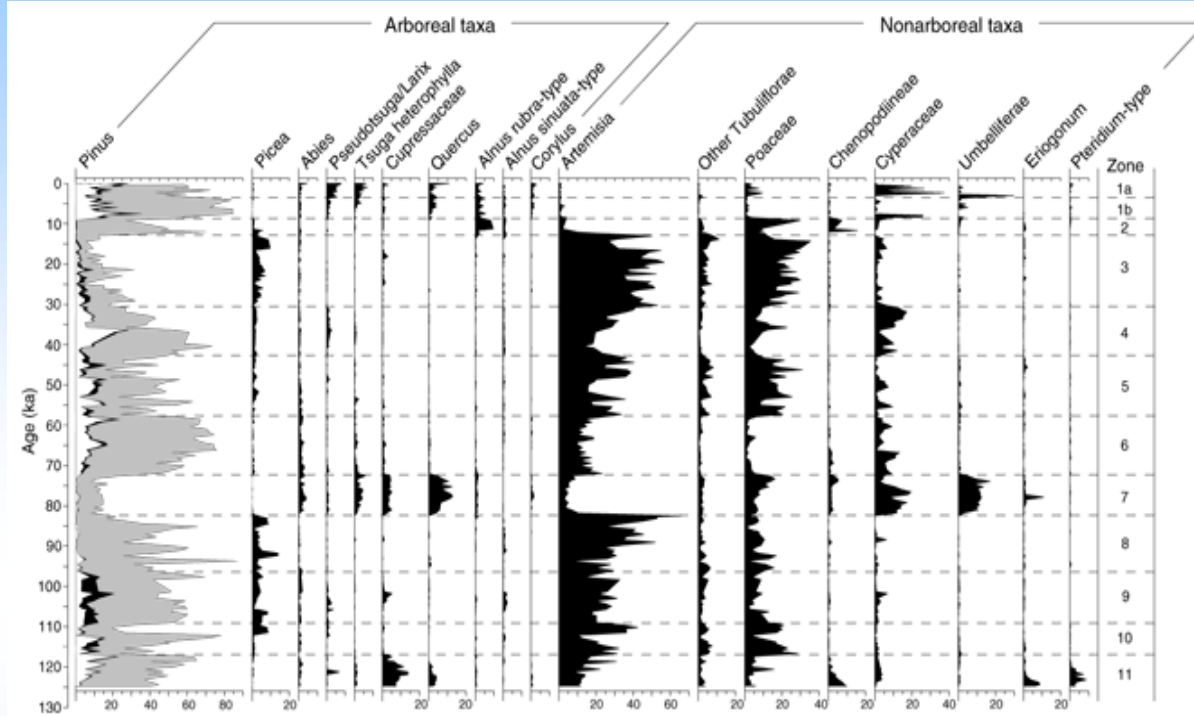
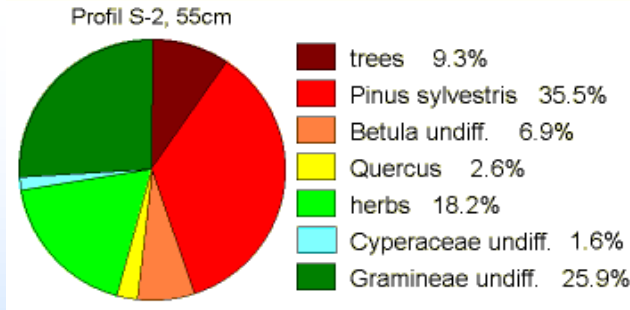
Procentuální zastoupení determinovaných taxonů (druhů, čeledí) pylových zrn z jednotlivých, chronologicky odebraných vzorků (hloubka v profilu) se znázorňují znázorní v **pylovém diagramu**.

SILUETOVÝ diagram

ZNAKOVÝ



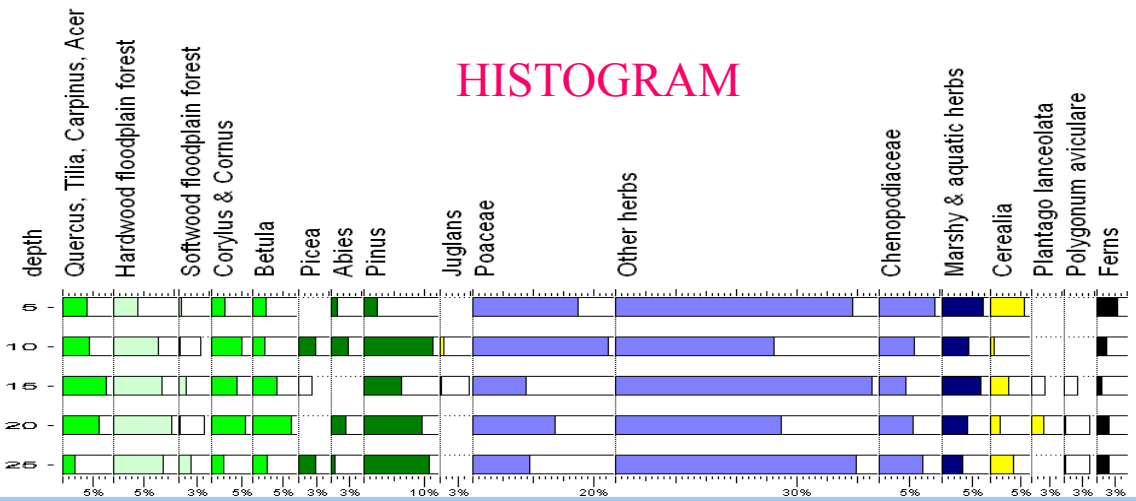
CYKLOGRAM



Whitlock, C. & P.J. Bartlein. 1997. Vegetation and climate change in northwest America during the past 125 kyr. Nature 388:57-61. (Fig. 1)

pylové diagramy - grafy sestavené z jednotlivých hloubkových úrovní - vyjadřují změny složení flóry v čase.

HISTOGRAM



Vztah pylového spektra a skutečné skladby vegetačního krytu

- u jednotlivých taxonů závisí na produkci pylových zrn, možnosti šíření jejich pylu a spór, na rezistenci buněčné blány apod.

**Omezení výpovědní hodnoty : selektivní záznam
akumulace x podhodnocení**

– zachování nebo selektivní ztráta (Lauraceae – nezachovává se pyl)

Velká nebo malá pylová produkce – větrosnubné x hmyzosnubné.

Typ transportu – vodou, vzduchem, živočichy, spolu se sedimentem + vlastnosti sedimentu
odolná x degradovaná zrna

+ změny související s fosilizací (oryktocenoza)

např.: *Tilia* – lípa (rezistence, nelétá), *Larix* - modřín (nelétá, tenký, podhodnocený),

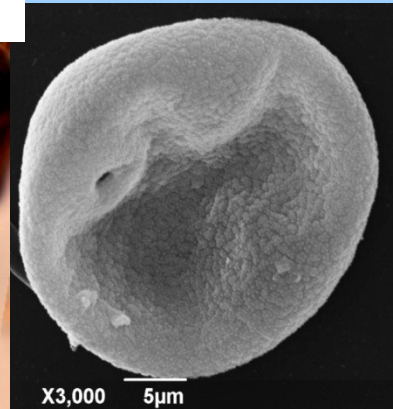
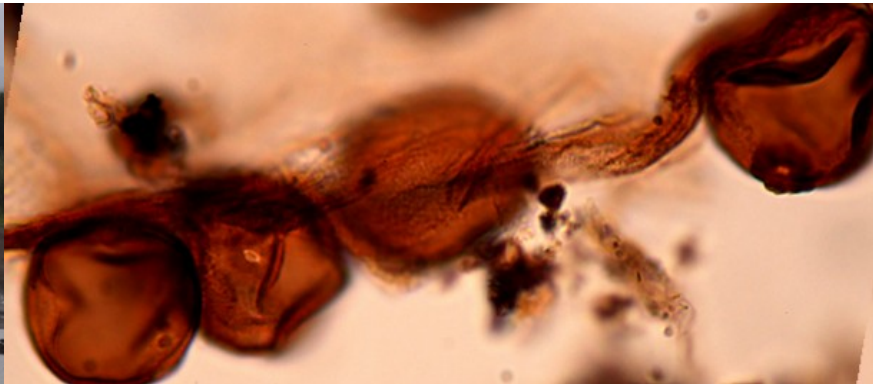
Salix - vrba (hmyzosnubná, nelétá), *Corylus* - líska (jehnědy, místně nebo časově nadhodnocená),

Fagus - buk (plodné roky), *Abies* - jedle (vzdušné měchýře, ale těžké pylové zrno),

Pinus - borovice (vzdušné měchýře - velký dolet, doba květu, obrovská produkce pylu –rezistentní k O₂, málo rezistentní k transportu se zrny - jeskyně) atd.

Příklady palynologických výzkumů

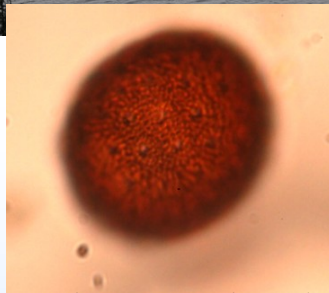
Údolní niva řeky Jany, Severní Sibiř, cca 40 000let – interstadiál Kargin



Poaceae – Poideae, Festucoideae



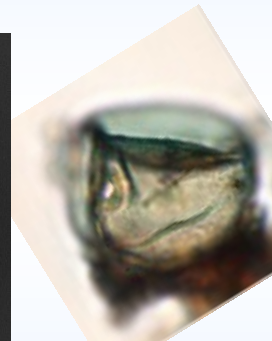
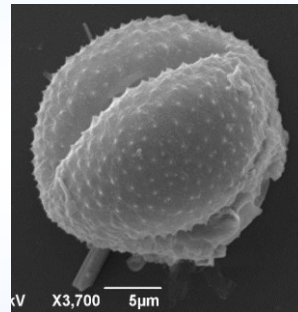
Selaginella rupestris



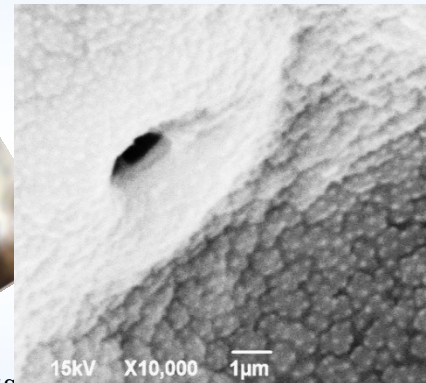
Polemonium humile



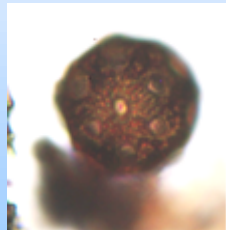
Artemisia



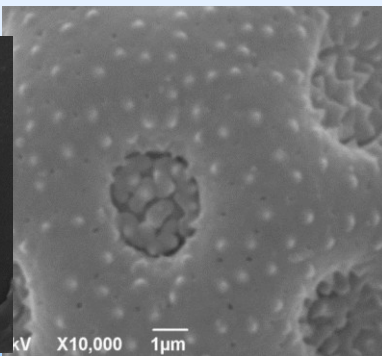
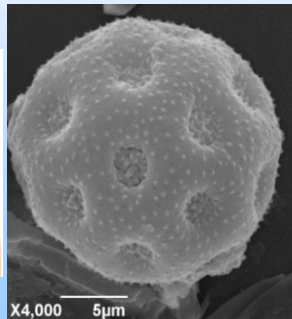
Poa compressa



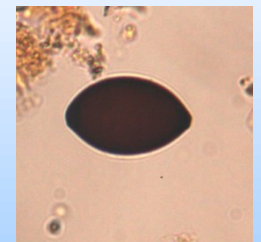
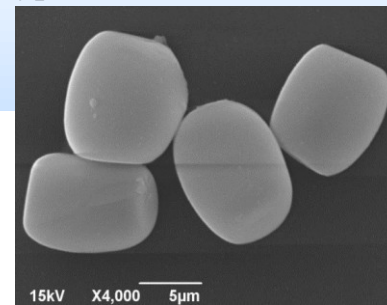
Sporomiella - type



Minuartia type

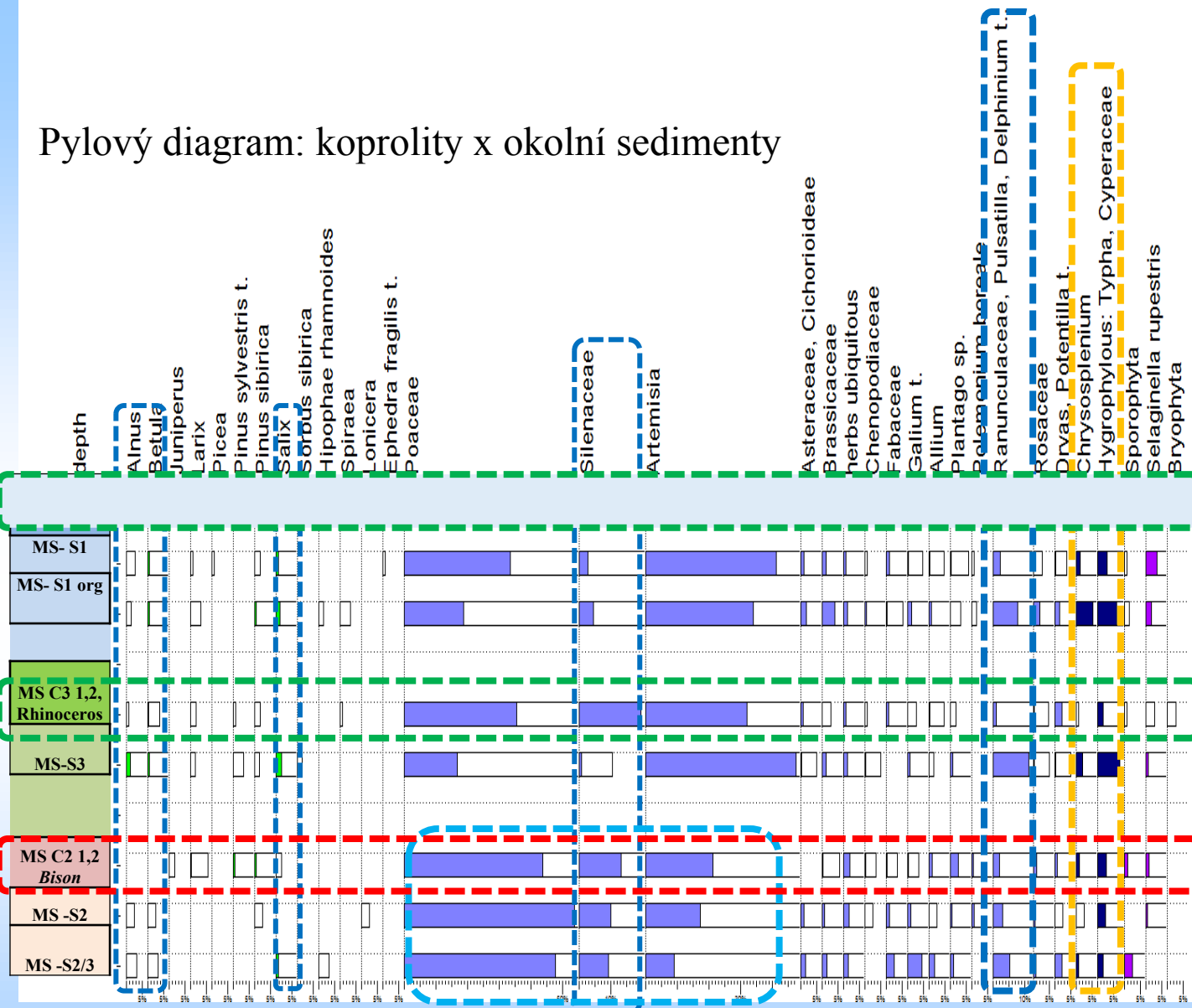


Koprofilní houby – preferující exkrementy herbivorních savců boreálního klimatu



Sordaria- type

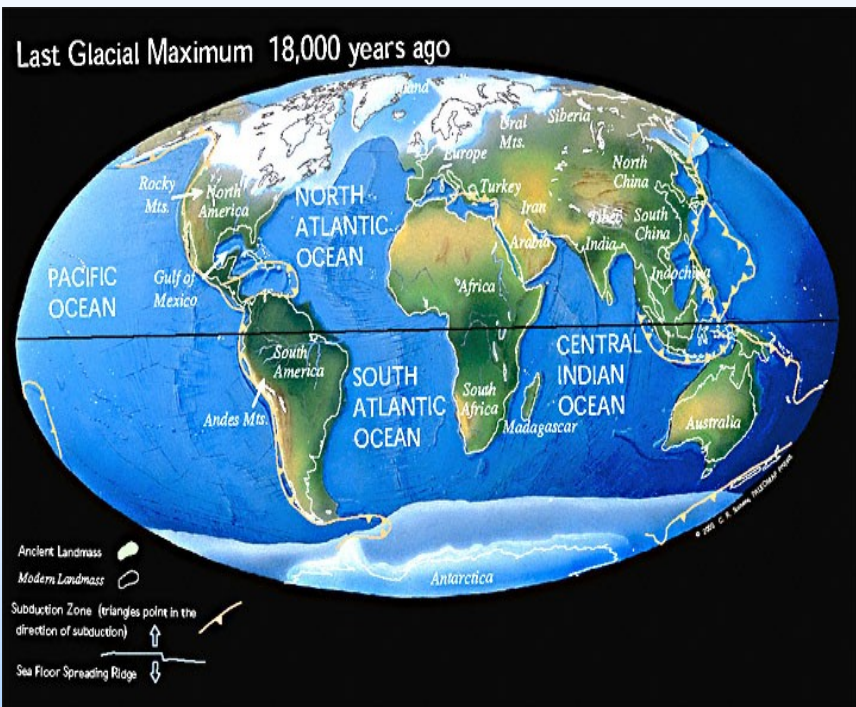
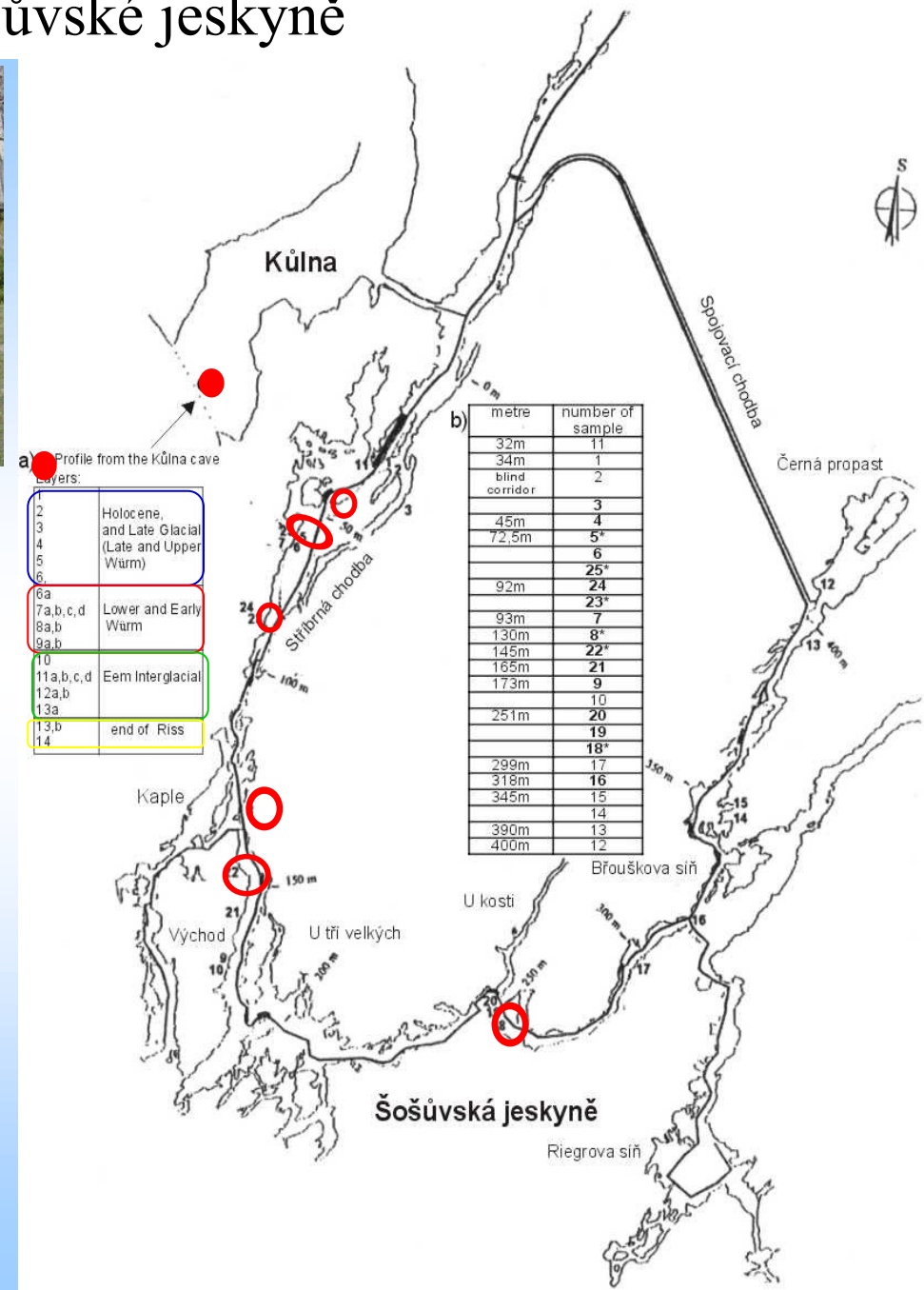
Pylový diagram: koprolity x okolní sedimenty



- koprolity – živočišné se pásli v relativně suché chladné tundro-stepi – **reprezentují velmi krátký časový interval**
- *Bison* více travin a méně pelyňku než *Rhinoceros*
- Okolní sedimenty: bohatší na pryskyřníkovité – větš. jedovaté
- Poněkud více dřevin - *Alnus*, *Betula*, *Salix*, méně hvozdíkovitých – čas kvetení

Jeskyně Kůlna – Sloupsko – Šošůvské jeskyně

Holocén – 11700
Pleistocén – 230 000



Vegetace stepní – chladné doby



Helianthemum



Selaginella selaginoides



Poaceae



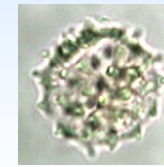
Saxifraga



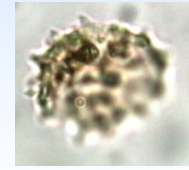
Pedicularis kawaszkii



Thalictrum



Asteroideae



Vegetace stromovitá – teplejší klima



Tilia



Carpinus



Hedera



Corylus



Polypodiaceae

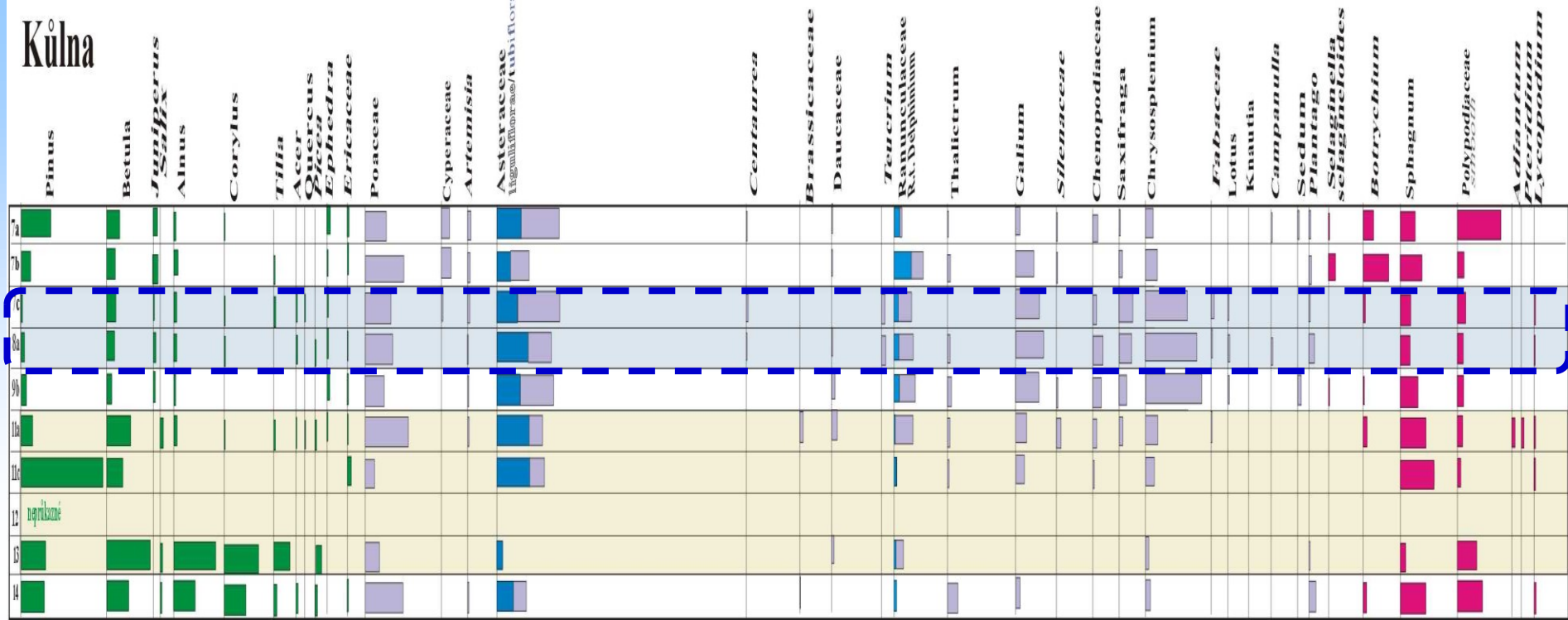


Sphagnum

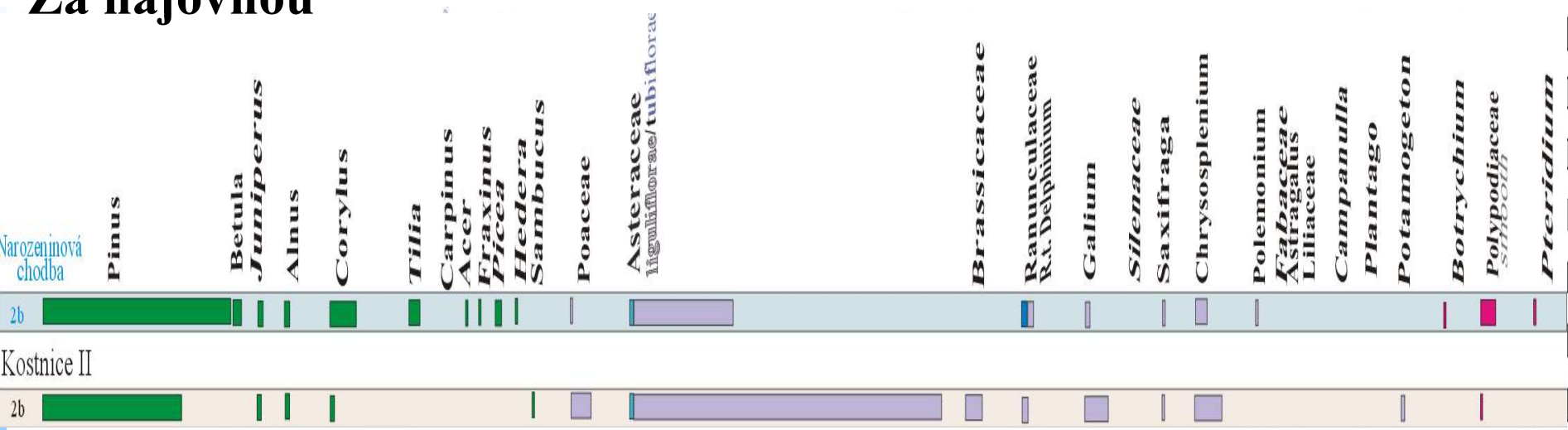


Picea

Kulna



Za hájovnou



Kostnice II

Výsledky palynologického studia lokality Tell Arbid Abyad v SV Sýrii



Lokalita patří do oblasti Khaburské pánve - část severního mezopotamského Jazirahu
- semi-aridní stepi mezi Eufratem a Tigris.



Výzkum ÚAM na Tell Arbid Abyadu



Foto J. Petřík

- pod vedením Mgr. Inny Mateiciucové, Ph.D. (ÚAM FFMU)

Severní Jazirah - úrodné půdy a dostatečné množství srážek. Jižněji od turecké hranice zemědělství problematické – meziročně až 100% variabilita srážek – **úroda závislá na zavlažování**. (Hole 2007).

Paleopalynologická z tohoto území téměř neexistují.

Vývoj krajiny od konce posledního glaciálu

Od konce dryasu zvyšování teploty a humidity – Podle Hole (2007) toto období patří holocennímu klimatickému optimu (9000- 4000BC) -

rozšiřování lesů zejména dubových (10 000 – 8600 B.P.)

- **8600 do 6000 BP**- úbytek humidity – **převládající savana s duby a pistáciemi** (pistáciiová fáze)

- **První zemědělské usedlosti zaznamenány cca 7000 let** v říční nivě- **první známky odlesňování**– rozsáhlé mýcení lesů a **kulturní rozšíření olivových porostů** (průměrná roční teplota 15°C, mírné zimy bez mrazu, suchá léta) – ideální podmínky pro neolitickou expanzi

- Uvnitř tohoto optima při zhoršení klimatu vznikly sušší lokální areály – kolem 6 200BC.

Kolem **5000** – změna klimatu – ochlazení a aridizace , aridní event (4000-3000 BC).

Po 3500 zvýšení pěstování ořešáku (*Juglans regia*)

Tell Arbid Abyad

Podle ¹⁴C dat a archeologických výsledků TAA zjištěno pozdně neolitické osídlení z **počátku šestého milénia BC (5 900 – 5730 BC)**. Prokázána kultivace půdy orbou. (Mateiciucová in print)

Palynologie byla zpracována v 27 vzorcích.

Všechny vzorky oproti očekávání palynomorfy obsahovaly, i když v **různém množství a stupni zachování**.

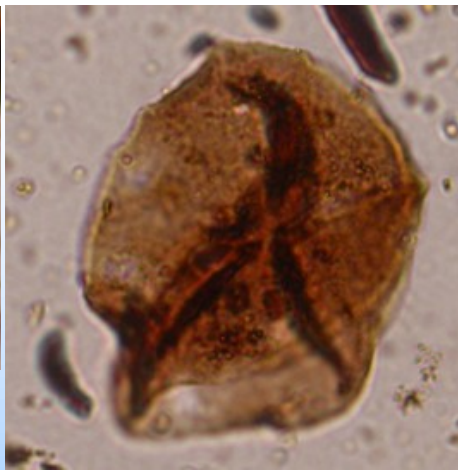
- Nejbohatší pocházely z výplně archeologického objektu 104, výplně hrnců, z kousků omítky (mazanice) a terasy wádí s keramikou.
- Kromě pylových zrn a spor se místy vyskytovalo velké množství drobných částic fusitu a rovněž vysoké procento spor hub a cyst řas.

Celkový charakter všech vzorků obdobný

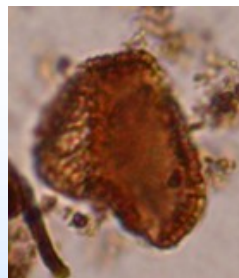
- **naprostá převaha pylových zrn bylin (NAP),**
- **dřeviny nízké procento (AP).**



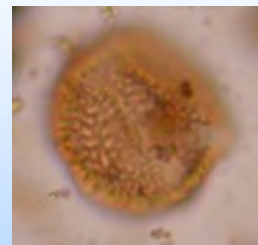
Quercus – T. robur



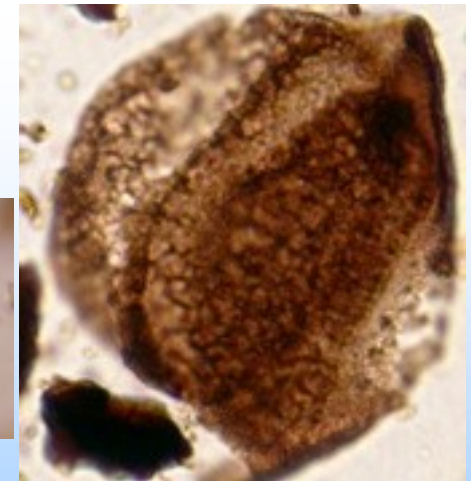
Juglans



Olea



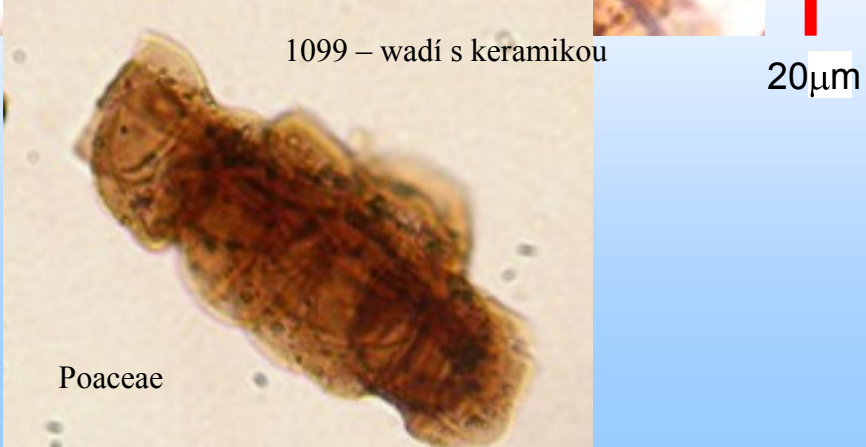
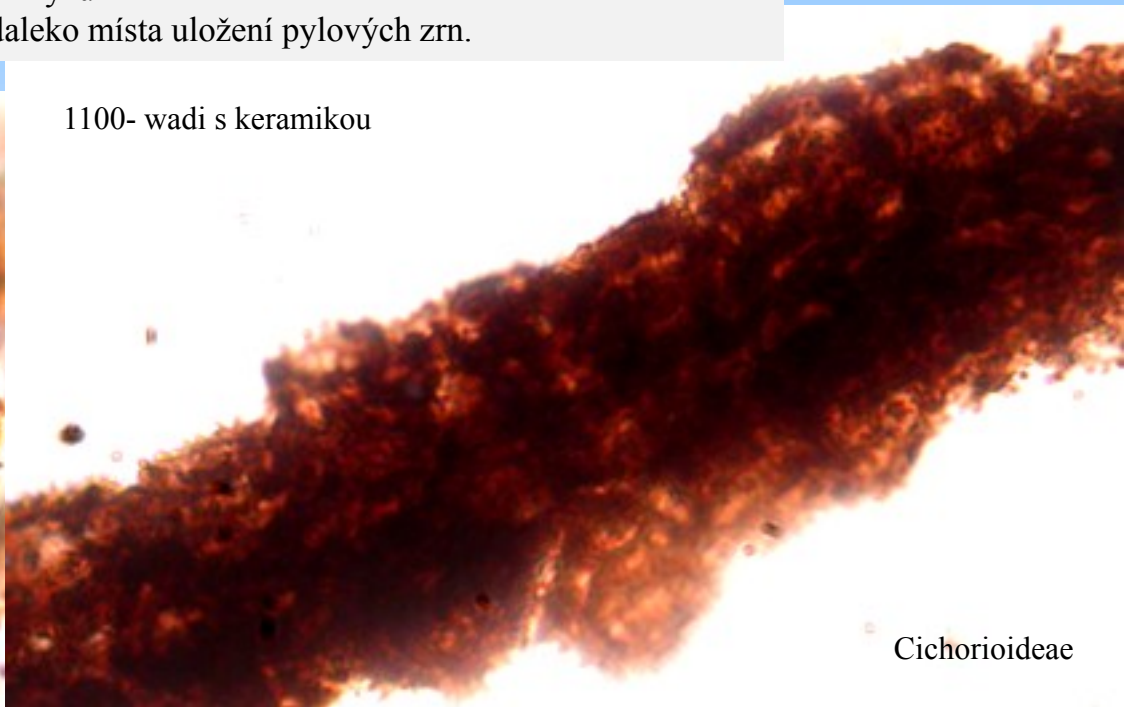
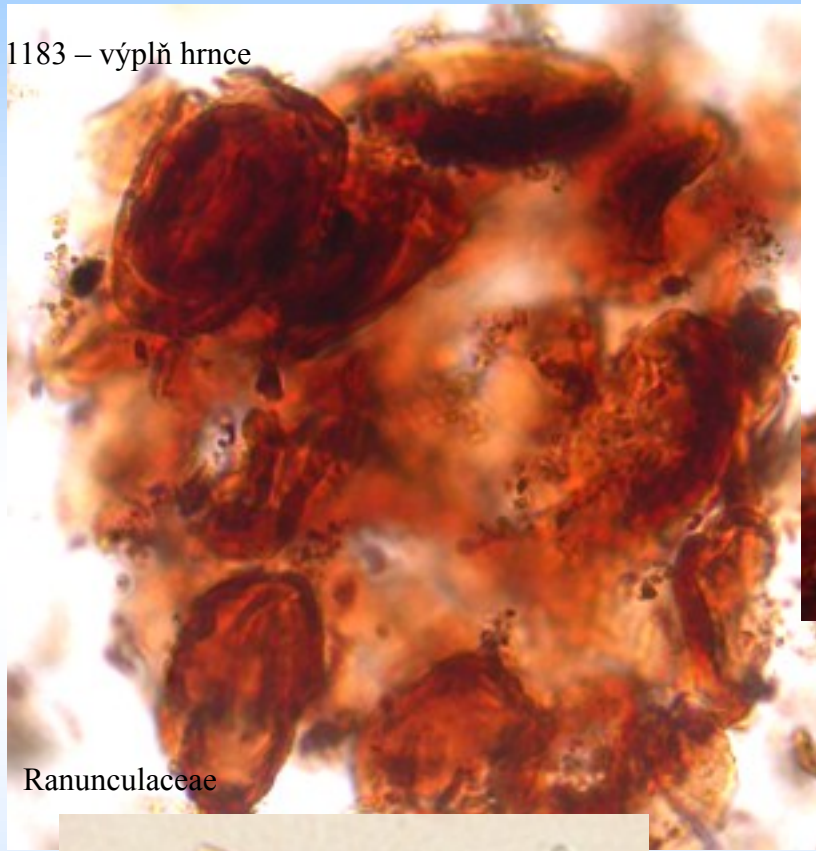
Fraxinus



Pinus

Stromovitá vegetace se pravděpodobně vyskytovala jen v okolí vodních toků nebo míst s vyšší hladinou spodní vody.

Shluky stejnodruhových zrn bylin - častěji rostlin opylovaných hmyzem - lipidy obsažené v povrchové vrstvě drží zrna pohromadě a napomáhají udržení se na tělech hmyzu
-svědčí o nízkém transportu – původní rostliny jen nedaleko místa uložení pylových zrn.



20µm

Užitkové rostliny - zemědělská činnost

Výplň 104



Cerealia – t. *Triticum*

Hrnc 1168

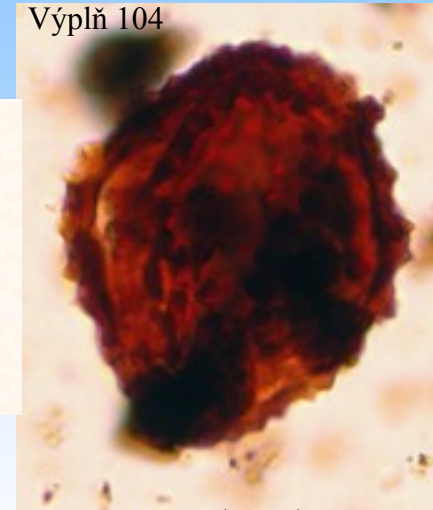


Hrnc 1183



Allium

Výplň 104



Arctium / Carthamus

Nalezená pylová spektra dosvědčují výrazné ovlivnění člověkem – odlesnění, zemědělská činnost.

Stromovitá vegetace se pravděpodobně vyskytovala jen v okolí vodních toků nebo míst s vyšší hladinou spodní vody.

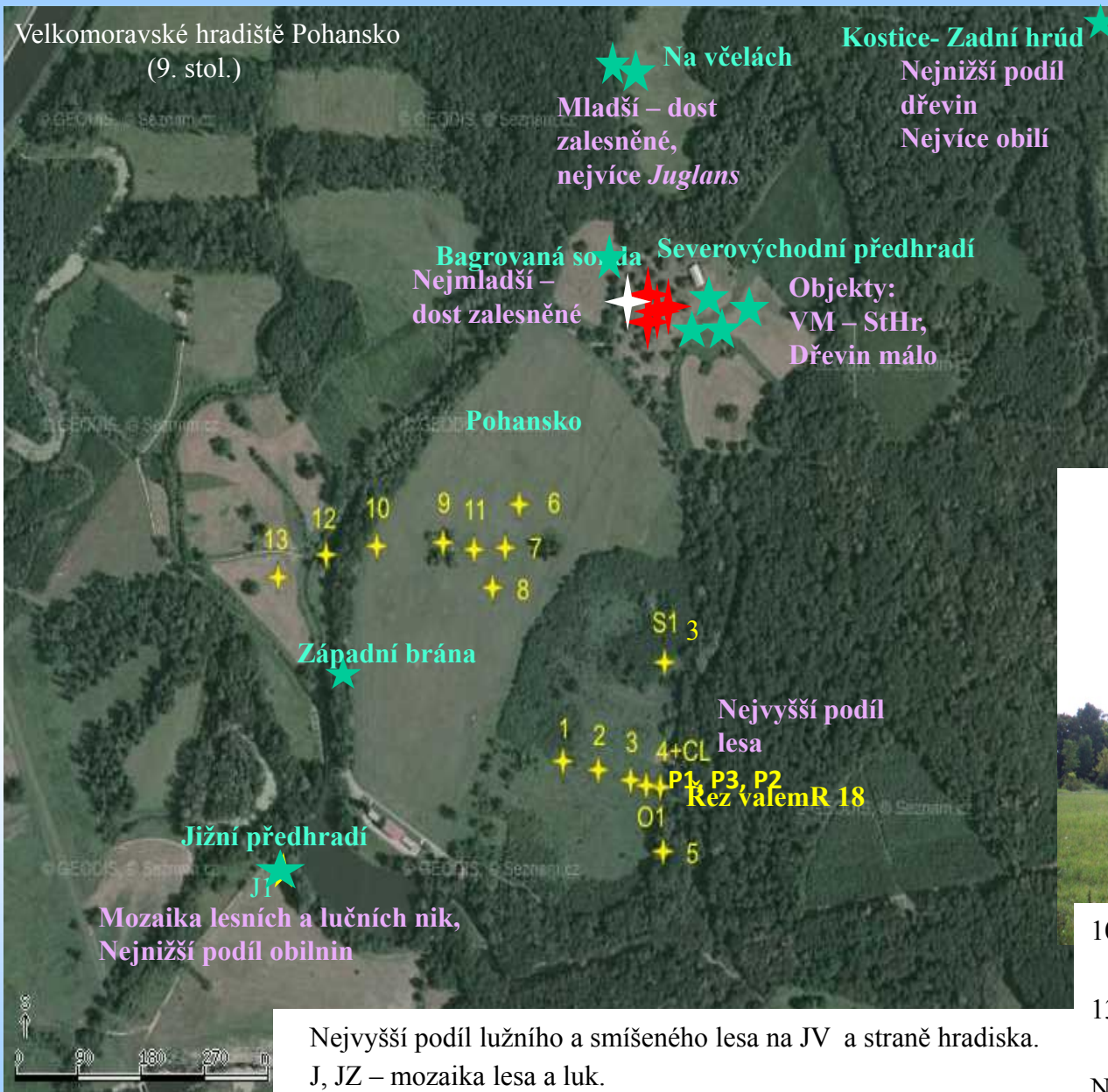
Výsledky pylových analýz ukazují na sušší klimatické podmínky, ale zdaleka ne tak aridní, jako panují na studovaném území v současnosti.

Nálezy určených spor hub a cyst řas vylučují úplnou ariditu klimatu.

Poměrně značný podíl rostlin s vyššími nároky na půdní vlhkost (většina Ranunculaceae) dosvědčuje existenci vlhkých areálů např. v blízkosti vodního toku. Druh *R. trichophyllus* roste na okraji vod.

Pylová spektra ze sedimentů wádí jevíla značnou podobnost se spektry z rozložených omítek. Je proto pravděpodobné, že materiál omítek – mazanice - obyvatelé nabírali z vlhkých substrátů v okolí vodního toku.

Palynologické výzkumy na Pohansku



Interakce přírodního prostředí a lidské činnosti
nitrifikace, odlesňování,
zemědělství

- ✦ Profily a vrty 2005-2010
- ✦ Hroby SVP 2014
- ✦ Profily a objekty 2016-2018
- ✦ Studna SVP 2018



10 profilů + s kulturní vrstvou nebo arch. objekty – uvnitř řezu R 18,

13 vrtů – do hloubky 8m, 1 kopaná sonda – S3, O1 výplň archeologického objektu

Několik samostatných vzorků ve výplni opevnění, 54 vzorků ze Slovanských hrobů

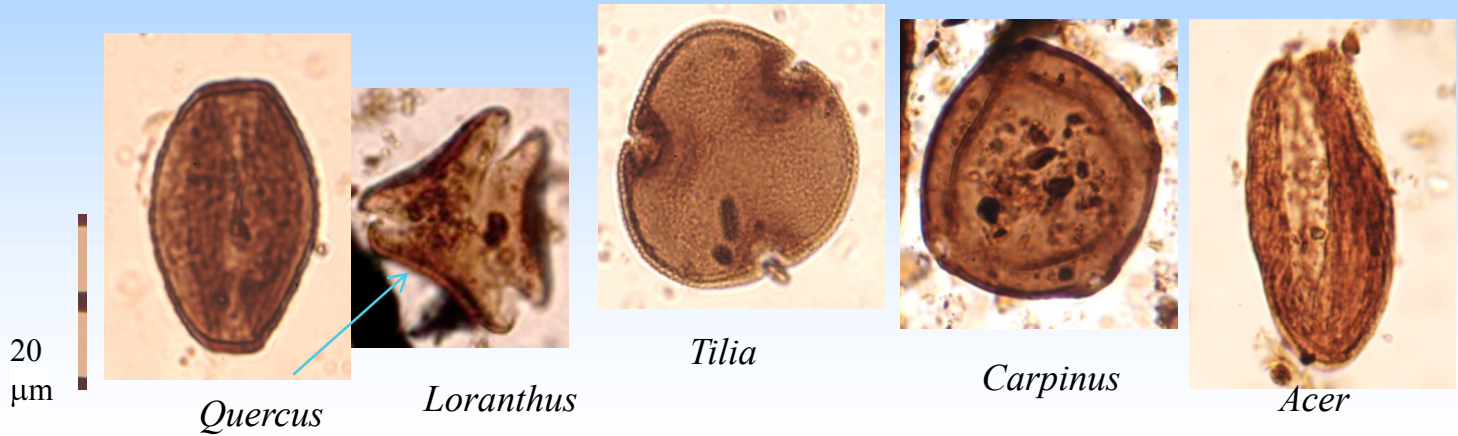
Nejvyšší podíl lužního a smíšeného lesa na JV a straně hradiska.
J, JZ – mozaika lesa a luk.

SVP a KZH intenzivní odlesnění – zemědělské zázemí?

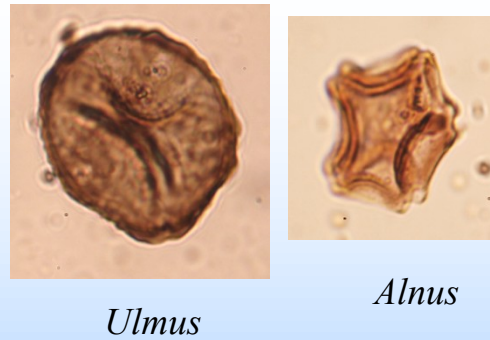
Indikace mozaikovitě krajiny na základě kombinace paleobotanických metod – rostlinné makrozbytky, uhlíky, palynologie

- Mezofilní habrové doubravy s lípou; lužní les (měkký i tvrdý luh), křoviny lesních okrajů a světlin, vlhké i sušší luční porosty

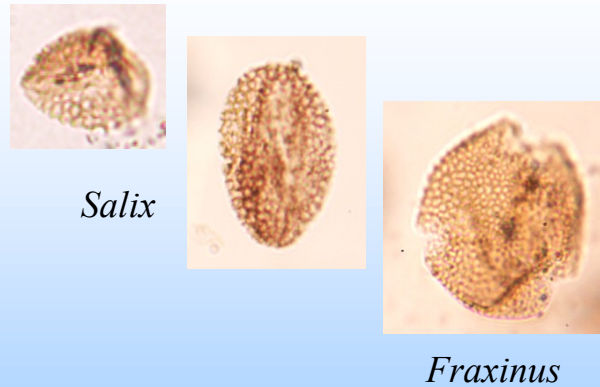
Synantropní vegetace
Mezofilní habrové doubravy s lípou



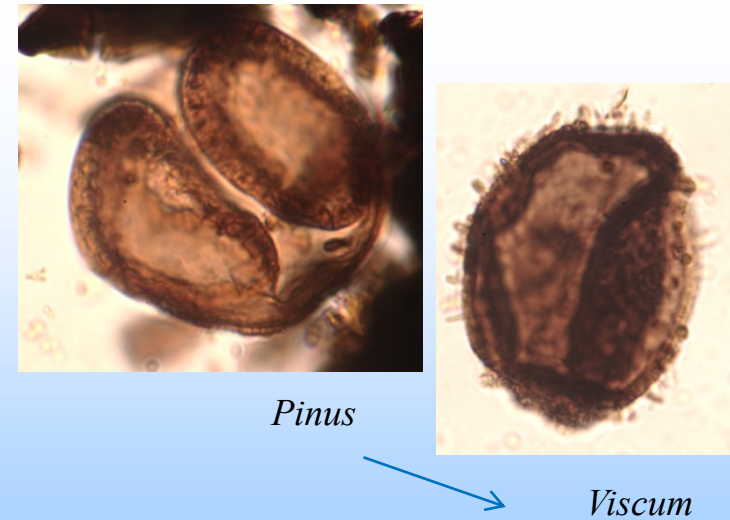
Tvrký luh: olše - jilm



Měkký luh: vrba, jasan



Příměs jehličin



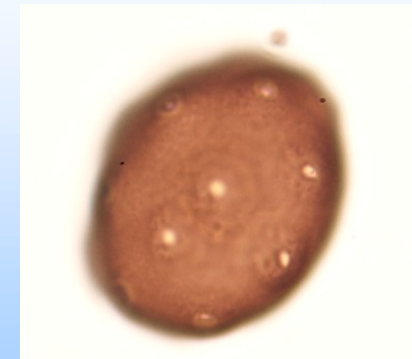
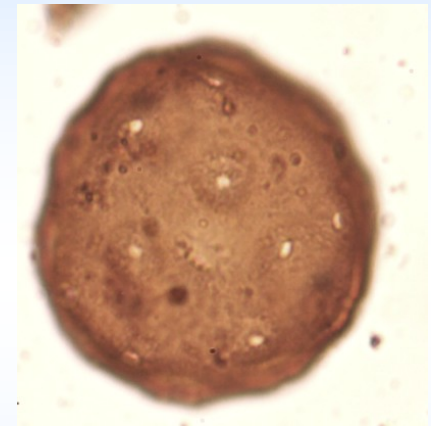
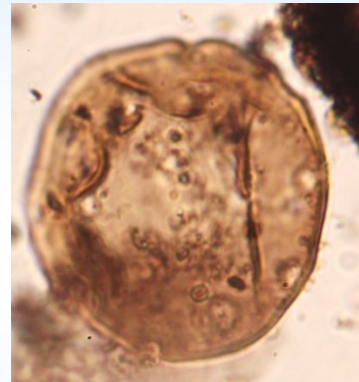
V kolekci uhlíků jsou lužní dřeviny podhodnocené (olše, topol, vrba) – pravděpodobně v důsledku nízké kvality dřeva pro stavby a topení

Pylová zrna ořešáku *Juglans* byla nalézána téměř ve všech vorcích z lokality (až 12%). Ořešák není v našem regionu původní – tradičně import během římského období.

Záměrné pěstování?

The absence of wood charcoal of *Juglans* does not (at present) support its local cultivation here.

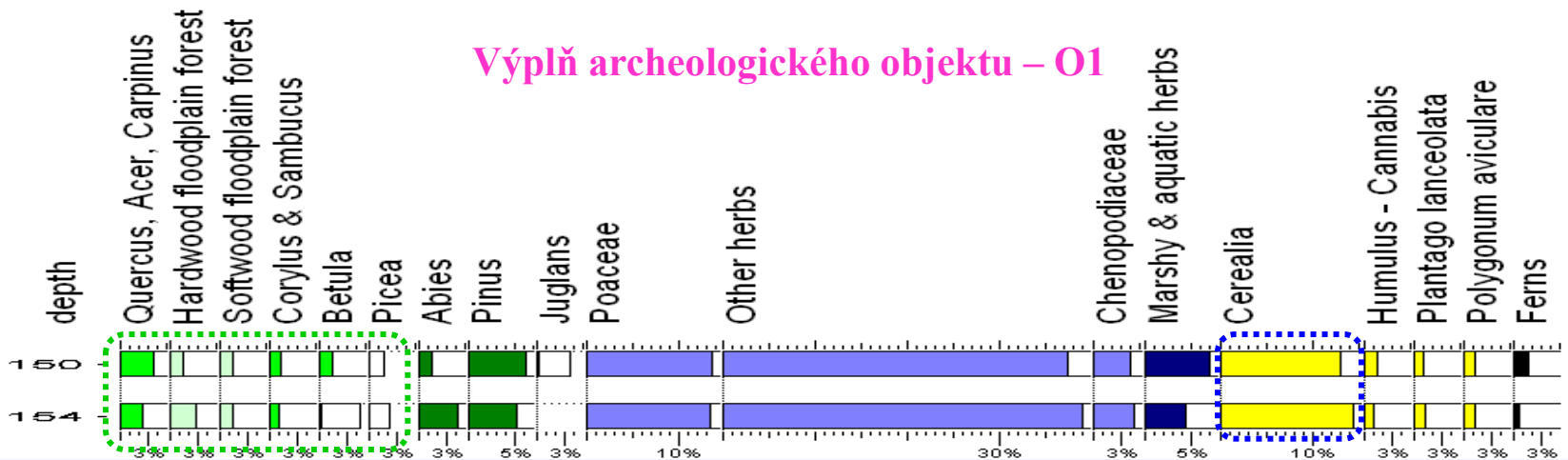
However Opravil (1998), Látková (2014) documented the *Juglans* macroremains from near Slavic fortification Mikulčice.



20 μm

Juglans

Výplň archeologického objektu – O1



Více obilovin a vyšší procento bylin na úkor dřevin oproti kulturní vrstvě

Některé druhy bylin nalezeny ve vyšší koncentraci, než ve vzorcích z terénních odkryvů



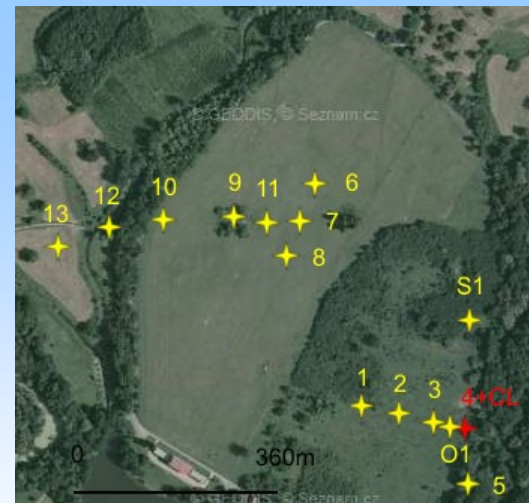
Euphrasia, *Artemisia*, *Salvia*, *Plantago*, *Alchemilla*, *Urtica* a *Sambucus* mohly být využívány jako léčivky – jejich výluhy vylévány nebo vysypávány do zaplňujícího se objektu

Koehler's
Medicinal-
Plants 1887,

www.wikipedia.com

Section R 18

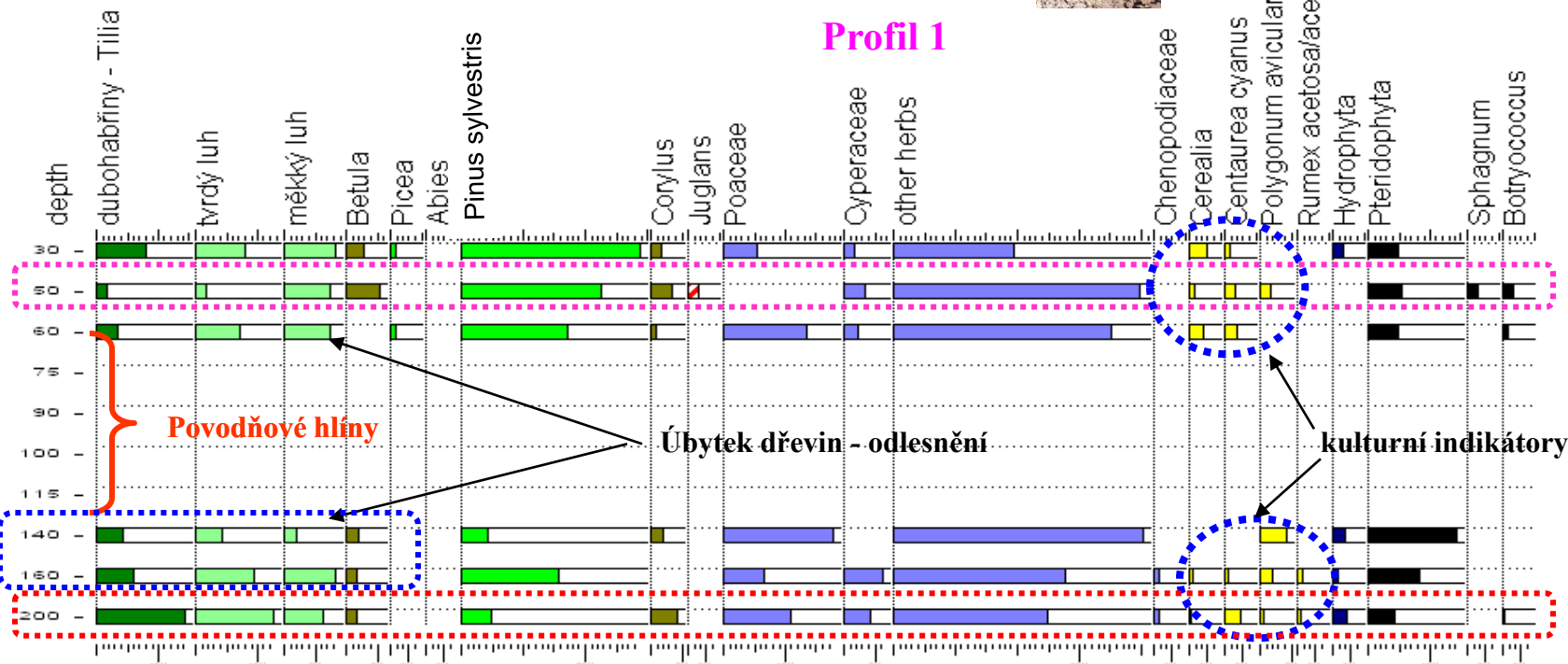
Vnitřní část obranného valu



Převaha bylin nad dřevinami
 Stromy byly používány jako stavební materiál na obydlí i fortifikaci a na topení
 Obilniny byly zjištěny v celém profilu kulturní vrstvou



Profil 1



kulturní vrstva

kulturní indikátory

Vrstva zasažená lidskou aktivitou



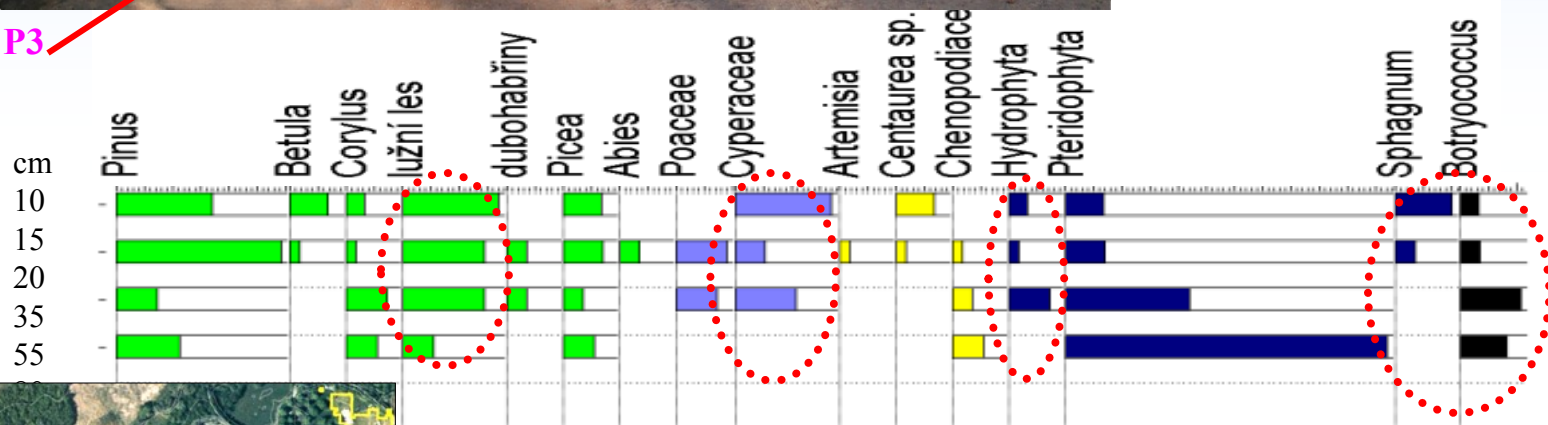
Profil na vnější části obranného valu

Pylové analýzy potvrdily existenci bažinatého území v přímém podloží obranného valu
 - možná funkce i jako ochrana proti zvýšenému vodnímu stavu



Coryneum elevatum
 – na dřevě dubů

Profile P3

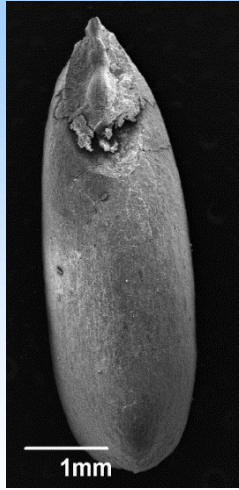


Území postižené povodní v roce 2006
 - po otevření fortifikace archeologickým řezem



Velkomoravské hradisko Pohansko

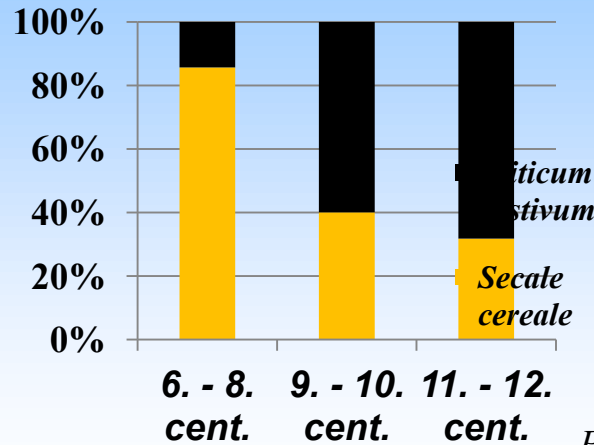
Hlavní (chlebové) obilniny:



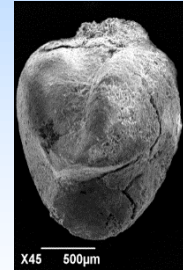
Secale cereale



Triticum aestivum



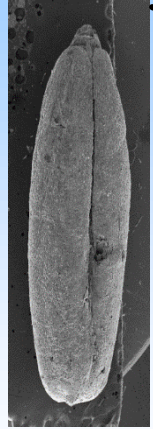
Doplňkové obilniny:



Panicum miliaceum



Hordeum vulgare



Avena sp.

- Obilnářství pravděpodobně hlavním zdrojem obživy (97% zjištěných makrozbytků)

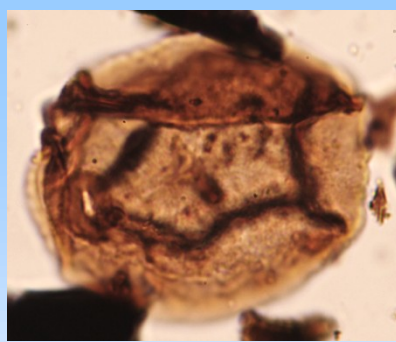
Dominují: *Panicum miliaceum*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*

Malé počty: *Hordeum vulgare*, *Avena sp.*, *Tri. monococcum*, *T. dicoccum* a *T. spelta*

- zcela opačný trend vývoje sortimentu základních (chlebových) obilnin než v Z části ČR (v Čechách)
 - nárůst podílu pšenice a pokles podílu žita v čase
- odlišný význam obilnin mírně převládá pšenice nad žitem (v Z části ČR zcela převládá žito)

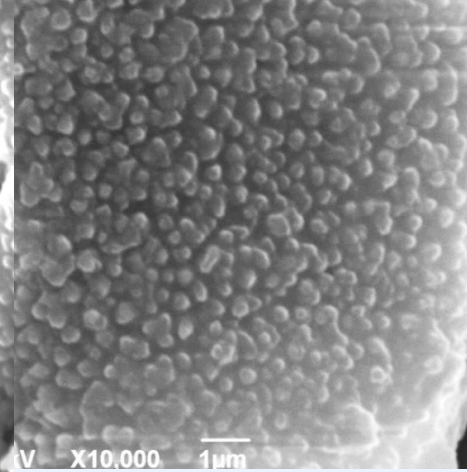
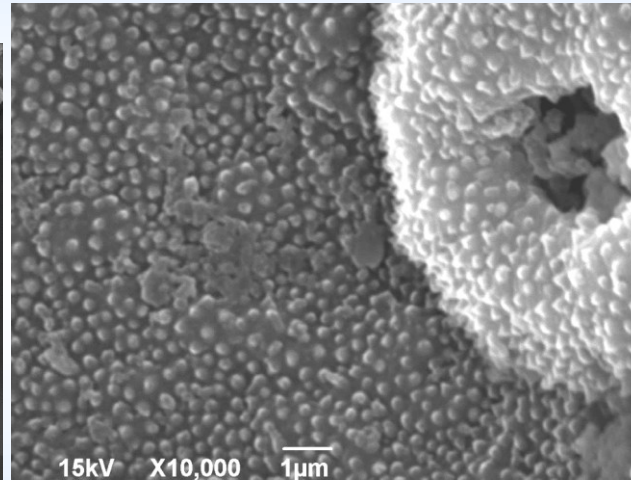
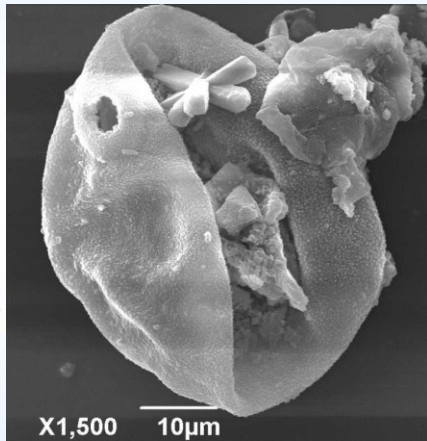
Morava od středověku v „pšeničné“ V části stř. Evropy, Čechy v Z „žitné“ části stř. Evropy – doklad že toto etnografické rozdělení Evropy podle převládající chlebové obilniny vzniká již v raném středověku?

Obiloviny:

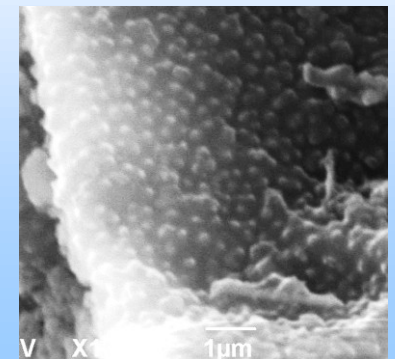
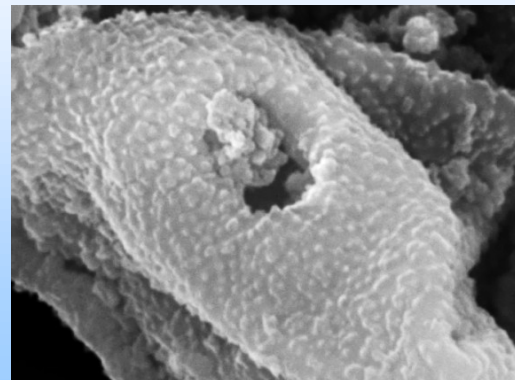
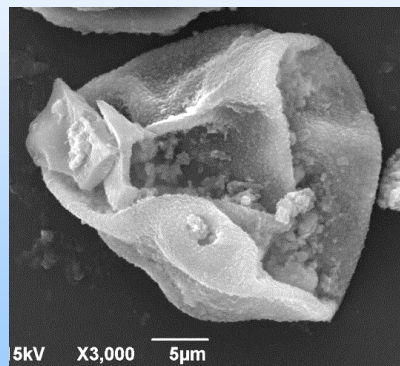
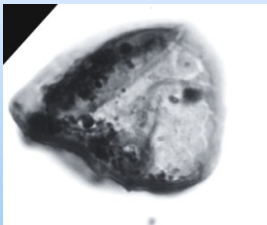


Izotopová analýza $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ and $\delta^{15}\text{N}_{\text{coll}}$ zubů domestikovaných zvířat - výživa rostlinami C_3 a rovněž C_4 (proso) i nálezy makrozbytků z Pohanska (Nohálová et al. in preparation)

Triticum



Panicum

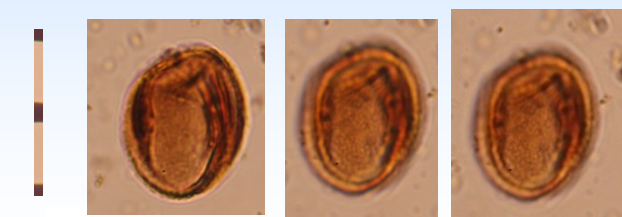


Podářilo se prokázat rozlišení pylových zrn pšenice a prosa – metoda LM/SEM

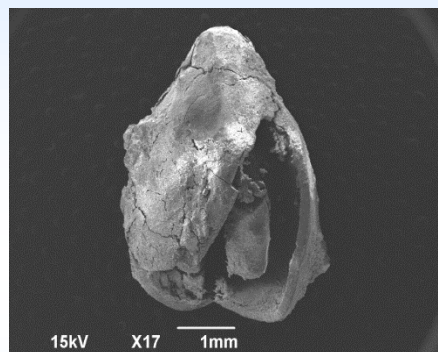
K unikátním nálezům patří několik zlomků uhlíků révy z Pohanska

Jedná se o nejstarší přímý doklad pěstování révy vinné na Moravě. Zatímco nález pecky révy může být důsledkem importu hroznů či hrozinek, **nález uhlíků révy je považován za doklad lokální kultivace tohoto druhu**. Výhonky révy jsou totiž při tradiční kultivaci vína každoročně spalovány v bezprostřední blízkosti vinice.

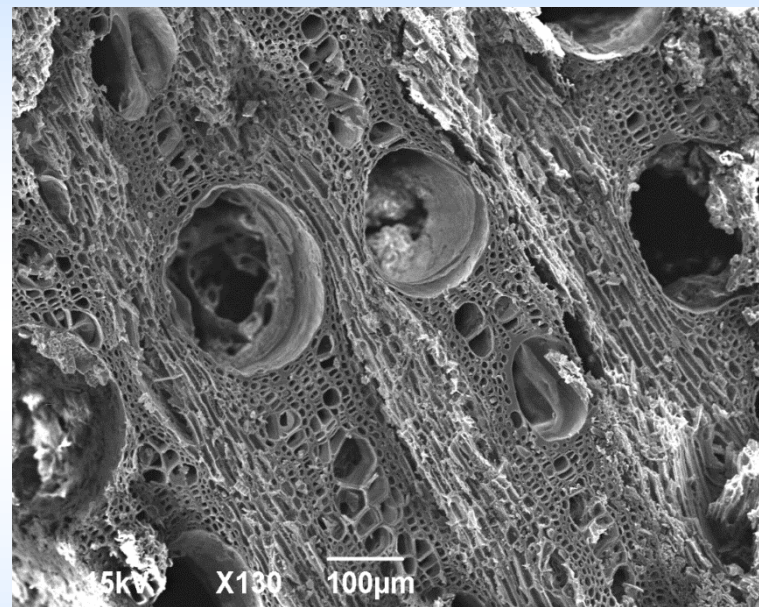
Radiocarbon dating of the *Vitis* charcoal is 1225 \pm 30 BP tj +/- 870AD



Vitis – Na vč. 39cm



Vitis – seed SVP 1318



Vitis – charcoal SVP 1318

Zemědělství na Velké Moravě

- Rozsáhlé odlesnění – krajina už dříve osídlená
- travoplní soustava, dvojplošný systém
- Pšenice- ozimá, proso – obilné kaše
- Hrách, čočka, boby, višně ptačí,
- Konopí a len, chmel
- Řepa, zelí, kapusta, cibule, česnek, mrkev, celer, tykev, okurky, pastinák a ředkev
- Sbírané - blín, sléz, kmín, majoránka, trnky, rybíz, maliny, ostružiny
- Ovocnictví a vinařství – převzato od Římanů
- Švestky, broskvoně, dřínky, třešně, jabloně, hrušně, slívy, Vlašské ořešáky, lískové o.