Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

Bakalářská práce

Holocenní klima a vegetace SV Afriky v interakci s kulturním rozvojem směřujícím k zemědělství

Holocene climate and vegetation changes in the NE Africa and related cultural development leading to agriculture

Kristýna Kuncová

Vedoucí práce: Mgr. Adéla Pokorná

Abstrakt

Před více než osmi tisíci lety, v důsledku rychle se měnících environmentálních podmínek, dochází v oblasti Blízkého východu k zásadní změně ve strategii získávání potravy tehdejších obyvatel: z lovce-sběrače se postupně stává pastevec a zemědělec. I když jsou příčiny a průběh této „revoluce“ v současnosti poměrně dobře zdokumentované, informací o biologickém pozadí transformace k zemědělství, tj. kultivace a domestikace plodin, je překvapivě málo, resp. jsou značně fragmentární. Tato práce se zabývá interakcí člověk-životní prostředí v raném a středního holocénu v oblasti severovýchodní Afriky a shrnuje současný stav poznání archeobotanických výzkumů se zvláštním ohledem na problematiku domestikace zemědělských plodin.

Klíčová slova: holocén, SV Afrika, kultivace rostli, zemědělství

Abstract

More than eight thousand years ago, in the area of the Near East, crucial change in the human food-strategy occurred due to changing environmental conditions: hunter-gatherers become shepherds and farmers. Reasons of this “revolution” are known, nevertheless the biological background of this transformation, i. e. cultivation and domestication of crops, are still relatively fragmental. This paper is dealing with human-environment interaction in the Early and Middle Holocene in the area of the southeastern Africa. That summarizes current knowledge about archeobotanical researches with special regard to the domestication of crops.

Key words: holocene, NE Africa, plant cultivation, agriculture

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 16. 5. 2014 …….

Děkuji své školitelce Adéle Pokorné, která mě nadchla pro psaní této práce, a podporovala mě opravdu až do samého konce. Také bych ráda poděkovala Janu Hoškovi za konzultace a všechny výlety, na které mě vzal.

Obsah

1. Úvod 1

2. Specifika přírodního prostředí severovýchodní Afriky a Sahelu 2

2. 1. Geografická a klimatická charakteristika 2

2. 2. Vegetační a floristická charakteristika 3

3. Postglaciální transformace přírodního prostředí severovýchodní Afriky 4

3. 1. Paleoklimatologické rekonstrukce „humidní“ a aridní fáze Sahary 4

3. 2. Paleoekologické rekonstrukce vegetace severovýchodní Afriky 6

3. 3. Vliv člověka na přírodu v raném a středním holocénu v paleoekologickém záznamu 7

4. Postglaciální vývoj osídlení a vznik kultivace a domestikace rostlin 8

4. 1. Vývoj osídlení oblasti 8

4. 2. Vznik zemědělství 10

4. 2. 1. Kultivace před domestikací 11

Sběr a kultivace rostlin v severovýchodní Africe v archeobotanickém záznamu 12

4. 2. 2. Domestikace rostlin v severovýchodní Africe 13

Vybrané druhy obilovin pěstovaných v aridních oblastech Afriky 14

Domestikace rostlin v archeobotanickém záznamu 16

5. Další možnosti rekonstrukce vzniku zemědělství 18

5. 1. Fytolity a jejich použití 18

6. Závěr a poděkování 20

7. Seznam použité literatury 21

1. Úvod

Je tradičně přijímáno, že rostliny i zvířata byly poprvé domestikovány v oblasti tzv. úrodného půlměsíce na Blízkém východě, a že k tomu došlo ve starším holocénu. Domestikace rostlin a zvířat vedla k usedlému způsobu života a pravděpodobně na tomto základě vyrostla komplexní společnost. Tento model dodnes v zásadě platí pro oblast Blízkého východu, holocenní vývoj v severovýchodní Africe má ale v tomto smyslu má svá specifika. Charakteristika oblasti a její specifika bude podrobně zpracována v kapitole 2. Cílem této práce je mimo jiné shromáždit doklady alternativní kultivace a domestikace rostlin, která pravděpodobně probíhala nezávisle na Blízkém východě, případně byla blízkovýchodními vlivy inspirována.

Následující podrobná klimaticko-vegetační rešerše tvoří základ pro pochopení distribuce lidského osídlení po oblasti severovýchodní Afriky, a zároveň se zaobírá vlivem člověka na holocenní vývoj přírodního prostředí této oblasti a jeho projevy v paleoekologickém materiálu. Holocenní změny v oblasti severovýchodní Afriky budou podrobně pojednány v kapitole 3, vývoj osídlení oblasti a související problematika pěstování rostlin bude pojednán v kapitole 4. Oblast aridní Afriky je na rozdíl od oblasti Blízkého východu, na kterou se tradičně zaměřovala pozornost archeologů a paleobiologů, stále spíše na okraji zájmu. Kromě toho tradiční metody, jako např. analýza rostlinných makrozbytků, zde někdy selhávají v důsledku špatného zachování biologického materiálu. S tím souvisí potřeba hledat alternativní metody, které budou pojednány v kapitole 5.

Pro lepší orientaci v textu byla všechna nekalibrovaná data kalibrována pomocí kalkulačky na webové stránce www.calpal-online.de a od dat, která byla v publikacích uvedena jako BP (před současností), bylo odečteno 2000 let a jsou uváděny jako př. n. l.

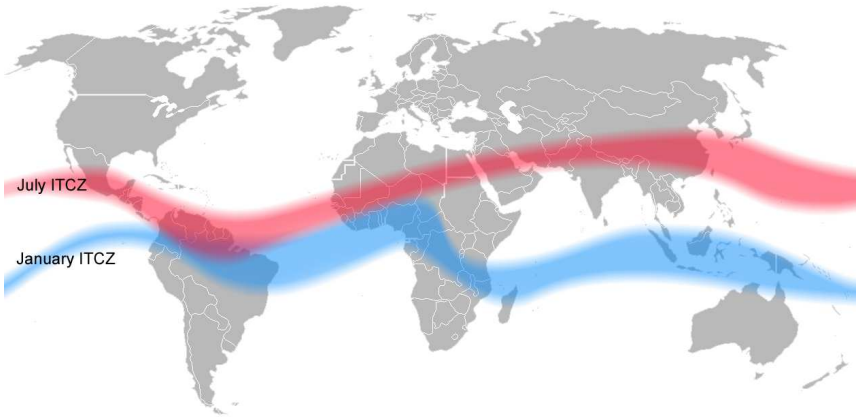
Také je v celé práci systematicky používáno označení epipaleolit pro období na sklonku doby kamenné trvající zhruba 3000 let (10 000 až 7 000 př. n. l.), které částečně zahrnuje našinci dobře známé období mezolitu, ale v publikacích k probíranému tématu se téměř nevyskytovalo, proto jej nebudu používat ani v této práci.

V práci se vyskytuje termín starý a střední holocén, který respektuje nejnovější pojetí dělení holocénu (Walker 2012). Rozhraní mezi těmito fázemi vymezeno událostí (eventem) 8200 BP (před současností), kdy došlo k vylití sladkých vod obrovských ledovcových jezer Agassiz a Ojibway v Severní Americe do Atlanského oceánu. Tato událost vedla k zastavení Golfského proudu a ovlivnila oceánské proudění na globální úrovni. V severní Africe tato událost pravděpodobně nastartovala vysušování oblasti.

2. Specifika přírodního prostředí severovýchodní Afriky a Sahelu

2. 1. Geografická a klimatická charakteristika oblasti

Saharská poušť je extrémně aridní region charakterizovaný vysokými teplotami, velkými teplotními rozdíly mezi dnem a nocí a silnými větry. V severovýchodní Africe, která je v této práci vymezena 13. a 30. stupněm s. š. a 15. a 35. stupněm v. d., převládá především vliv větrů ze severovýchodu. Tyto větry proudí až k zóně zasažené monzunovými dešti tzv. ITCZ (The Intertropical Convergence Zone). Rozložení srážek na Sahaře je ovlivněno jednak migrací ITCZ, která se rozkládá okolo 5. rovnoběžky s. š. v lednu a mezi 15. a 20. rovnoběžkou s. š. v červenci (obr. 1), a dále západními větry, které přinášejí deště polární fronty. Z jihu ovlivňují Saharu letní deště, které se vztahují k pozici ITCZ, a letní proudění monzunu z Guinejského zálivu, který je ovlivněn pozicí ITCZ. Severovýchodní Afrika má výjimečné postavení vhledem ke kombinaci několika dešťových režimů, které ji ovlivňují. Její velká část ale spadá do oblasti mimo dosah polární fronty i letního monzunu. Vláha sem proto pronikne jen zřídka.



Obr. 1 Poloha ITCZ v červenci a v lednu. Převzato od Halldin 2006.

Na základě vlhkostního indexu jsou pouště děleny na **hyperaridní**, **aridní** a **semiaridní**. Egyptská Západní poušť je dle tohoto členění hyperaridní region, což z definice znamená, že období bez deště trvá i víc než 12 měsíců (čili průměrný roční úhrn srážek se pohybuje kolem nuly), a region pravidelně neovlivňují sezonní deště (Laity 2008). V aridních regionech naprší 25 až 200 mm ročně, v semiaridních oblastech se srážky pohybují mezi 200 až 500 mm ročně (Grove 1977).

Sahel je geograficky vymezen jako pás táhnoucí se podél 13. rovnoběžky s. š. od ústí řeky Senegal v jižní Mauretánii po pobřeží Rudého moře v Súdánu. Sahelský pás široký zhruba 600 km představuje jižní hranici saharské pouště. Dle úhrnu srážek je definován jako semiaridní, s limitem na severu okolo 200 mm srážek za rok a na jihu 600-700 mm srážek za rok (Nicholson 1978). V nedávné historii je doloženo, že se klimatické výkyvy v Sahelu odehrávaly pravidelně s periodou několik dekád, což jej odlišuje od ostatních aridní oblastí na Zemi, kde se vlhké a suché fáze střídají náhodně (Adams 2008).

2. 2. Vegetační a floristická charakteristika oblasti

Oblast Egypta a Súdánu, na kterou se tato práce soustředí, zasahuje do několika vegetačních pásů - od úzkého pásu mediterránní vegetace na severu, přes poušť, polopoušť až po pásmo savan.

Existují různé přístupy k členění oblasti, např. Quézel (1978) rozdělil oblast našeho zájmu na šest fytogeografických domén, a to od severu na jih mediterránní doménu, stepní východoafrickou doménu, severovýchodní saharskou doménu, východní saharskou doménu, jižní saharskou doménu a severní sahelskou doménu. Vegetaci Egypta popsali Zahran a Willis (2009). Flóra Egypta byla podrobně popsána ve čtyřdílné publikaci (Boulos 1999, 2000, 2002, 2005).

Informace o flóře a vegetaci Súdánu jsou dohledatelné mnohem obtížněji. Může to být způsobeno mimo jiné i tím, že před rozdělením na Severní a Jižní Súdán sahala tato země od pouště na severu až po tropický les na jihu. A samozřejmě je to dáno i tím, že Egypt byl a stále ještě je mnohem atraktivnější pro zahraniční badatele. Možná také existují práce místních badatelů publikované v arabštině, které jsou pro nás nedostupné.

V rámci široce vymezených pásů zonální vegetace existuje řada vegetačních typů závislých na lokálním prostřední. Následuje výčet některých z nich spolu s několika příklady typických druhů, především vybraných trav, které jsou důležité z hlediska této práce jakožto možní planí předchůdci plodin nebo jako potenciálně sbíraná potrava.

Periodicky zaplavované oblasti: *Panicum laetum*, *Echinochloa colona*, *Schoenefeldia gracilis*, *Eragrostis pilosa*

Přechod mezi pouští a polopouští: *Cenchrus biflorus*, *Panicum turgidum*, *Stipagrostis pungens*

Savany: *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Maerua crassifolia* (dřeviny); *Aristida stipoides*, *Tragus racemosus* (trávy).

Na základě dostupných zdrojů ale není jednoduché dohledat současné rozšíření vybraných druhů. Někdy je k dispozici údaj pouze o výskytu ve flórách jednotlivých zemí (ale země v severní Africe jsou většinou hodně veliké), nebo údaje o izolovaných nálezech publikovaných v literatuře, nebo o původu herbářových položek (http://plants.jstor.org/). To vše je nedostačující, protože takto zjištěné „rozšíření“ spíše svědčí o probádanosti oblasti než o skutečném rozšíření druhů. Pro orientaci může sloužit stránka botanické zahrady v Ženevě, která slučuje informace ze všech výše zmíněných zdrojů: http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/index.php?langue=an

3. Postglaciální transformace přírodního prostředí severovýchodní Afriky

3. 1. Paleoklimatologické rekonstrukce „humidní“ a aridní fáze Sahary

Doklady rozsahu a chronologie klimatických změn v severovýchodní Africe během pozdního pleistocénu a v průběhu holocénu pomáhají porozumět dopadům těchto klimatických výkyvů na lidskou populaci, která zhruba před osmi až šesti tisíci lety v této oblasti částečně opustila lovecko-sběračský způsob získávání potravy a přeorientovala se na pastevectví a dále na zemědělskou činnost. V tomto smyslu bude nutné nejdříve popsat oblast v širším kontextu severní Afriky.

V nejdrsnější fázi posledního glaciálu, během tzv. posledního glaciálního maxima (21 000-14 000 let př. n. l.), byla oblast severní Afriky převážně aridní (Gasse 2000). Aridní podmínky pravděpodobně přetrvaly až do počátku tzv. holocenní vlhké fáze, která trvala zhruba 6000 let (9 000 – 3000 let př. n. l.), a po tu dobu významně ovlivňovala tvář Sahary. Dnešní poušť byla tehdy pokryta vegetací a jezery.

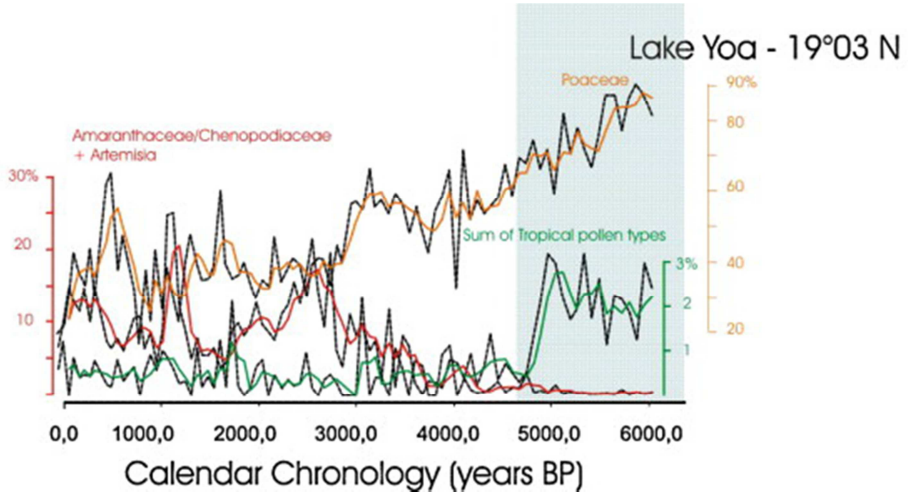
Změna tohoto rozsahu je odpovědí afrického monzunu na astronomické cykly. Dynamika kvartérních klimatických změn je řízena orbitálními (tzv. Milankovićovými) cykly s různou periodou, v rámci nichž se mění množství sluneční energie dopadající na zemský povrch (insolace). Zatímco ve vyšších zeměpisných šířkách jsou značné rozdíly v insolaci v glaciálních a interglaciálních fázích – rozsáhlé kontinentální ledovce na pólech během glaciálů, výrazně chladné a suché klima v přilehlých (periglaciálních) oblastech-směrem k rovníku jsou teplotní rozdíly méně patrné a dochází spíše k výrazným hydrologickým změnám v závislosti na aktivitě monzunů, které jsou mj. ovlivňovány právě množstvím insolace: bylo namodelováno, že zvýšení insolace o 7 % způsobí nárůst aktivity monzunu o 17% (Kutzbach a Liu 1997). Jedním z Milankovićových parametrů, který se výrazně podílí na monzunovém režimu je tzv. precese zemské osy (krouživý pohyb zemské osy přibližně po plášti dvojkužele) s frekvencí cyklu 20 000 let. Následkem precese zemské osy je každých 10 000 let Země nejblíže Slunci v jiném ročním období. V dnešní době je to na severní polokouli v zimě, před zhruba 10 000 lety, tedy počátkem holocénu, to bylo v létě.

Sluneční záření nad obratníky bylo tehdy o 7 % intenzivnější než dnes (Kutzbach 1981), což bylo jednou z příčin počátku tzv. holocenní vlhké fáze, kdy vzniklo ohromné jezero v Čadu tzv. „Megačad“ hluboké 173 metrů s rozlohou alespoň 400 000 km^2, tedy větší než současné Kaspické moře (Drake a Bristow 2006). Dokladem vlhké fáze v oblasti severního Súdánu je rozsáhlé západonúbijské jezero, jež pokrývalo 15 % z celkové rozlohy historického území západní Núbie (Hoelzmann 1998). Šlo o největší souvislou vodní plochu východní Sahary s celkovou rozlohou odhadnutou na 5 330 km^2 (Hoelzmann et al. 2001). Ke vzniku vodní nádrže takového rozsahu bylo potřeba okolo 500 mm srážek ročně (Hoelzmann et al. 2000). S odkazem na vlhkostní index zmíněný v kapitole (2. 1.) lze

tedy oblast severovýchodní Afriky považovat spíše za semiaridní i v její holocenní vlhké fázi. Historie jezera od jeho vzniku, přes stabilní sladkovodní podmínky až po jeho zánik se datuje od 7 400 po 1 800 let př. n. l.

Pro problematiku kultivace a domestikace rostlin v severovýchodní Africe je podstatný spíše konec saharské vlhké fáze, a ten neprobíhal ve všech oblastech severní Afriky ve stejnou dobu (Lézine et al. 2011). Stejně tak v rámci severovýchodní Afriky byl konec vlhké fáze mírně diachronní. Nejednotné hydroklimatické podmínky jsou patrné z variability radiokarbonového záznamu napříč lokalitami celé severovýchodní Afriky (Nicoll 2001). Aridní podmínky se projevily dříve na severu v oblasti dnešního Egypta, než na jihu v Súdánu a dalších částech východní Afriky, a jsou mimo jiné dokumentovány distribucí lidského osídlení (Kuper a Kröpelin 2006).

Změny směrem k aridní povaze prostředí neznamenaly zánik lidského osídlení, ale jeho přesun do oblastí se stálým přísunem vody (např. údolí Nilu) a vývoj usedlého způsobu života, jež dal vzniknout egyptské civilizaci a měl zásadní význam po kultivaci a domestikaci rostlin. Této problematice bude věnována samostatná kapitola (4. 1.). Pylový záznam z jezera Yoa v severním Čadu na základě úbytku dřevin a sahelských travin dokumentuje, že konec humidní periody v této oblasti probíhal postupně v době 3000 až 1500 let př. n. l., viz obr. 2. Pouštní podmínky podobné těm dnešním se v oblasti severního Čadu naplno projevily okolo 700 let př. n. l. (Kröpelin et al. 2008). Podrobněji se možnostmi využití biologické evidence (zejm. v souvislostech pylové a uhlíkové analýzy) při rekonstrukcích paleoenvironmetálních změn v severovýchodní Africe věnují následující kapitoly.



Obr. 2 Konec humidní periody dokumentovaný pylovým záznamem z jezera Yoa v Čadu. Přerušovaná čára značí procentuální zastoupení pylu, plná čára značí zprůměrované hodnoty. Procentuální zastoupení pylu na ose y. Převzato a upraveno z: Lézine 2009

3. 2. Pylové (palynologické) rekonstrukce vegetace severovýchodní Afriky

Jak již bylo zmíněno, příčinou změn v druhovém složení vegetace na Sahaře jsou klimatické výkyvy. Okolo 16 000 let př. n. l. v době posledního glaciálního maxima se sahelský vegetační pás vlivem extrémně aridních podmínek táhl podél 10. rovnoběžky s. š., tedy o několik stupňů na jih od svého současné polohy, a naopak během holocenní vlhké fáze se posunul na sever zhruba k 21. rovnoběžce s. š. (Lézine 1989). K této expanzi druhů sahelsko-súdánského vegetačního elementu na jižní okraj současné Sahary došlo právě následkem zesílení afrického monzunu.

Pylové záznamy z jezer Oyo a El Atrun a v Súdánu dokumentují posun vegetačních pásů v jejich okolí v období 10 000 až 5 000 let BP. Z pylového záznamu na lokalitě Oyo, která se nachází v nejaridnější oblasti severozápadního Súdánu, je možné vyčíst přítomnost dřevin sahelsko-súdánské skupiny jako *Piliostigma sp., Grewia tenax, Lannea sp., Celtis sp.* ve fázi 7 500 až 3 000 let př. n. l. (Ritchie 1994). V záznamu se sice vyskytuje více než padesát pylů dřevin, zástupci čeledí *Poaceae* a *Chenopodiaceae* ale převažují. Stromy se v humidní fázi Sahary pravděpodobně vyskytovaly v uspořádání typu galeriového lesa okolo vodních těles. Pouštní druhy *Ziziphus mauritania, Salvadora persica, Tamarix sp., Ephedra sp., Artemisia sp.* pravděpodobně kolonizovaly písečné duny (Lézine 2007). Sušší klimatické podmínky indikuje v záznamu dominantní *Acacia sp.* od 3 000 let př. n. l. Ve fázi 2 500 let př. n. l. až 700 n. l. let byla krajina typu savany s dřevinami nahrazena otevřenou pouštní krajinou (Lézine 2007).

Pylový záznam z lokality El Atrun v severním Súdánu dokumentuje kratší období od 8 800 až 6000 let př. n. l. (Jahns 1995). Dle úseku pylového záznamu okolo 9 000 let př. n. l. v oblasti převažovala vegetace charakteristická vysokým podílem pylů čeledi *Chenopodiaceae*, jež indikují suchou periodu. V úseku 8 600 let př. n. l. byly ve vegetaci typu dřevnaté savany již zastoupeny rody jako *Grewia sp.* a *Zizyphus sp*. Výskyt dřevin předpokládá vlhčí klimatické podmínky, a ty v oblasti pravděpodobně v tomto období opravdu převládaly, jak již bylo rozebráno v předchozí kapitole. Přítomný byl také pyl vodní rostliny *Myriophyllum spicata*, který indikuje přítomnost otevřených vodních ploch.

3. 3. Vliv člověka na přírodu v raném a středním holocénu v paleoekologickém záznamu

Vzhledem k tomu, že si tato práce dává za cíl postihnout interakci člověka a životního prostředí, je nutné položit si otázku, jak by se vyvíjela postglaciální krajina severovýchodní Afriky bez vlivu člověka? Byla role prvních zemědělců zásadní v šíření druhů, které by se za přirozených podmínek v daném regionu nevyskytovaly?

Cenná data poskytuje lokalita Kadero, která se dnes nachází v prostředí polopouště. Na základě analýzy uhlíků datovaných do období 4 000 až 3 000 let př. n. l. byla rekonstruována trnitá savanová vegetace (Barakat 1995). V tomto období byla lokalita osídlena lidmi a je otázkou do jaké míry člověk svými aktivitami ovlivnil složení vegetace a jak moc přispěl ke změnám směrem k pouštím podmínkám.

V pylovém záznamu je přítomnost člověka indikována na základě pylových typů, které by se v oblasti přirozeně nevyskytovaly. Člověk již v raném holocénu pravděpodobně záměrně vypaloval části porostu, a vedlejším důsledkem této činnosti mohlo být zvýšení diverzity mezi rostlinami v okolí sídlišť. V uhlíkovém záznamu lokality Kadero se vyskytují druhy, které mohou být pokládány za indikátory požárů jako ohni odolný *Balanites aegyptica*. Dále indikátory desertifikace *Maerua crassifolia*, *Capparis decidua*, *Cassia senna* a antropogenní druh *Acacia senegal*. Tyto nálezy naznačují, že tehdejší trnitá savanová vegetace mohla být ovlivňována kontrolovanými požáry, pastevectvím či kácením, tedy že lokalita Kadero představuje člověkem ovlivněný ekosystém (Barakat 1995).

Lidský vliv na vegetaci v severozápadním Súdánu od 4 000 let př. n. l. pravděpodobně mohl vést také k převaze xerotermních taxonů kvůli domestikaci zvířat (Neumann 1993). Pastva možná způsobila dominantní zastoupení nejedlých a jedovatých rostlin typu *Cassia senna*.Utváření krajiny kombinací klimatických výkyvů a lidského vlivu je také doloženo na příkladu lokality v Libyjské poušti, která částečně zasahuje do oblasti vymezené v této práci. Dle nalezených makrozbytků zde minimálně od 8800 let př. n. l. lovci a sběrači sklízeli plané rostliny a již v té době tak mohli měnit okolní krajinu (Mercuri 2008).

A ve středním holocénu se na této lokalitě dle pylovém záznamu vyskytovaly xerofylní druhy a zároveň je doloženo pastevecví dobovým vyobrazením skotu na jeskynních malbách nebo nálezy hnoje a koprolitů ovcí a koz v archeologických depozitech. Na těchto nálezech se zakládá předpoklad, že pastva mohla mít vliv na zmenšování vegetačního pokryvu a rozvoj křovin (Mercuri 2008). V souhrnu byla vytvořena hypotéza, že dnešní podmínky prostředí se vyvíjely již od starého holocénu kombinací klimatických faktorů transformujících vegetačního pokryv a lidského vlivu na krajinu.

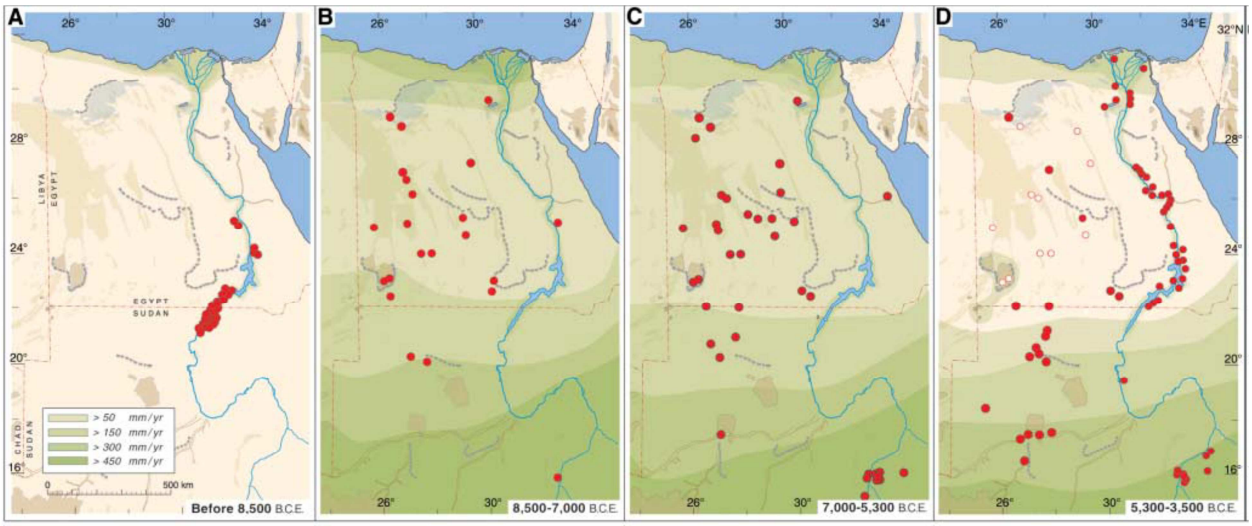
Od toho jak člověk formoval krajinu, se v následující kapitole posunu k podrobnému popisu vlivu klimatických výkyvů na distribuci osídlení.

4. Postglaciální vývoj osídlení a vznik kultivace a domestikace rostlin

4. 1. Vývoj osídlení oblasti

Oblast severovýchodní Afriky byla osídlena po celý holocén. Pro období starého a středního holocénu je ale charakteristické střídání vlhkých a suchých fází, jež ovlivnilo posuny lidí po celé oblasti Západní pouště, která je vymezena Středozemním mořem na severu, hranicí Egypta se Súdánem na jihu, hranicí Egypta s Libyí na západě a na východě údolím Nilu (Nicoll 2001). S každým nástupem vlhké fáze docházelo k osídlení jednotlivých oblastí Západní pouště a s nástupem suché fáze k opuštění oblasti a přerušení kulturního vývoje (Suková 2006). Každé nové osídlení přineslo kulturní inovace, které vznikly reakcí na nové podmínky prostředí nebo souvisely s odlišným původem příchozích (Wendorf a Schild 2001). Z tohoto úhlu pohledu se jeví hydroklimatické výkyvy jako zásadní pro kulturní inovaci, přijetí nových strategií získávání potravy a rozvoji pastevecké a zemědělské komplexní společnosti (Nicoll 2004).

Z archeologických nálezů je zřejmé, že lidé v oblasti severovýchodní Afriky žili už v době před 8500 let př. n. l. a zhruba v sedmém tisíciletí zde docházelo k přechodu k produktivnímu způsobu života tzv. neolitizaci. Mimo samotnou dokumentaci „neolitické kulturní inovace“ nás archeologický záznam informuje dosti detailně právě o klimatických změnách dané oblasti a je tedy lépe použitelný než globálně užívané klimatické škály polárních ledovců, které nejsou schopny charakterizovat krátkodobé výkyvy klimatu v dané oblasti (Kuper a Kröpelin 2006).



Obr. 3 Posuny v osídlení severovýchodní Afriky v důsledku hydroklimatických výkyvů. Červené body značí archeologické lokality datované do příslušné fáze holocénu. Převzato z: Kuper a Kröpelin 2006

Lidská sídliště se v době posledního glaciálního maxima okolo 16 000 let př. n. l. až do zvlhčení klimatu na prahu holocénu soustředila v okolí Nilu (obr. 3A) nebo na jih od dané oblasti, ve které v tuto dobu pravděpodobně převládaly chladné a aridní podmínky (Gasse 2000). Někdy kolem 8500

let př. n. l. došlo k výraznému zvlhčení, jež mělo za následek rozšíření lidí po celé oblasti (obr. 3B). Z této doby pocházejí dokonce i doklady migrace lidí do centra Velkého písečného moře, které leží v dnešní extrémně neúrodné oblasti Libyjské pouště (Riemer 2003).

Až zhruba do doby 5300 let př. n. l. zde pravděpodobně panovaly podobné podmínky jako v dnešním pásmu savan. V oblasti stále převažovala pouštní vegetace. Lokálně se zde ale vyskytovala i na vlhkost náročnější vegetace sahelského pásu. Právě v této době se rostliny sahelského pásu mohly stát dostupné lidem ze Sahary, a tím nastala i příležitost je domestikovat. Rekonstrukce vegetace jsou podrobně rozebrány v kapitole (3. 2.).

V oblasti jsou doloženy i nálezy fauny typické pro savanu, například antilop, slonů, žiraf, hyen a některých druhů vodních ptáků (Gautier et al. 1994). Kromě kosterních nálezů je výskyt těchto živočichů doložen jeskynními malbami (Nicoll 2004). Ty dokládají i rozvoj pastevectví ve vlhké fázi Sahary (Hoelzmann et al. 2001). Skot je považován za zdomácnělého právě v této oblasti (Wendorf a Shild 2001). Například v oblasti Abú Ballás v Západní pouští byly nalezeny kosterní pozůstatky skotu datované okolo 6400 let př. n. l. (Gehlen et al. 2002). Tuto událost je možné označit jako jistý předěl mezi epipaleolitem (mezolitem) a neolitem, přestože jednotlivé části Západní pouště mají svůj vlastní kulturní vývoj ovlivněný lokálními podmínkami (Suková 2006). Například v oblasti Nabta Plaji, které bude dále věnovaná pozornost z pohledu archeobotanických nálezů v kapitole (4. 2. 2. 2.), je na základě dokladů keramiky a pastevectví dobytka již nejstarší archeologický horizont označený jako neolitický (Wendorf a Shild 2001), zatímco v jiných částech oblasti se stejně staré období označuje jako epipaleolit, protože zde nejsou dostupné přesvědčivé doklady keramiky a pastevectví (Gehlen et al. 2002). Zhruba v tomto období (7000 až 5300 let př. n. l.) zde také lidé začali chovat i ovce a kozy, jejichž divocí předci pocházejí z Blízkého východu (Close 2002).

Přibližně v době okolo 5 300 let př. n. l. se osídlení Západní pouště začalo postupně přesouvat do údolí Nilu (obr. 3D). Tento jev zřejmě souvisí s vysušováním oblasti. Je pravděpodobné, že právě skupiny lidí obývající Západní poušť se mohly podílet na zavedení pastevectví a chovu dobytka do nilského údolí v některé ze suchých fází holocénu (Suková 2006). Podle některých autorů dokonce rozkvět civilizace v údolí Nilu přímo souvisel s tímto procesem, kdy velké množství lidí bylo v důsledku vysychání oblasti dnešní Sahary nuceno opustit rozlehlé pastviny a přesunout se na plošně omezené území blízko řeky (Kuper a Kröpelin 2006). Z doby okolo 5000 let př. n. l. také pocházejí první doklady kultivace pšenice a ječmene (obilovin pocházejících z Blízkého východu) neolitickými komunitami na lokalitách v údolí Nilu ve Fajjúmu a Merimde (Wetterstrom 1993). Naopak kočovné pastevectví bylo v té době možné provozovat pouze v oblastech ležících mnohem více na jihu. Okolo 3500 let př. n. l. se sídliště kočovníků nacházejí až v oblasti dnešního severního Súdánu, kde jsou známy lokality Wadi Howar a Laqyia (Jesse et al. 2004). Brzy poté byly v oblasti již podmínky podobně těm dnešním.

4. 2. Vznik zemědělství

Je pravděpodobné, že lidé nepřijali nové strategie obživy, dokud je k tomu nedonutily nepříznivé podmínky okolního prostředí. Získávání potravy vyžadovalo více úsilí a času. Bylo tedy výhodné si opatřit zásoby, které byly uskladněny na jednom místě (Clark a Brandt 1984). Tyto aktivity postupně mohly vést až ke kultivaci a domestikaci rostlin. Dle příkladu ze subsaharské Afriky byl přechod k zemědělské činnosti pravděpodobně pozdržen, protože zdejší savanová vegetace byla natolik bohatá na zdroje potravy, že nebylo potřeba rostliny kultivovat (Neumann 2003). Dokladem vysoké mobility tehdejších lidí v této oblasti je pastevectví skotu, které zde bylo úspěšně praktikováno už 5000 let př. n. l., a předcházelo pravděpodobně kultivaci rostlin. Pasení skotu vyžaduje pohyb za potravou, odpovídá tedy spíše nomádskému, než usedlému způsobu života.

Relativně pozdní počátek domestikace rostlin v údolí Nilu v jeho súdánské části může být částečně vysvětlen snižováním koryta řeky (konkrétně Bílého Nilu), které se prohloubilo zhruba o 4 metry za posledních zhruba 15 000 let a z toho o 2 metry za 9 000 let (Williams 2009). Zemědělství se nezačalo praktikovat, dokud se hladina řeky nesnížila a nedošlo k vysychání bažin v okolí Nilu. Kolísání hladiny řeky lze například sledovat radiokarbonovým datováním sladkovodní a obojživelné měkkýší fauny v říčním sedimentu (Williams 2009).

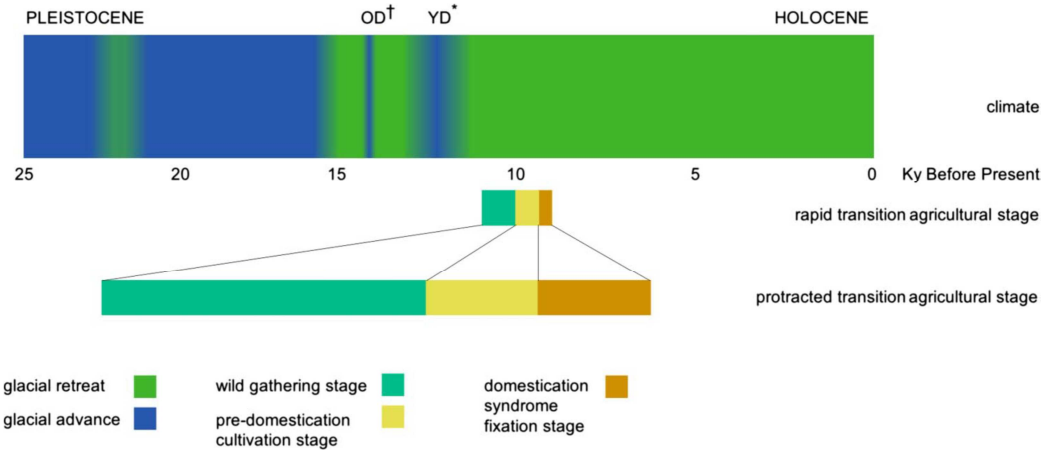
Mimo údolí Nilu na jih od Sahary nebyly vhodné podmínky pro pěstování ozimých plodin, jakými jsou pšenice a ječmen, před zavedením intenzivního zavlažování. Na transektu mezi Alexandrií a Chartúmem je odlišný roční chod srážek. Na obou koncích tohoto transektu jsou roční úhrny srážek zhruba stejné, na sever od Sahary ale většina srážek spadne v zimě, na jihu naopak v létě.

To mohlo vyvolat potřebu hledat jiné plodiny lépe přizpůsobené podmínkám oblasti, a takto mohou být částečně vysvětleny pozdní počátky domestikace rostlin v této oblasti. Zatímco pšenice a ječmen mohly růst jen v bezprostřední blízkosti řeky, místní suchu odolné plodiny typu čirok nebo dochan mohly být pěstovány i mimo závlahové zemědělství závislé na Nilu.

V následujících kapitolách jsou představeny dosavadní poznatky, které by mohly jakkoliv vnést světlo do této problematiky. Také jsou shrnuty archeobotanické doklady kultivace a domestikace rostlin na vybraných lokalitách.

4. 2. 1. Kultivace před domestikací

Domestikace rostlin byla dlouho považována za náhlý proces, kterému nepředcházela významná kultivační fáze. Na základě nedávných archeobotanických nálezů na Blízkém východě, byl vytvořen nový model (obr. 4), který naznačuje, že změny vedoucí k domestikaci probíhaly v delším časovém horizontu (Allaby et al. 2008).



Obr. 4 Časová osa dosavadního „rychlého“ a nového „protáhlého“ modelu domestikace. * YD mladší Dryas, †, OD starší Dryas. Převzato z: Allaby 2008

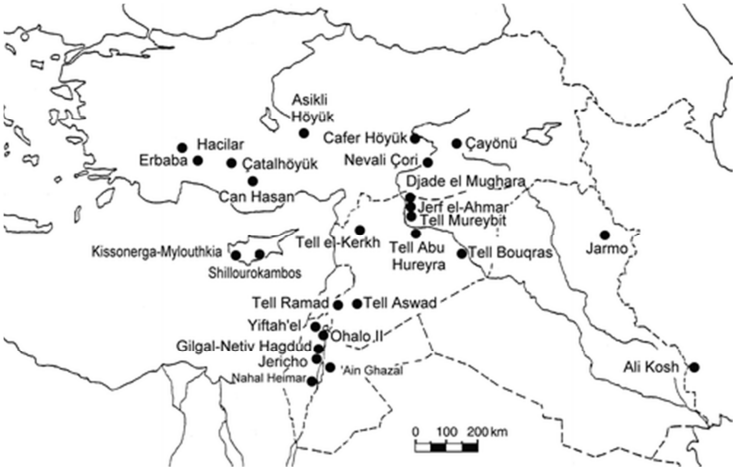
Na strategii sběru planých rostlin navázala fáze kultivace, ve které genotypy planých rostlin byly systematicky vysévány na vybraných plochách, a tato aktivita postoupila k pěstování mutantních rostlin s žádoucími vlastnostmi, tedy k domestikaci (Weiss et al. 2006).

Nejstarším dokladem sběru planých obilovin (ještě před běžně uvažovanou hranici pleistocénu a holocénu) jsou nálezy z lokality Ohalo II v Izraeli z období 17 000 let př. n. l. (Kislev et al. 1992). O kultivaci před domestikací lze uvažovat na základě zuhelnatělých nálezů obilovin a planých rostlin z lokalit v severní Sýrii datovaných 10 000 až 9 000 let př. n. l. (Willcox et al. 2008). Následující fáze domestikace pravděpodobně proběhla nezávisle u různých druhů planých rostlin na různých místech v oblasti Blízkého východu, spíše než aby došlo k náhlé expanzi tzv. neolitického balíčku (pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, ječmen setý, čočka jedlá, hrách setý, cizrna bahenní, len setý, vikev čočková) z jednoho místa (Willcox 2005). Z nálezů napříč celou oblastí je možné usuzovat, že i fixace nových domestikačních vlastností, kterými se domestikované plodiny liší od svých planých předků tzv. domestikačního syndromu, probíhala pomaleji, jak je doloženo na příkladu synchronního výskytu kultivované pšenice s rozpadavým i nerozpadavým klasem (Tanno a Willcox 2006).

Otázkou zůstává, jak rychle se tyto novinky vyvíjely. Bylo například zjištěno, že větší zrno se vyvinulo rychleji než nerozpadavý klas (Fuller 2007). V archeobotanickém záznamu je možné nejsnáze studovat změnu velikosti obilek a ztrátu přirozeného šíření u obilovin (Fuller a Allaby 2009). Podle Fullera (2012) je v některých případech možné rozlišit v archeobotanickém záznamu vliv člověka, protože zněny pod vlivem cíleného výběru probíhaly rychleji. 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. Alternativně mohly být funkční vlastnosti fixovány i v oblasti rozšíření planého předka (Allaby et al. 2008).

Pravděpodobně i v severovýchodní Africe byly rostliny kultivovány podstatně déle, než se původně očekávalo. Na mapě (obr. 5) jsou vyznačena početná epipaleolitická naleziště zkoumaná na Blízkém východě. V severovýchodní Africe je takto prozkoumaných nalezišť zatím bohužel podstatně méně.



Obr. 5 Epipaleolitická naleziště Blízkého východu. Převzato z: Weiss a Zohary 2011

Rozsáhlejší výzkumy zaměřené na časné využívání rostlin v této oblasti byly naposledy vedeny v 80. a 90. letech minulého století. Z této doby pochází také řada významných archeobotanických nálezů, které především poukazují na vývoj nezávislý na Blízkém východě. Tyto nálezy budou podrobně rozebrány v další podkapitole.

Sběr a kultivace rostlin v severovýchodní Africe v archeobotanickém záznamu

Velké množství nálezů, které dokumentují sběr rostlin a jejich možnou kultivaci před domestikací, pochází z významné časně neolitické lokality Nabta plaja, která se nachází 100 km na západ od Abú Simbel na jihu Západní pouště. Zuhelnatělá semena *Sorghum sp.* a *Panicum sp*., radiokarbonově datována na 6 000 let př. n. l.,vykazují z morfologického hlediska znaky planých zástupců, nicméně analýza lipidů naznačuje podobnost s domestikovanými formami těchto rostlin (Wendorf et al. 1992). Morfometrické analýzy semen čiroku *Sorghum sp*. na pěti domestikovaných a osmi planých variantách byly konfrontovány se vzorky z Nabta Plaji a Jebel et Tomat (Clark a Stemler 1975; Dahlberg a Wasylikowa 1996). Byly zjištěny významné rozdíly mezi měřenými vzorky. Čirok z Nabta Plaji byl výrazně menší, než planí příbuzní nebo domestikované varianty. Mezi nálezy byly i klásky, které podle některých morfologických znaků pravděpodobně pocházely z planého předka čiroku. Planý předek

čiroku *Sorghum arundinaceum* roste dnes 600 km na jih od Nabta Plaji. Výskyt tohoto druhu na lokalitě proto může sloužit i jako nepřímý důkaz posunu vegetačních pásů v holocenní historii oblasti (Wasylikowa et al. 1995).

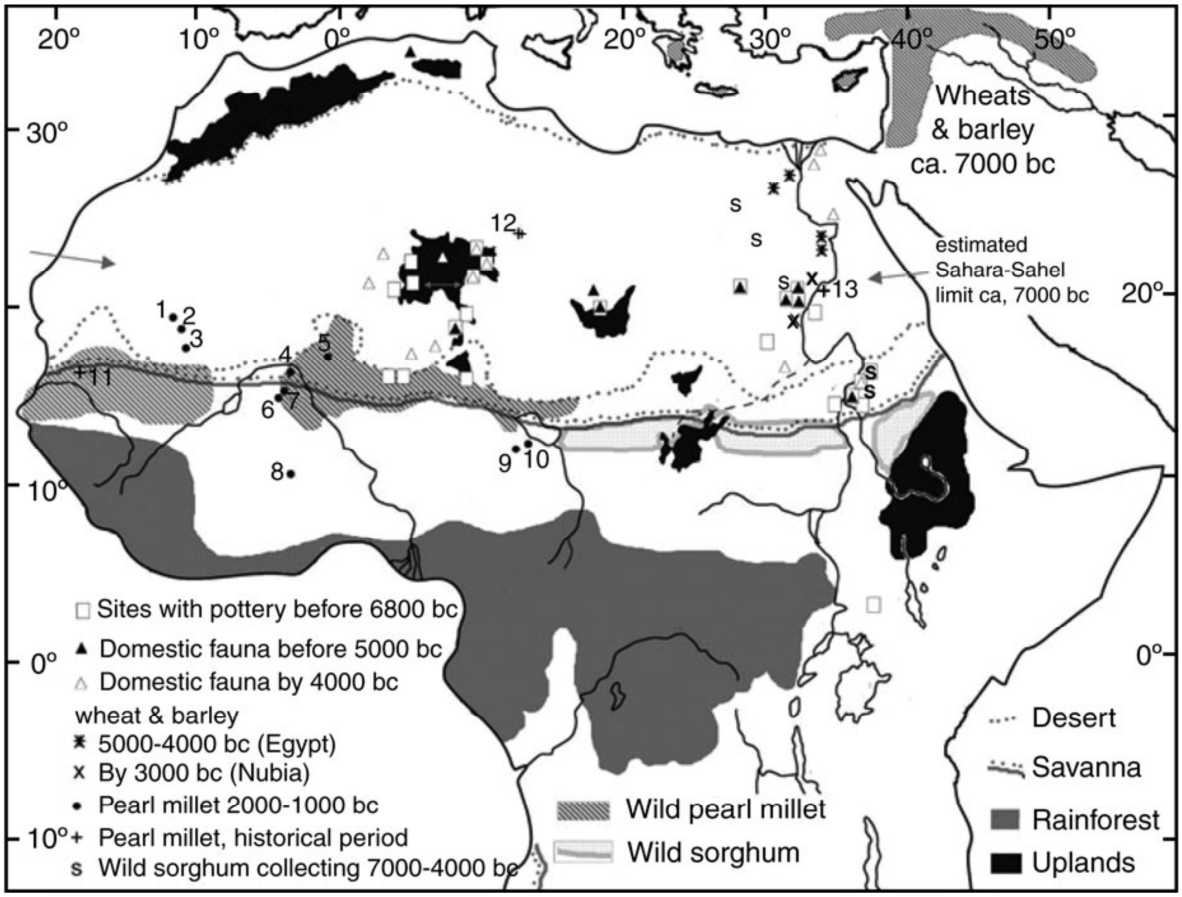
Protože v severovýchodní Africe je zatím velmi málo prozkoumaného archeobotanického materiálu, je nutné se obracet i k jiným metodám. Jednou z nich je analýza otisků, které semena a další makrozbytky zanechaly na keramických nádobách používaných lidmi. Tyto otisky obvykle vznikly v době výroby nádob, když ještě hrnčířská hlína byla měkká, a zachovaly se i po vypálení nádoby. V centrálním Súdánu byly nalezeny otisky rostlin na časně holocenních („Early Khartoum“ kultura dle Arkell 1949) a středně holocenních („Shaheinab“ kultura dle Arkell 1953) archeologických lokalitách. Mimo jiné byly doloženy i jedlé druhy rostlin. Tyto nálezy ukazují, že některé rostliny byly v této oblasti využívány už v časném holocénu, tedy o zhruba o 2000 let dříve, než se původně myslelo. I z nálezu nástrojů je patrné, že rostliny nebyly pouze sbírány, ale i dále zpracovávány. Nebyl ale nalezen žádný přímý důkaz kultivace (Abdel-Magid 2003). Kultivovat plané rostliny pravděpodobně začali lidé v centrálním Súdánu až ve středním holocénu (Abdel-Magid 1989). Převažujícím způsobem obživy byl ale stále ještě sběr. Všechny výše zmíněné nálezy jsou shrnuty v tabulce (Tab. 1) Pro srovnání, na lokalitách v přilehlé Lybijské poušti bylo nalezeno mnoho vysušených obilek tribu Paniceae (*Panicum* sp. , *Dactyloctenium* sp., *Digitaria* sp., *Echinochloa* sp., *Pennisetum* sp., *Setaria* sp.) V některých případech se vyskytovaly ve velkých koncentracích, což by mohl být důkaz záměrného sběru těchto planých rostlin (Mercuri 2008).Jako současná analogie může sloužit jídelníček Tuaregů žijících na Sahaře a v subsaharské Africe (Harlan 1989). Tuaregové sbírají řadu planých travin, např. v pouštních oblastech *Panicum* sp., *Aristida* sp., *Cenchrus* sp. nebo v savaně tzv. krebs zahrnující: *Eragrostis* sp. *Brachiaria deflexa, Dactyloctenium aegyptium, Digitaria* spp. a *Panicum laetum.*

4. 2. 2. Domestikace rostlin v severovýchodní Africe

V roce 1971 publikoval Dr. Jack R. Harlan svoji teorii o centrálním a necentrální původu zemědělství v Africe. Navázal tak na rozsáhlou vědeckou práci sovětského botanika a genetika N. I. Vavilova, jehož kniha o původu kultivovaných rostlin byla v angličtině vydána v roce 1951, osm let po autorově smrti ve vězení v ruském Saratovu (Vavilov a Freier 1951). Na základě současného rozšíření planých předchůdců vybraných plodin definoval Harlan (1971) dvě možné oblasti nezávislého původu afrického zemědělství a hypotetické oblasti domestikace afrických plodin, viz.(obr. 6). Byla to oblast subsaharského pásu od Senegalu k Rudému moři, a dále oblast ležící ve východoafrické vrchovině a částečně v Ugandě. Nejběžnější původní africké obiloviny jsou čirok a dochan klasnatý (*Pennisetum glaucum*). Podle Harlana (1971) byl čirok pravděpodobně domestikován oblasti v Súdánu a Čadu, zatímco dochan v suché akáciové savaně táhnoucí se od Senegalu po Súdán. Harlanovy teorie dodnes

platí jen s drobnými úpravami s ohledem na klimatické změny, které pravděpodobně ovlivnily rozšíření planých předků

Různé plodiny mají různé ekologické adaptace a z toho plynoucí různé geografické rozšíření. Lze tedy vystopovat, kde se mohl odehrát přechod k zemědělství, otázkou ale zůstává, kdy se to stalo. Počátky afrického zemědělství byly například datovány okolo 2000 let př. n. l. (Harlan 1992).



Obr. 6 Přehledný popis počátků afrického zemědělství. Vyobrazeno je mimo jiné moderní rozšíření planých předků *Sorghum bicolor* a *Pennisetum glaucum* (Pearl millet). Převzato z: Fuller 2007

Vybrané druhy obilovin pěstovaných v aridních oblastech Afriky

Čirok dvoubarevný (*Sorghum bicolor*)

Čirok byl pravděpodobně domestikován v severovýchodní Africe zhruba v území mezi 15. a 20. rovnoběžkou s. š. (Harlan 1971). Planým předkem pěstovaného čiroku je *Sorghum arandinaceum*, rostoucí i dnes v některých částech Súdánu. Podle jedné z teorií sice planý předek čiroku pochází z Afriky, čirok byl ale domestikován v Indii, odkud byl později introdukován zpět do Afriky. Tato teorie vychází z faktu, že čirok byl v Indii nalezen okolo 4000 let BP, několik tisíciletí před jeho

nálezy nálezy v Africe (Blench 2003). Bylo navrženo, že čirok byl pouze kultivován bez postupu k domestikaci (Haaland 1996), nebo jednoduše časnější doklady domestikace čiroku zatím nebyly nalezeny.

Dochan klasnatý (*Pennisetum glaucum*)

Dochan klasnatý (anglicky Pearl millet) z afrických obilovin nejlépe odolává suchu. Jeho planý předek se vyskytuje v Sahelu, ale i na Sahaře, a z jeho současného rozšíření se uvažuje, že dochan byl možná domestikován na Sahaře během holocenní vlhké fáze (Harlan 1975, 1995).

Obr.: Fotografie čiroku a dochanu (protáhlý klas) v Egyptě. Převzato od Adély a Petra Pokorných.

Kalužnice křivoklasá (*Eleusine corocana*)

Kalužnice křivoklasá (anglicky Finger millet) byla domestikována z plané *Eleusine africana*, která je rozšířena ve vrchovinách Etiopie, Ugandy a Keni (Harlan 1995). Pěstuje se především v Ugandě, v menším i ve východní a jižní Africe, a také v Indii.

Rosička útlá (*Digitaria exilis / iburna*)

Rosička útlá (anglicky Fonio) byla hlavní plodinou západní Afriky, kde také pravděpodobně byla domestikována. Dodnes patří mezi zásadní plodiny v Mali, Burkině Faso, Guinei a v Nigerijských plató. Příbuzná *Digitaria sanguinalis* byla pěstovaná až donedávna v Evropě (Harlan 1995).

Tef (*Eragrostis tef*) je zásadní plodinou Etiopie. Fermentovaný plochý chléb vyráběný z drobných obilek této trávy se jmenuje injera. Tefu vyhovují horké dny a chladné noci etiopské vrchoviny. Planý předek je pravděpodobně *Eragrostis pilosa*, který roste v Súdánu, odkud byl pravděpodobně rozšířen do Etiopie a zde domestikován.

Domestikace rostlin v archeobotanickém záznamu

Úvahy o využívání domestikovaných plodin v neolitickém období v súdánské oblasti jsou bohužel zatím jen hypotetické. Nalezené otisky v keramice byly ojedinělé a nejčastěji se o planý čiroku *Sorghum arundinaceum* a méně často o planého předka dochanu klasnatého *Pennisetum glaucum* (Andel-Magid 1989). Seznam vybraných lokalit řazených od severu na jih a jejich přesných datací je uveden v tabulce (Tab. 1). Vybrané nálezy jsou shrnuty v tabulce (Tab. 2). Při porovnání s tabulkou (Tab. 2) je patrné, že druhy domestikované na Blízkém východě, jako pšenice a ječmen, byly nalezeny jen na severně položených neolitických lokalitách Fajjúmu a Merimde datovaných okolo 6300 let BP (Wetterstrom 1993). Tato doba zhruba odpovídá již suché fázi v severovýchodní Africe, kdy se lidé stahovali do údolí Nilu a začala zde vznikat civilizace založená na zemědělství. Archeobotanický materiál na těchto lokalitách sestává především z domestikantů Blízkého východu, odkud je zdejší kultura pravděpodobně přejala.

Na podstatně mladší lokalitě Qasr Ibrim poblíž údolí Nilu nedaleko Nabta Plaji byl nalezen suchý nezuhelnatělý klas *Sorghum sp.* Byl určen jako domestikovaný použitím DNA analýzy, kdy se DNA extrahuje z biologické evidence a poté se zmapují mutace nahromaděné v historii druhu. Na základě této analýzy mohou být identifikovány geny zodpovědné za změny směrem k domestikaci a dále testováno kdy a jak tyto geny zmutovaly. Je tedy možné stopovat migraci domestikantů a jejich planých předků (Schlumbaum et al. 2008). Nálezy byly datovány až na 1000 AD (Rowley-Conwy et al. 1997). Na lokalitě Qasr Ibrim bylo nalezeno mnoho dalších makrozbytků obilí (Clapham a Rowley-Conwy 2007), některé z nich jsou také zahrnuty v tabulce (Tab. 2).

Tab. 1: Seznam vybraných nalezišť s archeobotanickými nálezy řazený podle zeměpisné šířky od severu k jihu.

kód	lokalita	země	období	datace	citace
ME1	Merimde	Egypt	neolit	7150-5950 BP	Wetterstrom 1993
ME2	Merimde	Egypt	střední neolit		Wetterstrom 1993
FAY	Fayum	Egypt	časný neolit	7500-6650 BP	Wendrich 2005
FAR	Farafra Oasis	Egypt	neolit	7050-5450 BP	Barakat a Fahmy 1999, Fahmy 2001
NQ1	Naqada	Egypt	Nakadská kultura	5900-5650 BP	Wetterstrom 1993
NQ2	Naqada	Egypt	Nakadská kultura	5650-5300 BP	
HI1	Hierakonpolis	Egypt	Badárská kultura	5700-5600 BP	Fahmy et al. 2008
HI2	Hierakonpolis	Egypt	Badárská kultura	5450-5300 BP	Fahmy et al. 2008
NAB	Nabta Playa	Egypt		9250-8650 BP	Wasylikowa a Dahlberg 1999
QAS	Qasr Ibrim	Súdán	historická doba	800 BC-AD 1811	Rowley-Convy 1991, Clapham a Rowley-Conwy 2007
MAH	El Mahalab	Súdán	mezolit, kultura Early Khartoum		Abdel-Magid 2003
KAD	Kadero	Súdán	neolit	5030-5200 BP	Klichowska 1984
AM	Sheikh el Amin	Súdán	neolit, kultura Shaheinab		Abdel-Magid 2003
MUS	Sheikh Mustafa	Súdán	mezolit, kultura Early Khartoum		Abdel-Magid 2003
TOM	Jebel el Tomat	Súdán	historická doba	AD 245	Clark a Stemler 1975

Tab. 2: Seznam vybraných druhů nalezených na lokalitách z tabulky 1 (zachováno shodné kódování).

Výzkum / druhy	NAB	MUS	MAH	ME1	ME2	FAR	FAY	AM	NQ1	NQ2	HI1	HI2	KAD	QAS	TOM
Obiloviny:															
Hordeum sp.				x	x		x		x	x	x	x		x	
Triticum sp.				x	x		x		x		x	x		x	
Sorghum bicolor														x	x
Další pěstované rostliny:															
Anethum graveolens												x			
Lens culinaris				x										x	
Pisum sativum				x						x				x	
Vicia ervilia										x					
Linum usitatissimum				x					x	x	x				
Cucumis melo											x	x			
Plané trávy a pod.:															
Brachiaria sp.						x									
Carex sp.								x							
Cenchrus sp.						x									
Cyperus esculentus												x			
Cyperus rotundus	cf.														
Digitaria sp.						x									
Echinochloa colona	x					x									
Echinochloa sp.								x							
Eleusine coronata													cf.		
Eragrostis abyssinica													x		
Fimbristylis bisumbellata											x				
Juncus sp.												x			
Lolium sp.				x											
Lolium temulentum											x				
Panicum repens						x									
Panicum sp.													x		
Panicum turgidum	x														
Phalaris minor											x				
Setaria sp.		x						x					x		
Setaria verticillata						x					x				
Sorghum bicolor ssp. *arundinaceum*	x														
Sorghum halapense													x		
Sorghum sp.		x	x			x		x					x	x	
Sorghum vulgare													x		
Další plané potenciálně sbírané rostliny:															
Balanites aegyptica											x	x		x	
Capparis decidua	cf.														
Citrullus colocynthis						x			x	x					
Cucurbitaceae								x							
Grewia sp.			x					x							
Zizyphus spina-christi	cf.								x	x		x			
Ostatní plané rostliny:															
Acacia sp.												x			
Arnebia sp.	x														
Boerhavia sp.	x														
Cassia sp.			x					x							
Ceruana pratensis											x	x			
Schouwia purpurea	x														
Solanaceae								x							
Solanum dubium								x							

5. Další možnosti rekonstrukce vzniku zemědělství

Výše zmíněné archeobotanické rekonstrukce se do značné míry odvíjejí od poznatků získaných antrakologickou a především palynologickou analýzou. Nicméně je třeba poznamenat, že indikovat kultivaci rostlin a zemědělství v africkém pylovém záznamu je podstatně obtížnější než v temperátní oblasti. Pěstování plodin je v evropském pylovém záznamu zřetelnější.V Africe není dostatek dokladů, aby bylo možné pěstování plodin člověkem přisuzovat zásadní vliv na vegetaci (Clark a Brandt 1984). Pylové záznamy nasvědčují tomu, že rozvolnění lesa před 2500 lety by mohl být způsoben lidským zásahem. Tráva *Mitracarpus villosus*(=*M. scaber*) se zde jevila jako vhodný indtikátor zemědělství srovnatelný s *Plantago lanceolata* v evropském záznamu (Neumann a Ballouche 1995). Důkaz je ale dvojznačný, může znamenat i klimatickou změnu. Tráva roste na vlhkých místech na březích jezer a řek. Přírůstek *Mitracarpus* může dokládat smršťování jezer a expanzi vegetace na břehu.

Dalším příladem je lokalita z Oursi (Burkina Faso), kde byl přírůstek trav v pylovém diagram interpretován jako důsledek lidských zemědělsko-pasteveckých aktivit 3000 let BP (Ballouche a Neumann 1995). Tato domněnka nebyla potvrzena v archeologickém záznamu, kde se zemědělství vyskytuje v minoritní části. Změna v pylovém záznamu pravděpodobně zachycuje zvýšení aridity a smršťování jezer, nikoliv lidský vliv.

Mezi další používané metody subsaharských paleobotanických výzkumů patří makrozbytková analýza. Makrozbytky se nicméně v afrických podmínkách špatně zachovávají kvůli vysokým teplotám a sezonnímu provlhčení a vysušování půd. Většinou se vyskytují ve volném prostoru jako suché nebo zuhelnatělé. Například na nalezištích v centrálním Súdánu nejsou příhodné podmínky pro zachování zuhelnatělých nebo vysušených makrozbytků vzhledem ke klimatickým podmínkám i lidskému zásahu (Abdel-Magid 1989). V některých případech, kde se makrozbytky nevyskytují nebo jsou přítomny jen v malém množství, se lze zaměřit na otisky rostlin v keramice. Ve studii z oblasti centrálního Súdánu byly interpretovány otisky na základě jejich odlitků (Abdel-Magid 2003). Analýza fytolitů je poměrně mladou metodu s relativně velkým potenciál zodpovědět otázky související s kultivací a domestikací rostlin v podmínkách, kde se jiná evidence špatně zachovává. Této problematice proto věnuji samostatnou podkapitolu.

5. 1. Fytolity

Na úvod se krátce zmíním o tom, co to vlastně fytolity jsou. V podstatě jde o křemičitá tělíska, která se vyskytují v různých částech rostliny. Rostlina křemík získává z půdy jako roztok Si $(OH)_4$, ten je rozváděn transpiračním proudem po rostlině a zakoncentrovává se v různých částech jako n SiO_2 . n. H_2O (Piperno 2006). Za fytolity se někdy považují tělíska Ca $(COOH)_2$ či karbonáty, vzhledem k tomu, že se zachovávají hůře, používají se méně pro rekonstrukci prostředí, a je tedy dostupné i

podstatně méně literatury. V rostlině plní křemík především opěrnou funkci, fytolity ale zřejmě nejsou jen náhodně akumulovaný materiál. U rýže byl nalezen gen Lsil, který podmiňuje transport roztoku Si $(OH)_4$ po rostlině (Ma a Yamaji 2006). V publikaci se také zvažuje úloha křemíku při stimulaci obranných mechanismů proti rostlinným patogenům.S jistou mírou opatrnosti se lze říci, že se fytolity hojně vyskytují především u fylogeneticky nižších řádů, jsou ale i výjimky, kdy bazální jednoděložné neobsahují fytolity vůbec (Prychid et al. 2003). Morfotypy fytolitů jsou použitelné pro paleorekonstrukci vegetace na úrovni čeledí, méně podčeledí a doposud bylo nalezeno jen pár druhově specifických morfotypů.

Potenciál fytolitů spočívá v rozdílech mezi morfotypy fytolitů u planých a domestikovaných rostlin (Piperno 2006). Rýže *Oryza sativa var. japonica* byla domestikovaná v údolí řeky Yangtze na sklonku pleistocénu. A právě rozdíly v morfologii fytolitů u plané a domestikované formy napomohly ke zdokumentování změn od pravidelného využívání rostlin až ke kultivaci (Zhao a Piperno 2000).

Fytolity mají ale potenciál zodpovědět otázky kultivace, domestikace a lidského osídlení i v Africe. Na Dogon plató v Mali, na významné časně holocenní lokalitě Ravin de La Mouche, kde byly nalezeny jedny z nejstarších keramických střepů z celé Afriky, bylo aplikováno několik metod včetně fytolitové analýzy (Neumann 2009). Bylo rozpoznáno mnoho druhů travin podčeledi Panicoideae s jedlými semeny. Expanze druhů této podčeledi mohla spustit kulturní inovaci typu výroby keramických nádob. Vaření zrn v těchto nádobách mohlo představovat velice efektivní způsob využití sahelsko-súdánských travin (Neumann 2009).

Lokalita Zilum v Nigérii se vyznačuje velkým množstvím nálezů zuhelnatělých semen *Pennisetum glaucum*, které tedy pravděpodobně představovalo zásadní zdroj potravy zdejších obyvatel (Magnavita et al. 2004). Zároveň byly nalezeny fosilní fytolity, které patří do podskupiny bilobátních (dvoulaločných) fytolitů typických pro tribus Paniceae, který zahrnuje *Brachiaria* sp., *Digitaria* sp., *Pennisetum* sp., *Panicum* sp. a *Setaria* sp. Integrace těchto výsledků s fytolitovou analýzou naznačuje, že byla nalezena jáma, ve které se *Pennisetum glaucum* uskladňovalo (Fahmy 2008). Tohoto výsledků bylo možno dosáhnout díky podrobného zkoumání diverzity lobátních fytolitů z listů trav v sahelském pásu. V rámci studie byly popsány fytolity u 66 druhů v rámci tribu Paniceae v západní Africe. Na základě různých morfologických vlastností byly fytolity rozděleny do 13 ti skupin a 25 ti podskupin. Byly zaznamenány charakteristické fytolity, které mohly být použity pro identifikaci rodů popsaných výše. Databáze afrických fytolitů představuje potenciální nástroj pro využití fytolitů v archeobotanickém a pleoklimatickém výzkumu. Studie postihla jen 16% druhů z podčeledi Panicoideae flóry západní Afriky. Použitím tohoto způsobu klasifikace na všechny triby v rámci čeledi *Poaceae* by mohly být částečně řešeny problémy nežádoucí reduktance (základkladní morfotypy fytolitů se vyskytují u více rostlin) a multiplicitě (jedna rostlina produkuje více morfotypů) v klasifikaci travních fytolitů.

Vzhledem k doposud nízkým interpretačním možnostem fytolitů ve srovnání s pyly a makrozbytky, spatřuji význam fytolitové analýzy především v jejich využití pro paleorekonstrukce především ve spojení s dalšími metodami.

Fytolitový záznam je spíše v čase zprůměrovaný odraz vegetace, než odraz floristické složení (Strömberg 2004).Problémem biasu v odrazu vegetace v recentním fytolitovém spektru a hledáním charakteristických morfotypů, bych se ráda zabývala ve své diplomové práci. Vzhledem k tomu, že v současnosti mi není dostupný žádný ucelený soubor dat ze severovýchodní Afriky, diplomová práce by byla zaměřena na střední Evropu. Fytolity ale jistě mají potenciál pro řešení otázek kultivace a domestikace v oblasti vymezené touto prací.

6. Závěr a poděkování

Klimatické změny v holocenní historii severovýchodní Afriky ale částečně jistě ovlivnily distribuci lidského osídlení v oblasti směrem k usedlému způsobu života. S touto inovací přišla také pravděpodobně nutnost uchýlit se k produktivnímu způsobu životu, který začal utvářet civilizaci až do její současné podoby. Shromážděné archeobotanické nálezy zřejmě poukazují vývoj nezávislý na Blízkém východě.

V současné době bohužel není v severovýchodní Africe ještě dostatek dokladů, které by mohly potvrdit, nebo vyvrátit hypotézy o interakci člověka a změn životního prostředí v holocénu, stejně jako dokladů vzniku zemědělství a počátků kultivace rostlin. Předložená rešerše je ale jedním k příspěvků k další práci v této málo probádané oblasti, která možná skrývá ještě různá překvapení.

7. Seznam použité literatury:

Abdel-Magid, A. (1989): Plant domestication in the Middle Nile Basin. Cambridge monographs in African archaeology 35.

Abdel-Magid, A. (2003): Exploitation of food-plants in the Early and Middle Holocene Blue Nile area, Sudan and neighbouring areas. Complutum, 345-372.

Adams, J. (2009): Vegetation-Climate Interaction: How Plants Make the Global Environment. Springer.

Allaby, R. G., Fuller, D. Q. & Brown, T. A. (2008): The genetic expectations of a protracted model for the origins of domesticated crops. PNAS.

Arkell, A. J. (1949): Early Khartoum: An Account of the Excavation of an Early Occupation Site. Sudan Government.

Arkell, A. J. (1953): Shaheinab: An Account of the Excavation of a Neolithic Occupation Site Carried Out for the Sudan Antiquities Service in 1940-50. Sudan Government.

Barakat, H. N. (1995): Middle Holocene vegetation and human impact in central Sudan: charcoal from the neolithic site at Kadero. Veget Hist Archaebot 4, 101–108.

Barakat, H. & Fahmy, A. G. el-Din (1999): The Exploitation of Plant Resources in Ancient Africa. In: Veen, D. M. van der (ed.) The Exploitation of Plant Resources in Ancient Africa. Springer, 33–46.

Clark, J. D. & Brandt, S. A. (1984): From Hunters to Farmers: The Causes and Consequences of Food Production in Africa. University of California Press.

Boulos, L. (1999): Flora of Egypt (Azollaceae-Oxalidaceae). Al Hadara Publishing.

Boulos, L. (2000): Flora of Egypt (Geraniaceae-Boraginaceae).Al Hadara Publishing.

Boulos, L. (2002): Flora of Egypt (Verbenaceae-Compositae). Al Hadara Publishing.

Boulos, L. (2005): Flora of Egypt (Alismataceae-Orchidaceae). Al Hadara Publishing.

Clark, J. D. & Brandt, S. A. (1984): From Hunters to Farmers: The Causes and Consequences of Food Production in Africa. University of California Press.

Clark, J. D. & Stemler, A. (1975): Early domesticated sorghum from Central Sudan. Nature 254, 588–591.

Clapham, A. J. & Rowley-Conwy, P. A. (2007): New discoveries at Qasr Ibrim, Lower Nubia. Fields of change. Groningen: Barkhuis & Groningen University Library, 157–164.

Close, A. E. (2002): Sinai, Sahara, Sahel: The Introduction of Domestic Caprines to Africa, in Tides of the Desert– Gezeiten der Wüste. Contributions to the Archaeology and Environmental History of Africa in Honor of Rudolph Kuper, Köln: Heinrich-Barth-Institut [Africa Praehistorica 14], 459–469.

Dahlberg, J. A. & Wasylikowa, K. (1996): Image and statistical analyses of early sorghum remains (8000 B.P.) from the Nabta Playa archaeological site in the Western Desert, southern Egypt. Veget Hist Archaebot 5, 293–299.

Drake, N. and Bristow, C. (2006): Shorelines in the Sahara: Geomorphological evidence for an enhanced monsoon from paleolake Megachad. The Holocene 16, 901-911.

Fahmy, A. G. (2008): Diversity of lobate phytoliths in grass leaves from the Sahel region, West Tropical Africa: Tribe Paniceae. Plant Syst Evol 270, 1–23.

Fahmy, A. G.-E. (2001): Palaeoethnobotanical studies of the Neolithic settlement in Hidden Valley, Farafra Oasis, Egypt. Veget Hist Archaeobot 10, 235–246.

Fahmy, A. G., Friedman, R. and Fadl, M. (2008): Archaeobotanical studies at Hierakonpolis lokality HK6: The Pre and early Dynastic elite cemetery. Archeo-Nil 18, 169-83

Fuller, D. Q. (2007): Contrasting Patterns in Crop Domestication and Domestication Rates: Recent Archaeobotanical Insights from the Old World. Annals of Botany 100, 903–924.

Fuller, D. Q. & Allaby, R. (2009): Fruit Development and Seed Dispersal Annual Plant Reviews 38, 238–29.

Fuller, D. Q. (2012): New archeobotanical information on plant domestication from Macro-remains: Tracking the evolution of domestication syndrom traits in Biodiversity in Agriculture. Cambrige University Press.

Gasse, F. (2000): Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. Quaternary Science Reviews 19, 189–211.

Gautier, A. et al. (1994): One elephant doesn´t make a savanna. Palaeoecological significance of Loxodonta africana in the Holocene Sahara, Sahara 6, 7–20.

Gehlen, B., Kindermann, K., Linstädter, J. & Riemer, H. (2002): in Archaeology in Egypt 85–116.

Grove, A. T. et al. (1977): The Geography of Semi-Arid Lands. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 278, 457–475.

Harlan, J. R. (1998): Wild-Grass Seed Harvesting in the Sahara and sub-Saharan Africa 79-95 in Foraging and Farming. The evolution of plant exploitation, Unwin Hyman, London.

Harlan, J. R. & Harlan, J. R. (1992): in ACSESS publications. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America.

Harlan, J. R. (1971): Agricultural Origins: Centers and Noncenters. Science 174, 468–474.

Harlan, J. R. (1976): Origins of African Plant Domestication. Walter de Gruyter.

Harlan, J. R. (1992): in Grass evolution and domestication. Cambridge University Press.

Harlan, J. R. (1975): Geographic Patterns of Variation in Some Cultivated Plants. J Hered 66, 182–191.

Hoelzmann, P. et al. (1998): Mid-Holocene land-surface conditions in northern Africa and the Arabian Peninsula: A data set for the analysis of biogeophysical feedbacks in the climate system. Global Biogeochem. Cycles 12, 35–51.

Hoelzmann, P., Kruse, H.-J. & Rottinger, F. (2000): Precipitation estimates for the eastern Saharan palaeomonsoon based on a water balance model of the West Nubian Palaeolake Basin. Global and Planetary Change 26, 105–120.

Hoelzmann, P., Keding, B., Berke, H., Kröpelin, S. & Kruse, H.-J. (2001): Environmental change and archaeology: lake evolution and human occupation in the Eastern Sahara during the Holocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 169, 193–217.

Jahns, S. (1995): A holocene pollen diagram from El Atrun, northern Sudan. Veget Hist Archaebot 4, 23–30.

Jesse, F., Kröpelin, S., Lange, M., Pöllath, N. & Berke, H. (2004): On the periphery of Kerma - The Handessi Horizon in Wadi Hariq, Northwestern Sudan. Journal of African Archaeology 2, 123–164.

Kislev M. E., Nadel D., Carmi I. (1992): Epipalaeolithic (19,000 B.P.) cereal and fruit diet at Ohalo II. Sea of Galilee.Review of Palaeobotany and Palynology 73, 161– 166.

Klichowska, M. (1984): Plants of the Neolithic Kadero (central Sudan): a palaeoethnobotanical study of the plant impressions on pottery. Archaeological Museum, Polish Academy of Sciences.

Kröpelin, S. et al. (2008): Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6000 years. Science 320, 765–768.

Krzyżaniak, L. & Kobusiewicz, M. (1984): Origin and Early Development of Food-Producing Cultures in North-Eastern Africa. Polish Academy of Sciences, Poznań Branch.

Kuper, R. & Kröpelin, S. (2006): Climate-controlled Holocene occupation in the Sahara: Motor of Africa's evolution. Science 313, 803–807.

Kutzbach, J. E., and Liu, Z. (1997): Response of the African monsoon to orbital forcing and ocean feedbacks in the middle Holocene. Science 278, 440-444.

Kutzbach, J. E. Monsoon climate of the early Holocene: Climate experiment with the Earth's orbital parameters for 9000 years ago. Science 214, 59-61 (1981)

Laity, J. J. (2009): Deserts and Desert Environments. John Wiley & Sons.

Lézine, A.-M., Hély, C., Grenier, C., Braconnot, P. & Krinner, G.. (2011): Sahara and Sahel vulnerability to climate changes, lessons from Holocene hydrological data. Quaternary Science Reviews 30, 3001–3012.

Lézine, A.-M. (1989): Late quaternary vegetation and climate of the Sahel. Quaternary research 32, 317–334.

Lézine, A.-M. (2007): in Encyclopedia of Quaternary Science (Elias, S. A.). Elsevier, 2681–2699.

Ma, J. F. & Yamaji, N. (2006): Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends in Plant Science 11, 392–397.

Mercuri, A. M. (2008): Human influence, plant landscape evolution and climate inferences from the archaeobotanical records of the Wadi Teshuinat area (Libyan Sahara). Journal of Arid Environments 72, 1950– 1967.

Magnavita C., Kahlheber S., Eichhorn B. (2004): The rise of organisational complexity in mid-first milleniumBC Chad basin. Antiquity 78, 1–17.

Neumann, K. (1993): Holocene prehistoric economies in the Eastern Sahara and their impact on vegetation, In: Geoscientific research in Northeast Africa International conference, Geoscientific research in Northeast Africa, 609-614.

Neumann, K. (2003): The late emergence of agriculture in Sub-Saharan Africa:archeobotanical evidence and ecological considerations. Africa Praehistorica 15, 71-92.

Nicoll, K. (2004): Recent environmental change and prehistoric human activity in Egypt and Northern Sudan. Quaternary Science Reviews 23, 561–580.

Nicholson, S. E. (1978): Climatic variations in the Sahel and other African regions during the past five centruries. Journal of Arid Environments 1, 3-24.

Neumann, K., Fahmy, A., Lespez, L., Ballouche, A. & Huysecom, E. (2009): The Early Holocene palaeoenvironment of Ounjougou (Mali): Phytoliths in a multiproxy context. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 276, 87–106.

Piperno, D. R. (2006): Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists. AltaMira Press.

Prychid, C. J., Rudall, P. J. & Gregory, M. (2003): Systematics and Biology of Silica Bodies in Monocotyledons. The Botanical Review 69, 377–440.

Ritchie, J. C. (1994): Holocene pollen spectra from Oyo, northwestern Sudan: problems of interpretation in a hyperarid environment. The Holocene 4, 9–15.

Ritchie, J. C. & Haynes, C. V. (1987): Holocene vegetation zonation in the eastern Sahara. Nature 330, 645–647.

Riemer, H. Riemer, H. (2003): The Re-‘conquest’ of the Great Sand Sea. In: Z. Hawass & L. Pinch Brock (eds.) Egyptology at the Dawn of the Twenty-first Century: Proceedings of the Eighth International Congress of Egyptologists, Cairo.

Strömberg, C. A. E. (2004): Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the great plains of North America during the late Eocene to early Miocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 207, 239–275.

Suková, L. (2006): Zapomenutá poušť In: Pražské egyptologické studie s. 1-16.

Tanno, K.-I. & Willcox, G.. (2006): How fast was wild wheat domesticated? Science 311, 1886.

Vavilov, N. I. & Freier, F. (1951): Studies on the origin of cultivated plants.

Walker, M. J. C. et al. (2012): Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). J. Quaternary Sci. 27, 649–659.

Wasylikowa, K. et al. (1995): Archaeobotany of the early neolithic site E-75-6 at Nabta Playa, Western Desert, South Egypt (Preliminary results). Acta Palaeobotanica 35, 133–155.

Weiss, E., Kislev, M. E. & Hartmann, A. (2006): Autonomous Cultivation Before Domestication. Science 312, 1608–1610.

Weiss, E. & Zohary, D. (2011): The Neolithic Southwest Asian Founder Crops: Their Biology and Archaeobotany. Current Anthropology 52, S237–S254.

Wendorf. F. (1977): Late Pleistocene and recent climatic changes in the Egyptian Sahara. Geographical Journal London.

Wendorf, F. et al. (1992): Saharan exploitation of plants 8,000 years BP. Nature 359, 721–724.

Willcox, G. (2005): The distribution, natural habitats and availability of wild cereals in relation to their domestication in the Near East: multiple events, multiple centres. Veget Hist Archaeobot 14, 534–541.

Willcox, G., Fornite, S. & Herveux, L. (2008): Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria. Veget Hist Archaeobot 17, 313–325.

Williams, M. A. J. (2009): Late Pleistocene and Holocene environments in the Nile basin. Global and Planetary Change 69, 1–15.

Wendorf, F., Schild R. (2001): „Conclusion“, in: Fred Wendorf – Romuald Schild et al., Holocene Settlement of the Egyptian Sahara, Volume I, The Archaeology of Nabta Playa, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers,648–675.

Wetterstrom, W. (1993): Foraging and farming in Egypt: the transition from hunting and gathering to horticulture in the Nile Valley in Shaw, T., Sinclair, P., Anhad, B and Okpoko, A. ed. The archeology of Africa: food, metals and towns. 165-226. London, Routledge.

Wendrich, W. (2005): Egypt’s earliest granaries: evidence from the Fayum. Egyptian archeology 27, 12-15.

Zhao, Z. & Piperno, D. R. (2000): Late Pleistocene/Holocene Environments in the middle Yangtze River Valley, China and rice (oryza sativa L.) domestication: The phytolith evidence. Geoarchaeology 15, 203–222.