

6. TAFONOMICKÁ ANALÝZA

Už od sedemdesiatych rokov minulého storočia je známe, že na rekonštrukciu pravekých poľnohospodárskych praktík a postupov nie je možné vzorky rastlinných makrozvyškov z archeologických lokalít porovnávať priamo (Dennel 1974, 1976; Hillman 1984). Najskôr je potrebné charakterizovať tafonomické procesy, ktoré viedli k ich vzniku (cf. van der Veen 1992, 81–82, tu aj ostatná literatúra). Do úvahy treba brať 1. spôsob uchovania rastlinných zvyškov (zuhoľnatením, mineralizáciou alebo vo vode), 2. spôsob formovania archeologického sedimentu a 3. fázu procesu spracovania plodín.

Rastlinné makrozvyšky z pravekých archeologických lokalít na Slovensku sú takmer výhradne zuhoľnatené. Konštatovanie, že vznikli tým, že sa dostali do styku s ohňom, sa môže zdať príliš triviálne, ale výskum okolností ako, kedy a kde rastlinné zvyšky zhoreli a čo viedlo k ich uloženiu v archeologickom sedimente sú podstatné pre pochopenie archeologickej informácie, ktorú archeologické rastlinné makrozvyšky v sebe nesú.

Pre obdobie mladšieho praveku, teda aj pre dobu bronzovú, je charakteristické, že na miestach pobytu človeka sa vyskytoval intenciálne založený oheň. Popol a uhlíky, ktoré vznikali, bolo potrebné niekam uložiť (odstrániť). Najčastejšie končili na hromadách odpadkov, ktorých časť sa mohla rozptýliť po osídlenej ploche, časť sa mohla zmiešať s iným organickým odpadom, alebo mohla byť ako hnojivo vnesená na polia. Existuje veľa spôsobov manipulácie s odpadom, ale aspoň časť z neho ostávala priamo na sídlisku. Tieto zvyšky mohli byť premiestnené vetrom, vodou, zvieratami alebo ľuďmi (zametanie). Spôsob, akým sa zuhoľnatené rastlinné zvyšky stali súčasťou archeologickej vrstvy/objektu, výrazne ovplyvňuje ich výslednú hustotu na liter sedimentu. Tá závisí najmä od toho, či 1. zhoreli na mieste uskladnenia alebo manipulácie plodín a zachovali sa v danej štruktúre, 2. takto zhorené zásoby/odpady boli zámerne premiestnené na miesto depozície, alebo 3. boli na miesto depozície premiestnené náhodne a po častiach.

Opísaným spôsobom sa formujú nielen archeobotanické, ale aj iné archeologické kontexty. Prvé predstavujú výsledok jedinej udalosti (tzv. *single event context*). Príkladom na jedinú udalosť môže byť požiar sýpky či domu, kde bola uskladnená časť úrody, alebo zhorenie obilia sušiaceho sa v peci. Pokiaľ ostanú tieto nálezové situácie neporušené (*in situ*), súbory rastlinných zvyškov z nich odobrané dosahujú veľkú hustotu nálezov na liter sedimentu. Pri správne zvolenom spôsobe odobratia vzoriek majú práve takéto kontexty vysokú vypovedaciu hodnotu. Takéto nálezové situácie sú však na archeologických lokalitách zriedkavé. Príkladom na druhý typ kontextov môže byť vhoďenie zhorenej zásoby obilia, ktoré sa sušilo v peci, do odpadovej jamy alebo vhoďenie zvyškov zhorenej sýpky do priekopy, čo ohradzuje sídlisko. Najbežnejší je však tretí typ kontextov, ktoré vznikali dlhší čas a pôsobením viacerých činiteľov (napr. človek, erózia, bioturbácia). Príkladom je postupné zaplňanie depresie po už neexistujúcej stavbe alebo nefunkčnej sídliskovej jamy. Tu môžu samostatne alebo spolu pôsobiť erózia (splavenie/nafúkanie uhlíkov a zhorených semien spolu so sedimentom z plochy sídliska) a človek (postupné zasýpanie sídliskovým odpadom). Objekt je otvorený dlhší čas, a preto je pravdepodobné, že príde vplyvom vetra, vody, činnosti zvierat a iných procesov k degradácii a kontaminácii organického materiálu (fragmentácia, rozklad, odnos, premiešanie...). Takto vzniknuté archeobotanické súbory majú spravidla nižšiu hustotu nálezov na liter sedimentu a pri ich interpretácii treba pamätať na ich možný rôznorodý pôvod⁶⁴.

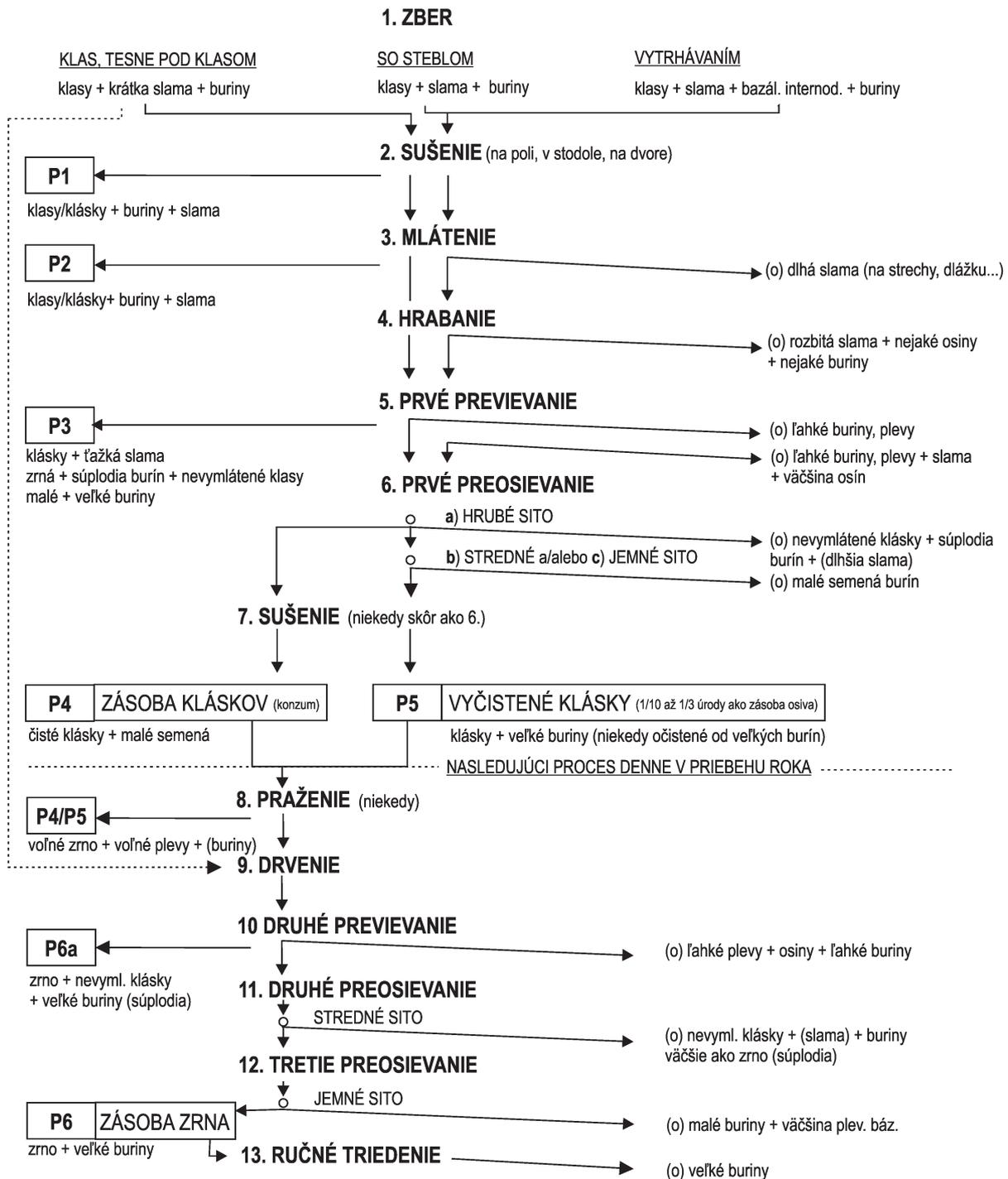
Informácia o hustote nálezov v jednotlivých vzorkách z doby bronzovej na Slovensku je tam, kde ju bolo možné vypočítať (t. j. bol známy pôvodný objem nepreplavenej vzorky), uvedená v tabuľkách v prílohe.

V predchádzajúcej kapitole som ukázala, že najčastejšími rastlinnými zvyškami na archeologických lokalitách z doby bronzovej na Slovensku sú, podobne ako z iných období aj iných území, práve zvyšky obilnín, strukovín a planorastúcich druhov (burín), ktoré s nimi rástli na poliach. Takmer identické zloženie archeobotanických vzoriek z rôznych období a území nasvedčuje, že odrážajú limitovaný počet aktivít/činností. V nespočetnom rade štúdií bolo jasne preukázané, že predstavujú takmer výhradne zvyšky z pozberovej úpravy plodín. Veľmi nízky počet nálezov pochádza z iných aktivít – zberu ovocia, manipulácie zo senom a pod.

G. Hillman (1984) a G. Jones (1984, 1990) jasne ukázali, že v tradičnom poľnohospodárstve sú spôsoby pozberovej úpravy obilnín a strukovín značne obmedzené (limitované) a že „...*though the details may vary and, in particular, the implements used, the processing stages remain essentially the same and so, more importantly, do the effects on composition*“⁶⁵ (G. Jones 1984, 46). Ich argumentácia vychádza z uniformitarianistického princípu, ktorý predpokladá, že technológie dostupné v praveku sa od technológií používaných v tradičnom (nemechanizovanom) poľnohospodárstve nelíšili a že sa nezmenil ani postoj človeka k účelu pozberovej úpravy plodín. Tento predpoklad je doložený aj novšími etnografickými štúdiami, ktoré ukazujú len veľmi malé odchýlky (cf. Fuller/Harvey 2006).

⁶⁴ Druhý a tretí typ kontextov sa tradične označuje ako tzv. *multiple events contexts*.

⁶⁵ „...hoci sa v detailoch odlišujú, najmä v type použitého náradia, fázy postupu úpravy ostávajú v podstate rovnaké. Čo je však dôležitejšie, je ich rovnaký vplyv na zloženie [odpadov a produktov z jednotlivých fáz pozberovej úpravy].“ Preklad a poznámka v [] M. H.



Obr. 6.1. Proces pozberovej úpravy plevnatých pšeníc. Legenda: 1-13 – kroky jednotlivých fáz pozberovej úpravy, P1-P6 – medziprodukty a produkty (potenciálne zásoby), o – odpady, (podľa Hillmann 1984, fig. 4, upravené).

Na získanie čistého produktu musí pozbieraná úroda prejsť procesom úpravy s viacerými fázami, v ktorých sa tvoria (medzi)produkty a odpady (obr. 6.1.). U nahozrnových obilnín a u strukovín je tento proces päťfázový:

zber	pozbierať úrodu z poľa
mlátenie	uvoľniť zno z klasov
previevanie	odstrániť ľahké plevy, kúsky slamy a ľahké semená burín
hrubé preosievanie	odstrániť súplodia burín, nevymlátené klasy a kolienka slamy
jemné preosievanie	odstrániť malé semená zo zásoby zrna alebo kláskov (ak sú tieto určené na výsev)

U plevnatých pšeníc pristupujú pri úprave zrna na konzum (nie na výsev⁶⁶) po hrubom (niekedy po jemnom) preosievaní prídavné kroky na odstránenie pliev pevne zvierajúcich zrno:

<i>praženie</i>	spôsobiť, aby sa plevy stali krehkými
<i>drvenie</i>	spôsobiť, aby sa zrno uvoľnilo z pliev
<i>druhé previevanie</i>	odstrániť ľahké plevy a ľahké semená burín
<i>druhé hrubé preosievanie</i>	odstrániť súplodia burín, nevymlátené klásky a slamu
<i>druhé jemné preosievanie</i>	odstrániť plevy a malé semená

Produkty, medziprodukty a odpady je možné charakterizovať na základe ich zloženia – napríklad na základe pomerov zrn, pliev a burín. Niektoré z medziproduktov a odpadov existujú len veľmi krátko – hneď sú spracované ďalej, alebo sú zmiešané s inými. Niektoré existujú dlhšiu dobu a môžu prísť do kontaktu s ohňom (napríklad sú dlhodobo uskladnené, alebo sa sušia v peci), a tak majú väčšiu šancu sa zachovať. Patria medzi ne:

odpad z previevania,
 odpad z hrubého preosievania,
 odpad z jemného preosievania,
 produkt z jemného preosievania (výsledný čistý produkt).

Je teda zrejmé, že proces pozberovej úpravy plodín pôsobí ako filter na pôvodné zloženie pozbieranej úrody a je pri tafonomickej analýze najdôležitejší. Aby sa pri hodnotení archeobotanických súborov porovnávalo porovnateľné, je potrebné zistiť, z ktorých fáz úpravy plodín jednotlivé vzorky pochádzajú, či predstavujú odpady, alebo produkty a či predstavujú počiatočné, alebo konečné fázy procesu úpravy.

Aby som zistila, ktorú fázu úpravy plodín hodnotené vzorky z doby bronzovej reprezentujú, podrobím ich v tejto kapitole sérii analýz. Na správne stanovenie pôvodu archeobotanických vzoriek a na spätnú kontrolu použijem viaceré metódy. Prvá a druhá sú založené na relatívnom zastúpení hlavných komponentov – zrn, pliev a semien burín. Tretia pracuje s relatívnym zastúpením kategórií semien burín vygenerovaných na základe ich aerodynamických vlastností a správania v procese pozberovej úpravy plodín. Štvrtá kombinuje princípy aplikované v prvých troch metódach.

6.1. Metóda 1 – Podiely hlavných komponentov vo vzorkách

Táto metóda je založená na pomernom zastúpení hlavných komponentov vo vzorkách – pliev, zrn a semien burín (cf. *Hillman 1981*). Vo vzorkách, ktoré obsahujú dostatočný počet nálezov (minimálne 50),⁶⁷ sa zisťujú tri pomery.

Prvý pomer (p_1) vyjadrujem podielom

$$p_1 = \frac{N_{pb}}{N_z}$$

kde N_{pb} je počet plevných báz a N_z je počet zrn *plevnatých pšeníc* (v prípade, že N_z sa rovná 0, za N_z dosadíme 1). Pri interpretácii sa zohľadňuje skutočnosť, že klas pšenice špaldovej aj dvojrzbovej sa skladá z kláskov, pozostávajúcich z dvoch (báz) pliev a dvoch zrn⁶⁸. Preto ak je p_1 približne rovné 1, vo vzorke sú celé klasy alebo zásoba z vymlátených burín zbavených kláskov. Skladovanie rozbitých kláskov (tzv. zásoba na plevách) je bežnou praxou v regiónoch s vlhkou klímou (cf. *M. Hajnalová/Dreslerová 2010*). Ak je p_1 signifikantne vyššie ako 1 (vo vzorke je viac pliev ako zrn), vzorka pravdepodobne reprezentuje odpady z jemného preosievania. Jemné preosievanie je jednou z posledných fáz spracovania plevnatých pšeníc, ktorá sa často robí až tesne pred konzumáciou. Ak je p_1 omnoho nižšie ako 1 (vo vzorke je viac zrn ako pliev), pravdepodobne ide o vyčistenú zásobu obilia. U pšenice jednozrbovej sa postupuje rovnako. Keďže má v klásku na dve plevy len jedno zrno, vychádza sa z pomeru 2:1 ($p_1 = 0,5$).

Druhý pomer p_2 vyjadrujem podielom

$$p_2 = \frac{N_{ri}}{N_z}$$

⁶⁶ Plevnaté pšenice sa vysievajú v kláskoch. Kláskové plevy ich počas skladovania chránia proti škodcom a znehodnoteniu (cf. *Nesbitt/Samuel 1996; Hajnalová/Dreslerová 2010*, 170).

⁶⁷ Toto číslo sme stanovili arbitrárne.

⁶⁸ U pšenice špaldovej sa niekedy vyskytnú v klase aj klásky s tromi zrnami či s jedným zrnom, väčšinou sú však dvojrzbové.

kde N_{ii} je počet článkov klasového vretena a N_z je počet zŕn *nahozrnových pšeníc a jačmeňa*⁶⁹ (v prípade, že N_z sa rovná 0, za N_z dosadíme 1). U šesťradového jačmeňa sa nachádzajú tri zrná na jednom klasovom vretene, u pšenice siatej sú to dve zrná až päť zŕn, najčastejšie však tri. Ak je p_2 približne rovné 0,3, znamená to, že vo vzorke boli ešte nevymlátené klasy. Číslo omnoho vyššie (vzorka s dominanciou klasových vretien) znamená, že vo vzorke sú odpady z počiatkových fáz spracovania – previevanie, prípadne hrubé preosievanie. Číslo nižšie ako 0,3 (dominancia zrna) znamená, že vo vzorke je produkt zbavený pliev – zásoba obilia.

V treťom pomere sa vyhodnocuje počet semien burín N_b k počtu všetkých semien pestovaných rastlín N_z (obilných zŕn alebo semien strukovín, ak sú vo vzorke prítomné najmä tieto). Vyjadrujem ho podielom

$$p_3 = \frac{N_b}{N_z}$$

Ak je p_3 menšie ako 0,5 (minimálne dvakrát viac semien pestovaných rastlín ako burín), vo vzorke je pravdepodobne vyčistený produkt (zásoba), a ak je p_3 omnoho vyššie ako 0,5, sú to odpady z čistenia plodín. Ak je vo vzorke približne rovnaké množstvo plodín aj burín (p_3 je v rozmedzí 0,5–1), vzorky nie je možné jednoznačne interpretovať. Môžu predstavovať napríklad zhorenú pozbieranú, no zatiaľ nespracovanú úrodu, alebo vzorku, ktorá vznikla zmiešaním produktov a odpadov z viacerých fáz úpravy plodín a pod.

6.1.1. Použitie metódy 1

Pre hodnotenie výsledkov jednotlivých pomerov v súbore vzoriek z doby bronzovej som použila vzorky s celkovým počtom nálezov vyšším ako 50 (resp. 20)⁷⁰. Podiel som nepočítala, keď bolo vo vzorke menej ako 10 nálezov daného druhu (tab. 6.1.). Tieto podmienky splnilo 131 (resp. 166) vzoriek.

Vzorky majú zmiešaný charakter. Často obsahujú zmes viacerých plevnatých a nahozrnových obilnín a v niekoľkých prípadoch prístupujú strukoviny a ľaničník. Bližšie neurčiteľné zrná a plevy obilnín som pred výpočtom podielov priradila v pomere k plodinám vyskytujúcim sa vo vzorkách (pozri kap. 3.4.2.).

Je dôležité upozorniť na to, že časti obilných klasov reagujú špecificky na rozdielne podmienky v procese horenia, čo môže výrazne ovplyvniť vypočítané hodnoty pomerov. S. Boardman a G. Jones (1990) v experimente ukázali, že:

- články klasového vretena nahozrnových obilnín (pšenice siatej a jačmeňa) zhoria ako prvé a zvyčajne bezo zvyšku,
- plevy plevnatých pšeníc (jednozrnky, dvojzrnky a špaldy) sú odolnejšie, ale v určitých podmienkach zhoria i napriek tomu, že ich zrná sa zachovávajú,
- obilné zrná sa zachovávajú vždy prinajmenšom tak dobre ako plevy.

Z toho vyplýva, že 1. absencia článkov klasového vretena a pliev plevnatých pšeníc neznamená, že v pôvodnom materiáli neboli prítomné; 2. ich prítomnosť v zuhoľnatenom materiáli dokazuje, že v pôvodnom materiáli prítomné boli; 3. ich dominancia vo vzorke nemôže byť výsledkom tafonomických procesov, a preto nasvedčuje tomu, že prevládali aj v pôvodnej vzorke.

6.1.2. Výsledky metódy 1

Podiel 1

Dve tretiny vzoriek (63 z 97) malo hodnotu p_1 nižšiu ako 1 (resp. 0,5). To znamená, že vo vzorkách boli zastúpené najmä zásoby kláskov (19 vzoriek) a zásoby vyčisteného zrna (44 vzoriek). V tejto skupine je aj 18 vzoriek, o ktorých nie je s istotou možné rozhodnúť, či reprezentujú zásobu odplevených zŕn alebo zvyšok zásoby kláskov, ktorých plevy (takmer úplne) zhoreli. Len v 16 vzorkách boli prítomné odpady.

V zásobách sú prítomné všetky tri plevnaté pšenice. V staršej a strednej dobe bronzovej sú to najmä jednozrnka a dvojzrnka (v menšej miere sa vyskytuje aj špalda). Vo vzorkách zo Zemianskeho Podhradia sú to najmä jednozrnka a špalda a v ostatných vzorkách z mladšej a neskorej doby bronzovej najmä špalda.

⁶⁹ Plevnatý jačmeň má plevy tak tesne prirastené k zŕnu, že sa nikdy nedá dokonale odpleviť a spracováva sa rovnako ako nahozrnové obilniny (pšenica siata a raž).

⁷⁰ Pre porovnanie s prácami podobného charakteru však uvádzam aj vzorky s celkovým počtom nálezov nižším ako 50, ale vyšším ako 20.

Celkovo je výsledok zo vzoriek s viac ako 50 nálezmi možné zhrnúť takto:

<i>vyčistené odplevené zrno (P6)*</i>	Malé Kosihy (2)**, Hoste (5), Včelince (3), Spišský Štvrtok (1), Zemianske Podhradie (26), Ilija-Sitno (2), Jasovská jaskyňa (1), Hajná Nová Ves (1), Ludanice (2), Zemplínske Kopčany (1)
<i>vyčistené zrno/zásoba kláskov (P4, P5 alebo P6)</i>	Včelince (4), Zemianske Podhradie (10), Ilija-Sitno (1), Horný Vadičov (3)
<i>zásoba kláskov (P4 alebo P5)</i>	Veľký Kýr (1), Hoste (3), Včelince (2), Zemianske Podhradie (9), Hajná Nová Ves (1), Horný Vadičov (3)
<i>Klásky/Odpady (P4, P5/o10-12)</i>	Včelince (1), Zemianske Podhradie (1), Ilija Sitno (1)
<i>Odpady (o10-12)*</i>	Včelince (4), Zemianske Podhradie (2), Nižná Myšľa (1), Veľké Zálužie (1), Partizánske (1), Veľká Lomnica (1), Dolný Kubín (1), Nitra-Mostná ul. (1), Hajná Nová Ves (1)

**(P) a (o), produkty a odpady, podľa obr. 7.1., ** čísla v zátvorke predstavujú počet vzoriek z danej lokality.*

Podiel 2

Takmer všetky vzorky (84 z 95), v prípade ktorých sa mohol tento podiel počítať, mali hodnotu p_2 nižšiu ako 0,3. To znamená, že v nich bolo vyčistené a odplevené zrno pšenice siatej a (alebo) jačmeňa. Ostatných 11 vzoriek sa klasifikovalo takto: Dve predstavujú odpady z previevania pšenice siatej (pre interpretáciu tohto nálezu pozri nižšie) a deväť je možné interpretovať ako celé nevymlátené klasy alebo ako slabo vyčistenú zásobu.

<i>Vyčistené odplevené zrno (P5)**</i>	Veľký Kýr (1), Hoste (5), Včelince (8), Spišský Štvrtok (1), Zemianske Podhradie (55), Ludanice (1), Ilija-Sitno (5), Bratislava-Devín (1), Hajná Nová Ves (3), Horný Vadičov (3)
<i>Slabo vyčistená zásoba/Celé klasy (P1-P4*)</i>	Zemianske Podhradie (3), Včelince (1), Hoste (1), Nižná Myšľa (1), Hajná Nová Ves (1),
<i>Celé nevymlátené klasy (P1-2)</i>	Včelince (1), Partizánske (1)
<i>Odpady (o 5)</i>	Hoste (2)

**(P) a (o), produkty a odpady, podľa obr. 7.1., P5* a P4*, u nahozrnových obilnín nie sú v zásobách P3-P5 prítomné plevy, **čísla v zátvorke predstavujú počet vzoriek z danej lokality.*

Podiel 3

Vzorky väčšinou obsahujú viac ako dva typy plodín, preto je problematické tento podiel interpretovať. Okrem spomínaných pšeníc a jačmeňa pristupuje od strednej doby bronzovej proso a od neskorej doby bronzovej sa vo väčšom počte pridružujú aj strukoviny. Je preto ťažké stanoviť, s ktorou plodinou sú buriny spojené.

Tri štvrtiny vzoriek (99 zo 131) obsahujú omnoho viac obilných zŕn, prípadne semien strukovín alebo ľaničníka, než burín. Tieto vzorky reprezentujú vyčistené alebo čiastočne vyčistené zásoby. Vzorky, v ktorých dominujú semená burín (t. j. tvoria min. 70 % danej vzorky) a ktoré reprezentujú odpady z úpravy plodín, sú v menšine (11 vzoriek). Interpretácia vzoriek, kde je počet semien burín približne rovný počtu semien pestovaných rastlín (21 vzoriek), je nejednoznačná. Môžu predstavovať zle vyčistené zásoby, kuchynské odpady alebo rôzne premiešané odpady a produkty.

<i>Čisté zásoby (P5, P5*, P6, P6*)</i>	Zemianske Podhradie (68), Malé Kosihy (2), Veľký Kýr (1), Hoste (6), Včelince (1), Jelšovce (1), Partizánske (1), Ilija-Sitno (5), Kysucké Nové Mesto (1), Ludanice (1), Bratislava-Devín (1), Dolný Kubín (1), Hajná Nová Ves (1), Jasovská jaskyňa (1), Horný Vadičov (3), Zemplínske Kopčany (1)
<i>Odpady (o5-13)</i>	Včelince (8), Veľké Zálužie (1), Veľká Lomnica (1), Nitra-Mostná ul. (1)
<i>Kuchynské odpady/Sekundárne premiešané/Zle vyčistené zásoby...</i>	Hoste (2), Včelince (8), Lozorno (1), Zemianske Podhradie (3), Ludanice (2), Hajná Nová Ves (5), Nižná Myšľa (1)

V obilnej jame z Hostí boli *in situ* nájdené celé, ešte nevymlátené klasy (*E. Hajnalová 1989b*, obr. 1–4). Vo výsledkoch tejto metódy tri vzorky indikujú vyčistené odplevené zrno, dve zásobu klasov (kláskov) a jedna odpady zo spracovania. Takýto skreslený obraz je pravdepodobne výsledkom poškodenia vzoriek pri transporte. Materiál na analýzu sa u časti vzoriek odoberal z vriec naplnených zuhoľnateným materiálom až po prevoze, počas ktorého sa rozlámal a prirodzene vyselekoval. Menšie a ťažšie častice (plevy a buriny) klesli na dno masy vzorky, ťažšie a väčšie klásky ostali v strede jej objemu a najľahšie, pliev zbavené zrná ostali na povrchu vzorky. Pozri tiež metódu 4.

6.1.3. Zhrnutie použitia metódy 1

Veľká väčšina skúmaných vzoriek predstavuje zvyšky zásob obilnín a strukovín. Plevnaté pšenice boli uskladnené v kláskoch (alebo klasoch) aj v odplevenom zrne. Nahozrnové pšenice a jačmeň vo vyčistenom zrne. Dve vzorky, ktoré indikujú uskladnenie nahozrnových obilnín v klasoch, sú založené len na malom počte nálezov. Vzorky zo zásoby celých, nevymlátených klasov z Hostí sa podľa tejto metódy klasifikovali rôzne, ako zásoba čistých zrn, zásoba kláskov/klasov aj ako zásoba odpadov.

Menšiu časť vzoriek predstavujú odpady z pozberovej úpravy plodín. Odpady z počiatočných fáz úpravy pšenice siatej a jačmeňa (previevania) chýbajú. Z ostatných typov odpadov dokážeme bližšie stanoviť len tie, ktoré pochádzajú z druhého previevania, prípadne druhého a tretieho preosievania plevnatých pšeníc. Ostatné odpady nevieme bližšie charakterizovať.

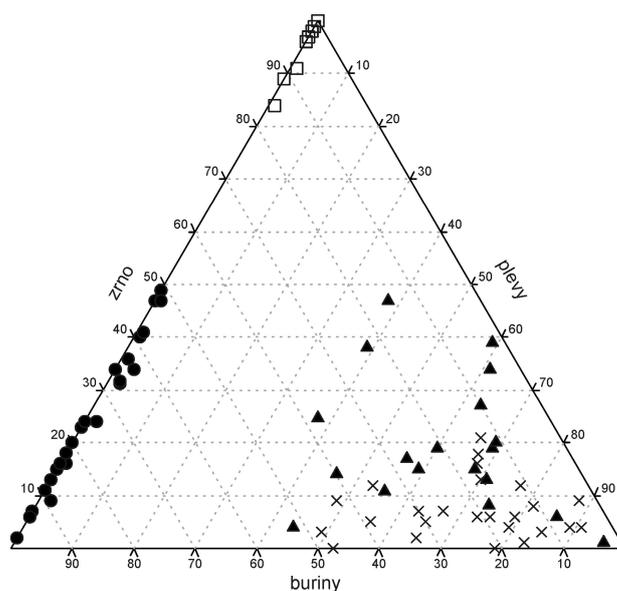
Niektoré zo vzoriek, najmä z tých s viacerými typmi plodín, sa touto metódou definovali pre jednotlivé plodiny rozdielne – napríklad ako zásoba prvej a zároveň odpad z druhej plodiny, prípadne celkovo ako zásoba/odpady a pod.

6.2. Metóda 2 – Percentuálne zastúpenie hlavných komponentov vo vzorkách

Druhá metóda vychádza tiež z výsledkov etnografickej štúdie a zohľadňuje percentuálne zastúpenie hlavných komponentov – zrn, pliev a burín – v odpadoch a produktoch z tých fáz pozberovej úpravy obilnín, ktoré sa v archeologickom materiáli zvyčajne dochovávajú najčastejšie (G. Jones 1990). Výsledky je možné vizualizovať v tzv. triangulárnom diagrame (obr. 6.2.). Na základe percentuálneho zastúpenia zrn a pliev nahozrných obilnín a burín v jednotlivých vzorkách sa podľa tohto modelu môžu vyčleniť štyri skupiny: 1. odpady z previevania (sú charakteristické najvyšším percentom pliev), 2. odpady z hrubého preosievania (podobne ako prvá skupina majú vysoké percento pliev a zároveň viac semien burín), 3. odpady z jemného preosievania (najvyššie percento semien burín) a 4. vyčistený, pliev aj burín zbavený produkt – zásoba (najvyššie percento zrn).

Problematická je klasifikácia zuhoľnatených vzoriek odpadov z previevania a hrubého preosievania, v ktorých sa plevy a ľahké semená burín nezachovali kvôli špecifickým podmienkam pri horení (Boardman/G. Jones 1990). Takéto vzorky, pomerne bohaté na semená burín, sa v tejto metóde potom pravdepodobne zaradia do skupiny odpadov z jemného preosievania.

Metóda je vhodná len pre nahozrnové obilniny – pšenicu siatu, pšenicu tvrdú a pšenicu nakopenú a jačmene. Ak sa v materiáli nachádzajú aj plevnaté pšenice, v súvislosti s jej uplatňovaním existuje viacero problémov (cf. G. Jones 1990; M. Hajnalová/Varsik 2010).



Obr. 6.2. Diagram znázorňujúci relatívne zastúpenie zrn, pliev a semien burín v produktoch a odpadoch v procese spracovania obilnín. Model vytvorený pre nahozrnové obilniny na základe etnografických dát z Amorgosu (podľa Jones 1990). Legenda: krížik – odpady z previevania, trojuholník – odpady z hrubého preosievania, krúžok – odpady z jemného preosievania, štvorec – vyčistený produkt.

6.2.1. Použitie metódy 2

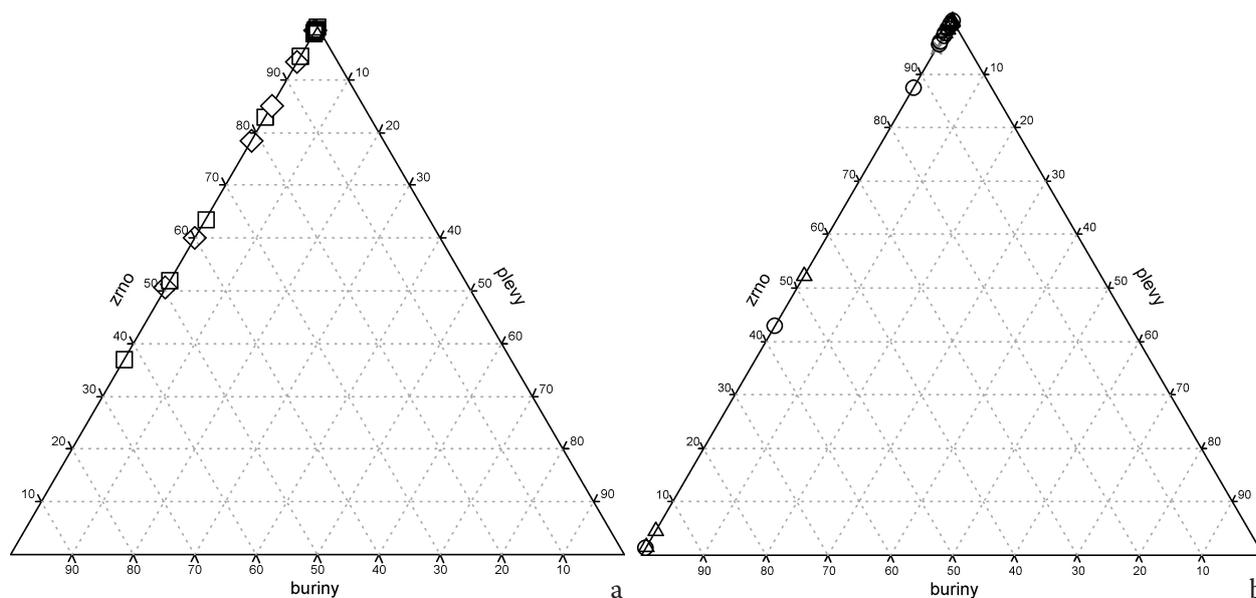
Kvôli možným problémom s použitím tejto metódy na materiáli zmiešaného charakteru – najmä s výskytom plevnätých pšeníc, som ju mohla aplikovať len na veľmi malú časť vzoriek. Použila som tie, v ktorých 90 % nálezov plodín predstavovali nálezy nahozrnových pšeníc alebo jačmeňa, a podobne ako v predchádzajúcej metóde som eliminovala všetky vzorky, v ktorých celkový počet nálezov neprevyšoval 50. Tieto kritériá splnilo 28 vzoriek (tab. 6.2.).

Zo zaujímavosti som túto metódu použila aj na plodiny, ktoré sa po zbere upravujú takmer identickým postupom ako nahozrnové obilniny – na proso, strukoviny a ľaničník. Plevám podobné odpady, ktoré v procese ich úpravy vznikajú, sú však veľmi krehké, horia bezo zvyšku a v archeologickom materiáli sa zvyčajne nezachytia. V modeli sa budú správať ako zuhoľnatené vzorky nahozrnových obilnín, v ktorých plevy zhoreli bezo zvyšku. Vyššie opísané kritériá splnilo 26 vzoriek – 3 vzorky ľaničníka, 12 vzoriek strukovín (tri vzorky hrachu, dve vzorky šošovice a sedem vzoriek bôbu konského) a 11 vzoriek prosa. Použitím údajov o pomere semien strukovín, prosa a ľaničníka a ich burín v jednotlivých vzorkách v podstate vizualizujeme časť výsledkov z metódy 1.

6.2.2. Výsledky metódy 2

Z grafického výstupu (obr. 6.3a.) je vidieť, že ani v jednej z vybraných vzoriek sa nevyskytli plevy nahozrnových obilnín. Na základe pomeru burín a obilných zŕn sa väčšina vzoriek nahozrnových obilnín klasifikuje ako zásoby (vzorky na vrchole a v hornej časti ľavej strany trojuholníka). Len dve vzorky pšenice satej a jedna vzorka jačmeňa sa klasifikujú ako odpady z jemného preosievania (vzorky v strede a v spodnej časti ľavej strany trojuholníka).

Podobne ako pomerne čisté zásoby sa klasifikovali aj vzorky ostatných plodín (obr. 6.3b.). Do skupiny odpadov z jemného preosievania patria len dve vzorky strukovín a tri vzorky prosa.



Obr. 6.3. Diagramy znázorňujúce relatívne zastúpenie zŕn, pliev a semien burín vo vzorkách s nahozrnovými obilninami z doby bronzovej na Slovensku. Legenda: a) □ – *Triticum aestivum*, *T. compactum*, ◇ – *Hordeum vulgare*, b) × – *Camelina sativa*, ○ – *Lens/Pisum/Vicia*, △ – *Panicum miliaceum*.

6.2.3. Zhrnutie použitia metódy 2

Hodnotené vzorky sa väčšinou klasifikovali ako zásoby pšenice satej, jačmeňa, prosa, ľaničníka a strukovín, v menšej miere ako odpady z jemného preosievania. Posudzovať bolo možné len malú časť materiálu – 11 %, resp. 24 % vzoriek. Výsledky potvrdzujú zistenia prvej metódy.

6.3. Metóda 3 – Fyzikálne vlastnosti semien burín

Tretia metóda, ktorú som použila na klasifikáciu – priradenie vzoriek k jednotlivým fázam procesu pozberovej úpravy, vychádza z výsledkov etnografickej štúdie a na rozdiel od predošlých metód pracuje s fyzikálnymi vlastnosťami *typov* semien burín (G. Jones 1984). Vychádza z princípu, že semená (burín) určitých fyzikálnych vlastností sa eliminujú

v rozdielnych fázach úpravy a na základe zastúpenia typov semien v archeobotanickej vzorke je spätne možné stanoviť, z ktorej fázy (fáz) vzorka pochádza.

Metóda má dve výhody: 1. pracuje s kategóriami (typmi) semien a nie s konkrétnymi druhmi rastlín, čo eliminuje problém výskytu rozdielnych druhov rastlín v etnobotanických alebo experimentálnych štúdiách a v archeologickom materiáli; 2. na rozdiel od metódy, ktorá pracuje s percentuálnym zastúpením hlavných komponentov a je vhodná len pre nahozrnové obilniny, prípadne strukoviny, je ju možné aplikovať aj pri klasifikácii vzoriek, ktoré obsahujú aj plevnaté pšenice, prípadne zmesi (G. Jones 1990).

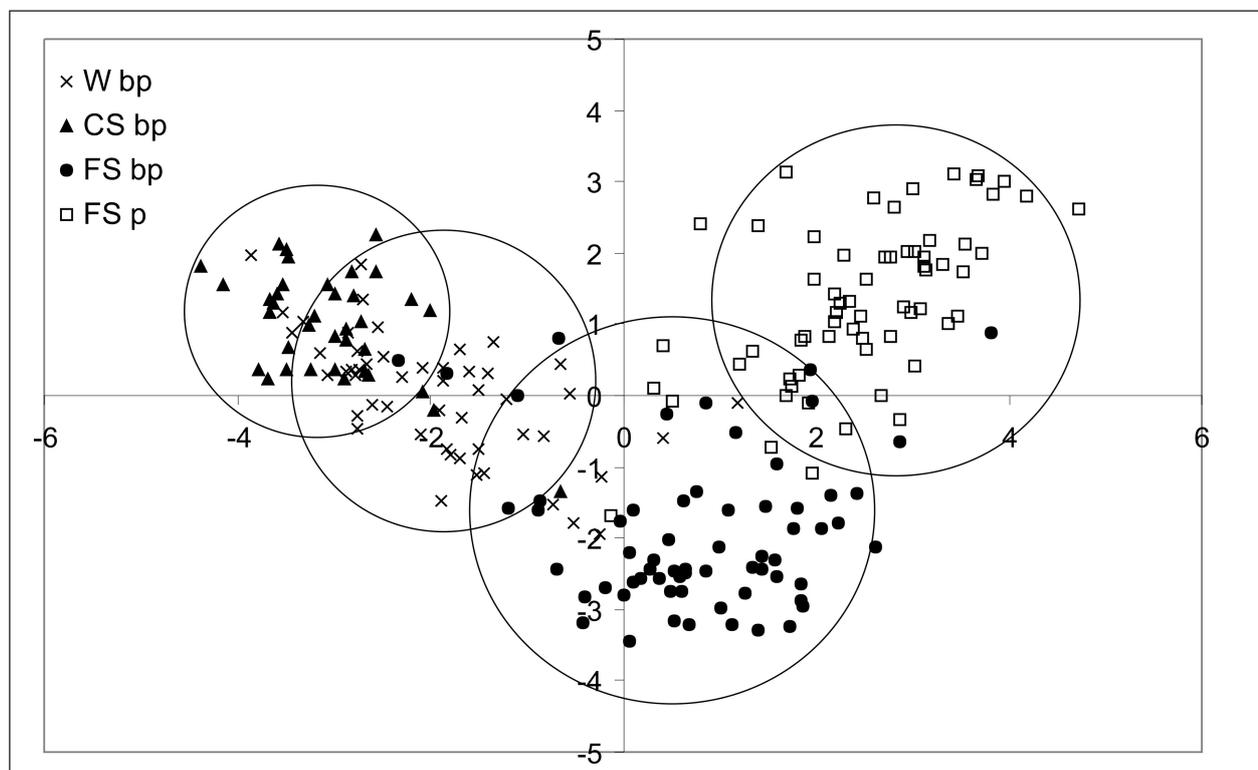
Kategórie typov semien burín, ktoré vytvorila G. Jones, vychádzajú z týchto charakteristík:

- veľkosť semien – má veľký význam najmä pre rozlíšenie vzoriek z jemného a hrubého preosievania; malé semená prepadnú cez jemné sito, kým veľké semená ostanú na site s plodinou (veľké/malé – *big/small*),
- tendencia zotrvať v súplodí počas mlátenia – má najväčší význam pre rozlíšenie odpadov z hrubého preosievania; súplodia (napr. bodliaky), klasy a iné zhluky, ktoré sa ani pri mlátení nerozpadajú, ostávajú na site, kým tzv. voľné semená cez sito prepadnú (v súplodí/voľné – *headed/free*),
- aerodynamika semien, ktorá v sebe zahŕňa veľkosť, tvar, ne-/prítomnosť lietacích zariadení (krídelká, papus...), sa spája najmä s previevaním – ľahké semená a semená s lietacími zariadeniami sú vetrom unášané a charakterizujú odpady z previevania (ťažké/ľahké – *heavy/light*).

G. Jones (1984) tieto vlastnosti skombinovala a vytvorila kategórie, kde sa prvé písmeno viaže k veľkosti, druhé k tendencii zotrvať v súplodí a tretie k aerodynamike, napríklad semená veľké/v súplodí/ťažké (BHH) a semená malé/voľné/ľahké (SFL). Všetky typy sú charakterizované v tab. 6.3. V jednotlivých fázach sa eliminujú takto:

<i>zber</i>	žiadne (prítomné sú všetky typy)
<i>mlátenie</i>	žiadne (prítomné sú všetky typy)
<i>previevanie</i>	SFL
<i>hrubé preosievanie</i>	SHL, SHH, BHH
<i>jemné preosievanie</i>	SFH
<i>ručné preberanie zásoby</i>	BFH

G. Jones zistila, že pri analýze takto upravených dát z etnografického výskumu je pomocou diskriminačnej analýzy možné úspešne vyčleniť skupiny vzoriek z jednotlivých fáz úpravy (G. Jones 1984), ako je to zobrazené na obr. 6.4.



Obr. 6.4. Diskriminácia skupín vzoriek z jednotlivých fáz spracovania s použitím etnografických dát z ostrova Amorgos, Grécko (pôvodné dáta G. Jones). Kružnice obkolesujú 90 % každej skupiny. Legendu: W bp – odpady z previevania, CS bp – odpady z hrubého preosievania, FS bp – odpady z jemného preosievania, FS p – konečný produkt z jemného preosievania (vyčistené zrno/strukoviny).

6.3.1. Použitie metódy 3

Metóda 3 nepracuje s informáciou o počte a type zvyškov pestovaných rastlín a nie je nutné, aby vzorky reprezentovali len fázy spracovania hodnotené v pôvodnom etnografickom modeli. Analýza je schopná rozlíšiť vzorky nezvyčajné, viacvýznamové alebo kontaminované (G. Jones 1987)⁷¹.

Pri selekcii vzoriek do tejto analýzy nie je nevyhnutné zohľadniť kritériá použité v iných štatistických metódach (napríklad prítomnosť minimálne 50 nálezov pestovaných rastlín vo vzorke, vzorky reprezentujúce len jeden typ plodiny a pod). Použila som preto všetky vzorky spĺňajúce jediné kritérium – museli obsahovať minimálne 11 zoholnatených semien burín určených do druhu alebo do kategórie, ktorá zahŕňala maximálne tri druhy daného rodu. V prípade, keď nebol taxón dostatočne detailne určený (napr. bol určený len do čeľade), bol z analýzy vylúčený. Semená druhov burín prítomných v archeologických vzorkách som klasifikovala podľa vyššie definovaných charakteristík (tab. 6.3). Stanovené kritériá splnilo 70 vzoriek.

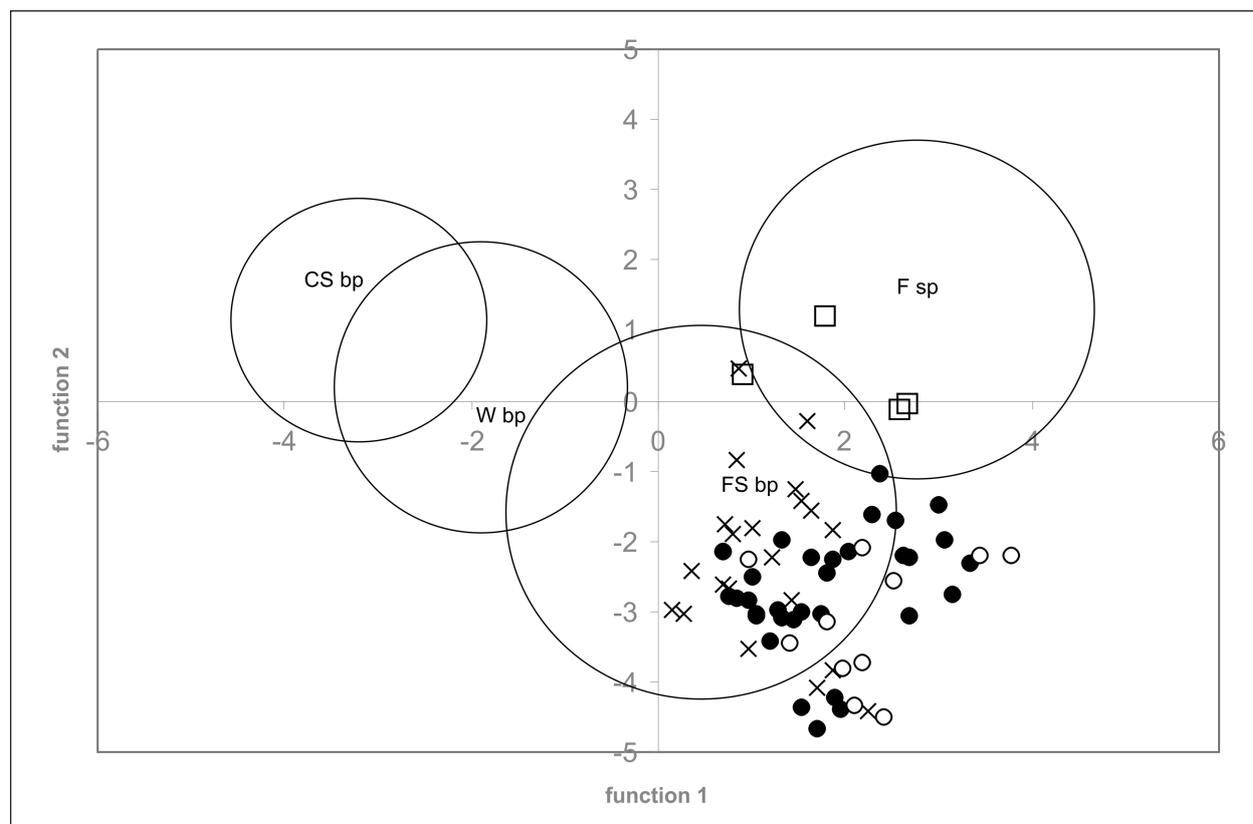
V diskriminačnej analýze sa z etnografických dát, ktoré slúžia ako kontrolné premenné (za poskytnutie pôvodných dát ďakujem G. Jonesovej a A. Bogaardovej), vygenerujú diskriminačné funkcie, ktoré sa následne použijú na klasifikáciu archeologických vzoriek (G. Jones 1984, 60).

6.3.2. Výsledky metódy 3

Diskriminačná analýza poskytuje tabuľkový aj grafický výstup. Klasifikácia každej vzorky, ktorá splnila kritériá, je uvedená v tab. 6.4. a grafický výstup je na obr. 6.5.

V tab. 6.4. je v prvom stĺpci klasifikácia danej vzorky, v druhom pravdepodobnosť tejto klasifikácie a v treťom stĺpci je v zátvorke druhá najpravdepodobnejšia klasifikácia.

Veľká väčšina vzoriek (45) zo Slovenska sa klasifikovala do skupiny odpadov z jemného preosievania (obr. 6.5.). Dvadsaťjeden vzoriek ako odpady z previevania a štyri vzorky ako konečný produkt (vyčistená zásoba). Avšak pre viac



Obr. 6.5. Klasifikácia archeologických vzoriek v diskriminačnej analýze, kde etnografické vzorky slúžia ako kontrolné premenné. Legenda: pozri obr. 7.2., plný krúžok – vzorky bohaté na semená pestovaných rastlín, prázdny krúžok – vzorky s nízkym počtom semien plodín.

⁷¹ „it is not necessary to assume at the onset that all archaeological samples are derived from one of the crop processing stages considered in this [the ethnographic] study. The analysis does recognize unusual samples, contaminated samples and samples of ambiguous status” (G. Jones 1987, 321, citované podľa van der Veen 1992, 86). „...hoci sa v detailoch odlišujú, týka sa to najmä použitého náradia, fázy spracovania ostávajú v podstate rovnaké a tak, čo je dôležitejšie, je rovnaký ich vplyv na zloženie [medziproduktov a odpadov z jednotlivých fáz procesu spracovania].“ Preklad a poznámka v [] M. H.

ako polovicu vzoriek (zo 70) je hodnota pravdepodobnosti klasifikácie do najpravdepodobnejšej skupiny menšia ako 0,1, a preto je jej klasifikácia (do tejto alebo hociktorej inej skupiny) bezvýznamná (Klečka 1980, 16). Tieto vzorky pravdepodobne pochádzajú z iných fáz, ako sú fázy zahrnuté v modeli, alebo predstavujú vzorky so zmiešanými produktmi/odpadmi z viacerých fáz. Sú medzi nimi všetky vzorky klasifikované ako odpady z previevania (21 vzoriek), 15 vzoriek odpadov z jemného preosievania a 1 vzorka vyčistených zásob. Časť z týchto vzoriek obsahuje málo semien pestovaných rastlín a predstavuje pravdepodobne zmiešané odpady z previevania s odpadmi z preosievania. Druhá časť obsahuje vysoký podiel pestovaných rastlín a predstavuje neúplne upravované alebo neupravované zásoby.

6.3.3. Zhrnutie použitia metódy 3

Výsledky tejto metódy naznačujú, že časť vzoriek predstavuje odpady z jemného preosievania obilnín a strukovín a časť vyčistené zásoby. Viac ako polovica vzoriek však pochádza z iných ako v modeli zahrnutých fáz a produktov spracovania. Ich klasifikácia (s veľmi nízkou, ale najväčšou pravdepodobnosťou) do skupín odpadov z previevania a odpadov z jemného preosievania indikuje, že vo vzorkách sú prítomné najmä typy burín, ktoré sa zvyčajne v týchto fázach eliminujú. Vysoký počet zvyškov pestovaných rastlín v časti z nich naznačuje, že by to mohli byť úplne nesppracované alebo len čiastočne spracované zásoby (napríklad zásoba pozbieraných klasov, vymlátené a nepreviate, prípadne previate, ale nepreosiate zásoby).

6.4. Metóda 4 – Podiel semien burín rôznych fyzikálnych vlastností

Skôr, ako pristúpim k charakteristike metódy, je potrebné opísať typy zásob, s ktorými sa môžeme stretnúť v archeologických vzorkách.

6.4.1. Typy zásob poľnohospodárskych produktov v archeologických vzorkách

Charakteru uskladnených zásob, ktoré sú na archeologických lokalitách zvyčajne zriedkavé, sa relevantné etnografické práce a z nich vyvinuté archeologické metódy venujú len okrajovo. Vo vyššie opísaných a použitých modeloch sú opísané len tri typy archeologicky zachytiteľných zásob. Prvú predstavujú zvyšky z poľa prinesenej nesppracovanej úrody, ktorá zhorela pri požiari na mieste sa sušiaco obilia (v snopoch alebo klasoch). Druhou je úplne vyčistená zásoba semien, zbavená pliev aj takmer všetkých semien burín, ktorá sa dochovala vďaka požiaru stavby alebo časti sídliska, kde bola uskladnená. V prípade uskladnenia plevnatých pšeníc sa uvažuje o treťom type, t. j. o uskladnení čiastočne vyčistenej zásoby kláskov, ktorá zhorela buď na mieste uskladnenia, alebo v peci počas sušenia či praženia.

Počet možných typov zásob je však viac. Niektoré sú len čiastočne spracované, iné spracované do vyššieho štádia. V nasledujúcom texte ich stručne predstavím a poukážem na rozdiely medzi nimi. Pri ich charakteristike vychádzam z článku G. Hillmana ktorý vo svojej práci uvádza, že menej spracované zásoby v sebe obsahujú tú časť materiálu (okrem semien plodín aj plevy a semená burín), ktorá sa v nasledujúcom procese eliminuje (Hillman 1984, Tab. 1). Túto charakteristiku som zapracovala už do schémy na obr. 6.1.

Zásoby rozdeľujem takto:

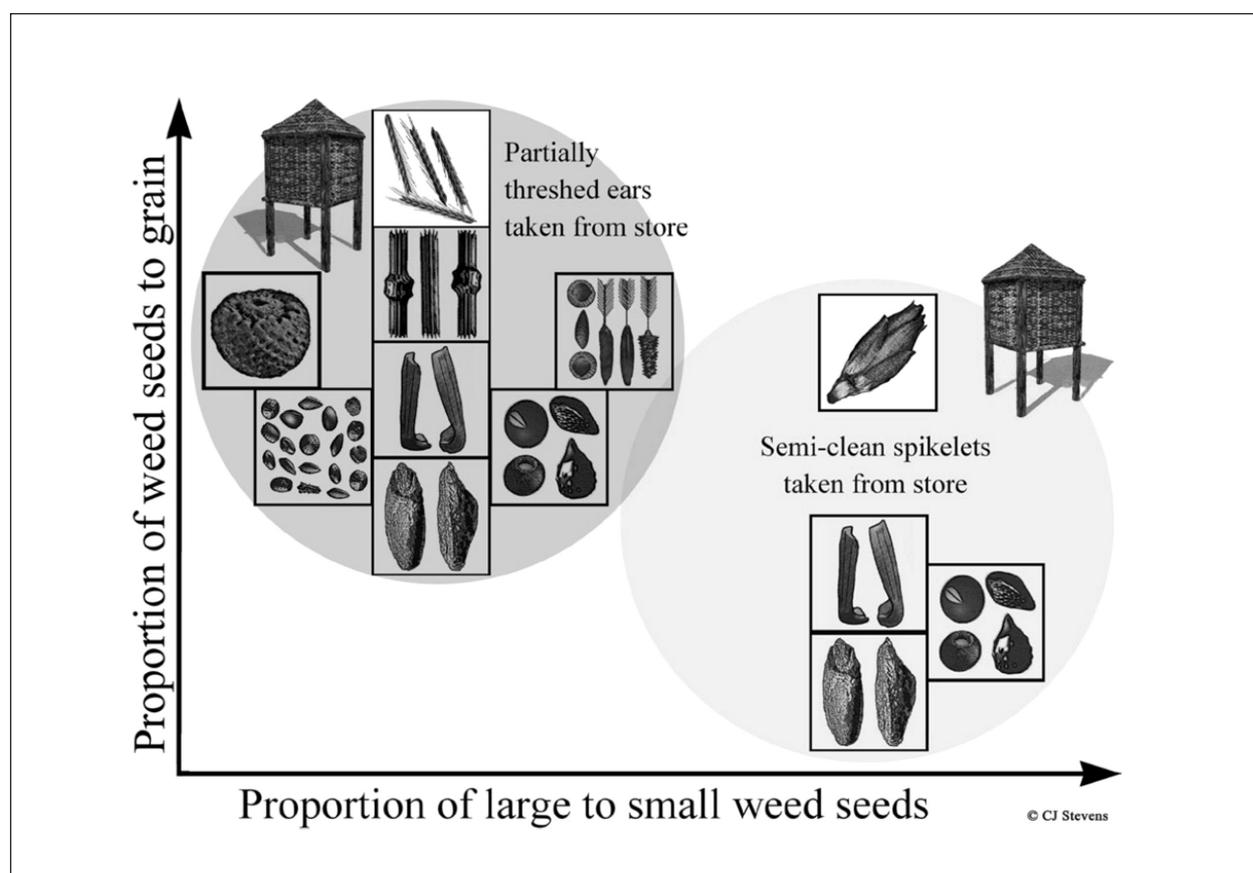
1. pozbieraná **nespracovaná zásoba** – celé snopy, celé nevymlátené klasy, obsahuje slamu, osiny, plevy, zrno, všetky typy burín (P1),
2. **vymlátená zásoba, pohrabaná, ale nepreviata** – obsahuje málo slamy, osiny, plevy zrno, všetky typy burín (P2),
3. **vymlátená, previata, ale nepreosiata zásoba** – obsahuje celé klásky plevnatých pšeníc [plevy a zrno v pomere], zrná nahozrnových obilnín, semená strukovín, z burín budú chýbať ľahké semená (P3),
4. **vymlátená, previata, cez hrubé sito (rešeto) preosiata zásoba** – obsahuje celé klásky plevnatých pšeníc [plevy a zrno v pomere], zrná nahozrnových obilnín, semená strukovín, z burín budú navyše chýbať semená s tendenciou ostať v súplodí (P4, P4“),
5. **vyčistená zásoba** nahozrnových obilnín, prosa a strukovín – vymlátená, previata nahrubo aj najemno preosiata – obsahuje zrná nahozrnových obilnín, semená strukovín, z burín budú prítomné len veľké semená porovnateľné s plodinou, chýbať budú malé a ťažké semená, veľké semená sa ručne vyberajú až tesne pred konzumáciou (P5“),
6. **čistočne vyčistená zásoba kláskov** plevnatých pšeníc – klásky takmer očistené od burín, t. j. nahrubo aj najemno preosiate (P 5),
7. zásoba kláskov plevnatých pšeníc, ktorá zhorela napr. v peci pri sušení (P4/P5),
8. **čistočne vyčistená zásoba zrn** plevnatých pšeníc – obsahuje zrno, buriny rôznych veľkostí a časť pliev (P6a),
9. **vyčistená zásoba zrn** plevnatých pšeníc – obsahuje zrno a veľké semená burín alebo čisté zrno bez burín (P6).

Pri interpretácii charakteru zásoby je potrebné pamätať na to, že v špecifických podmienkach môžu slama, osiny a plevy zhorieť bezo zvyšku (*Boardman/G. Jones 1990*) a podobne aj krehké (ľahké) semená burín. Preto aj nízky počet týchto častí a typov rastlinných zvyškov vo vzorkách môžeme považovať skôr za dôkaz ich prítomnosti ako absencie v pôvodnom materiáli.

Štádium vyčistenia zásoby je veľmi dôležité nielen pre interpretáciu spôsobov pestovania (monokultúra *versus* zmes), ale ako ukážem neskôr, aj z hľadiska ďalšej ekonomickej interpretácie hospodárstva sledovaných sídlisk. To umožňuje najmä metóda 4, ktorú opíšem a aplikujem na vzorky zásob z doby bronzovej na Slovensku.

6.4.2. Charakteristika metódy 4

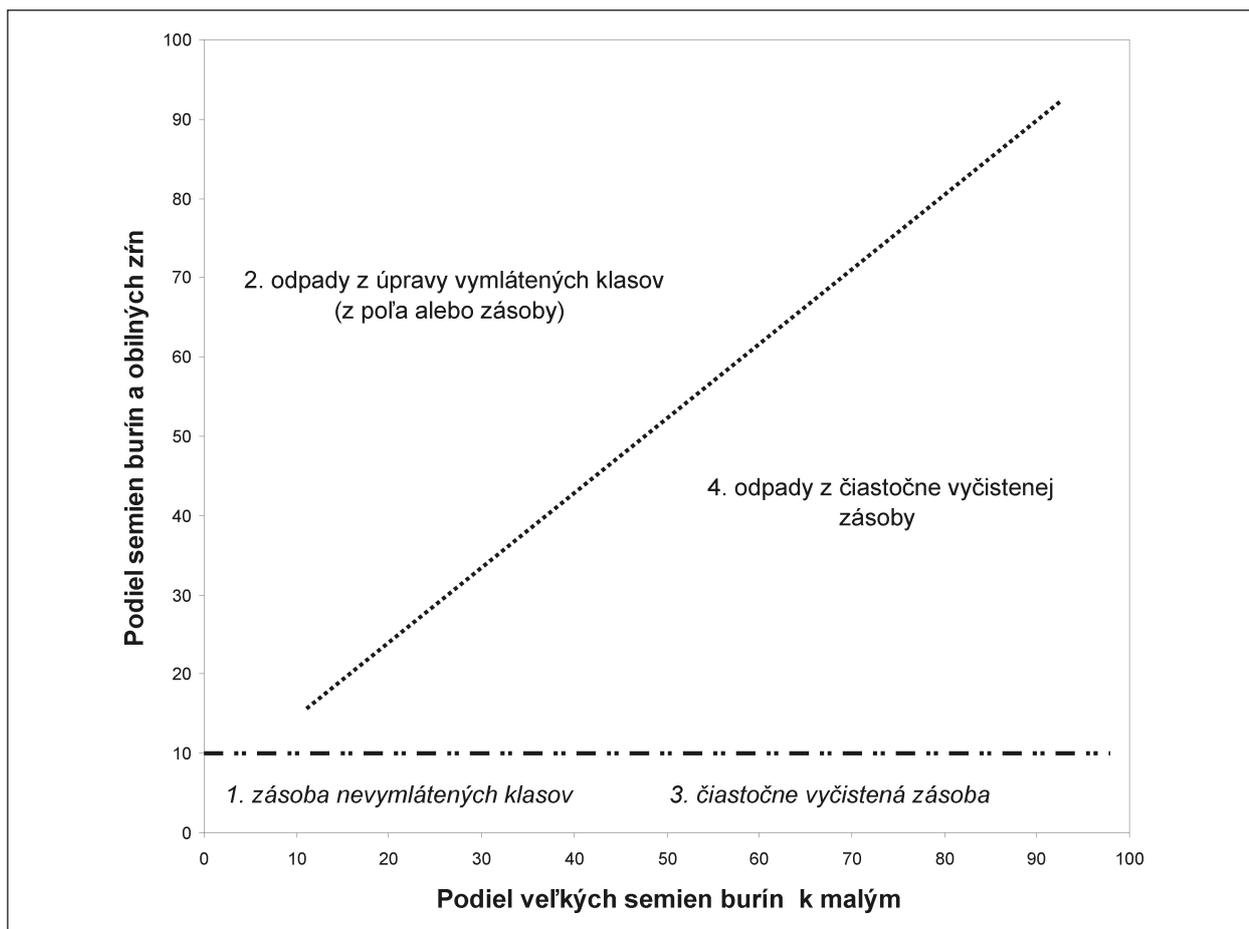
Opäť si treba uvedomiť, že cieľom pozberovej úpravy je odstrániť všetky nežiaduce „nečistoty“, plevy a buriny a získať čisté semená plodín. U osiva plevnatých pšeníc sú žiaducim a konečným produktom vylátené klásky očistené od burín. V procese úpravy sa pomer semien burín a plodín znižuje. Kým vzorky z počiatočných fáz obsahujú vysoký počet semien burín, vzorky z konečných fáz obsahujú najmä zrno (semená iných plodín) a len málo burín (obr. 6.6.).



Obr. 6.6. Schematické znázornenie produktov a odpadov úpravy plodín, ktoré sa môžu najpravdepodobnejšie nájsť v archeologických vzorkách, so zreteľom na hodnoty dvoch archeobotanických podielov (pomerov): semien pestovaných rastlín a burín a veľkých a malých semien burín (prebraté z Fuller/Stevens 2009, Fig. 6.3.).

Obdobne sa v jednotlivých fázach úpravy eliminujú rôzne typy semien burín (*G. Jones 1984*). Zjednodušene je možné povedať, že malé semená postupne odchádzajú, veľké zostávajú a dostávajú sa až do zásoby. Z tej sa vyberajú ručne v poslednom kroku tesne pred konzumáciou. Pomer veľkých a malých semien je následne možné vnímať ako indikátor toho, ako ďaleko bola úroda v rámci procesu spracovaná. Vzorky pochádzajúce z počiatočných fáz budú bohatšie na malé semená burín. Vzorky z konečných fáz úpravy plodín budú naopak obsahovať najmä veľké semená burín (obr. 6.6.).

V materiáli, na ktorý túto metódu aplikovali D. Q. Fuller a J. C. Stevens, boli prítomné iba odpady z úpravy plodín (*Fuller/Stevens 2009*, Fig. 5.). Autori neuvažovali o tom, kam a ako sa v tomto diagrame umiestnia zásoby a ako ich je možné ďalej charakterizovať.

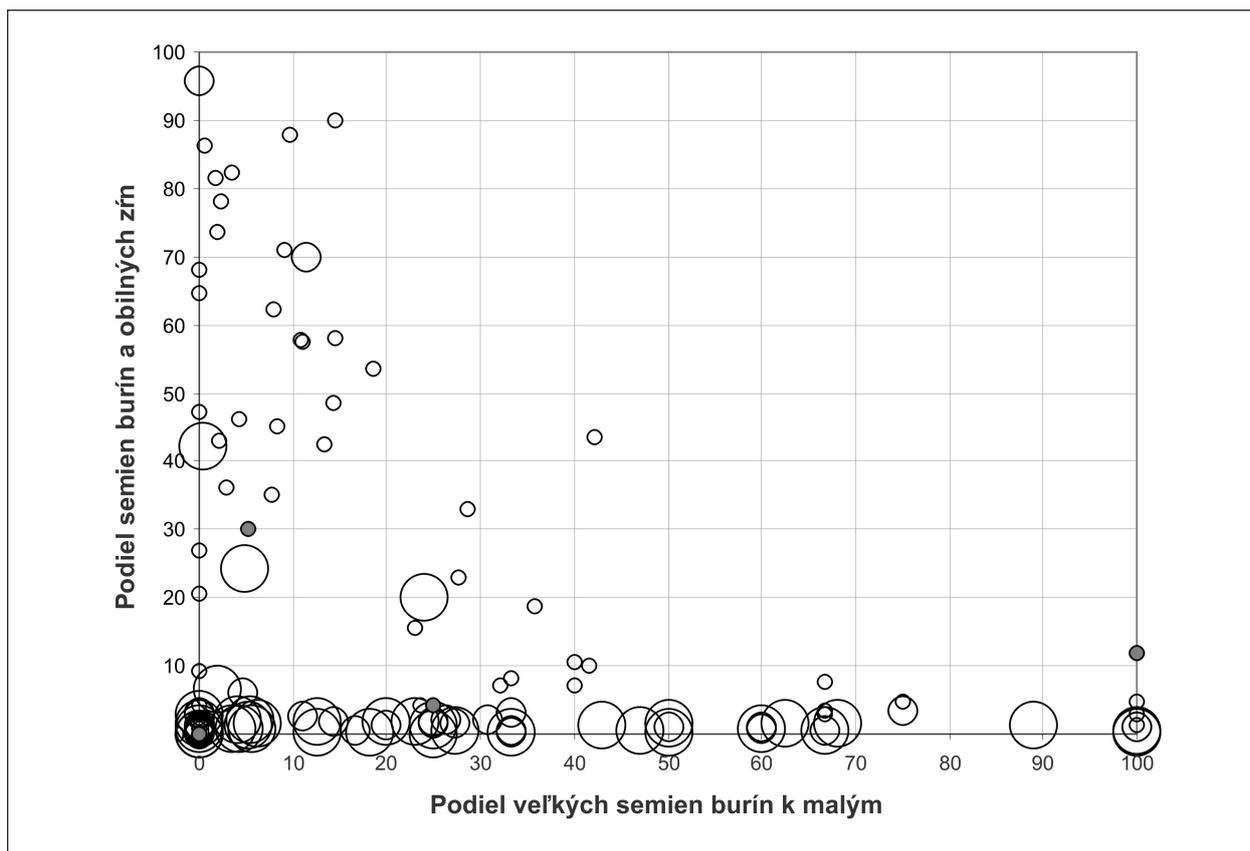


Obr. 6.7. Schematické znázornenie produktov a odpadov úpravy plodín, ktoré môžeme nájsť v archeologických vzorkách, so zreteľom na podiel semien pestovaných rastlín a burín (vertikálna os – %) a podiel veľkých a malých semien burín (horizontálna os – %) (podľa Fuller/Stevens 2009, Fig. 6.5.; doplnené M. H.).

Etnografické štúdie ukazujú, že podiel semien pestovaných rastlín k semenám burín je v odpadoch nízky a v zásobách vysoký. V zásobách predstavuje podiel semien pestovaných rastlín minimálne 90 % a podiel burín maximálne 10 % (pri nedokonale vyčistených zásobách môže byť tento pomer 80 : 20). Preto sa vzorky zásob umiestnia v dolnej časti grafu (obr. 6.7.). Zásoby neupravované alebo upravované len čiastočne sa zobrazia vľavo, zásoby čistené čiastočne alebo úplne vpravo. V skupinách 1 až 2 na obr. 6.7. (zásoby neupravované alebo nevyčistené a odpady z ich čistenia) bude následne vyššia rôznorodosť zvyškov rastlín. Budú v nich čiastočne nevymlátené klasy, klásky, plevy, zvyšky slamy, osiny, semená plodín, buriny malé aj veľké, ťažké aj ľahké. V čiastočne a úplne vyčistených zásobách (skupina 3) a v odpadoch z ich čistenia (skupina 4) bude naopak spektrum zvyškov užšie. Budú v nich semená plodín, v prípade plevnatých pšeníc skladovaných v kláskoch aj plevy a veľké semená burín (obr. 6.6.). Jedinou výnimkou budú zásoby, ktoré sa umiestnia v bode 0, tieto sa skladajú výhradne zo semien pestovaných rastlín, bez burín, a predstavujú teda kompletne vyčistenú zásobu pripravenú na konzum.

6.4.3. Použitie a výsledky metódy 4

V prvom kroku som do analýzy zahrnula všetky vzorky s viac ako 50 nálezmi pestovaných rastlín (semien a/alebo pliev) a vzorky s viac ako 11 dostatočne určenými semenami burín, a to bez prihliadnutia na to, či sa v predchádzajúcich metódach klasifikovali ako produkty (zásoby) alebo ako odpady. Základný súbor tvorí spolu 127 vzoriek. Použila som aj informáciu o hustote semien na liter sedimentu (tab. 6.5., obr. 6.8.).



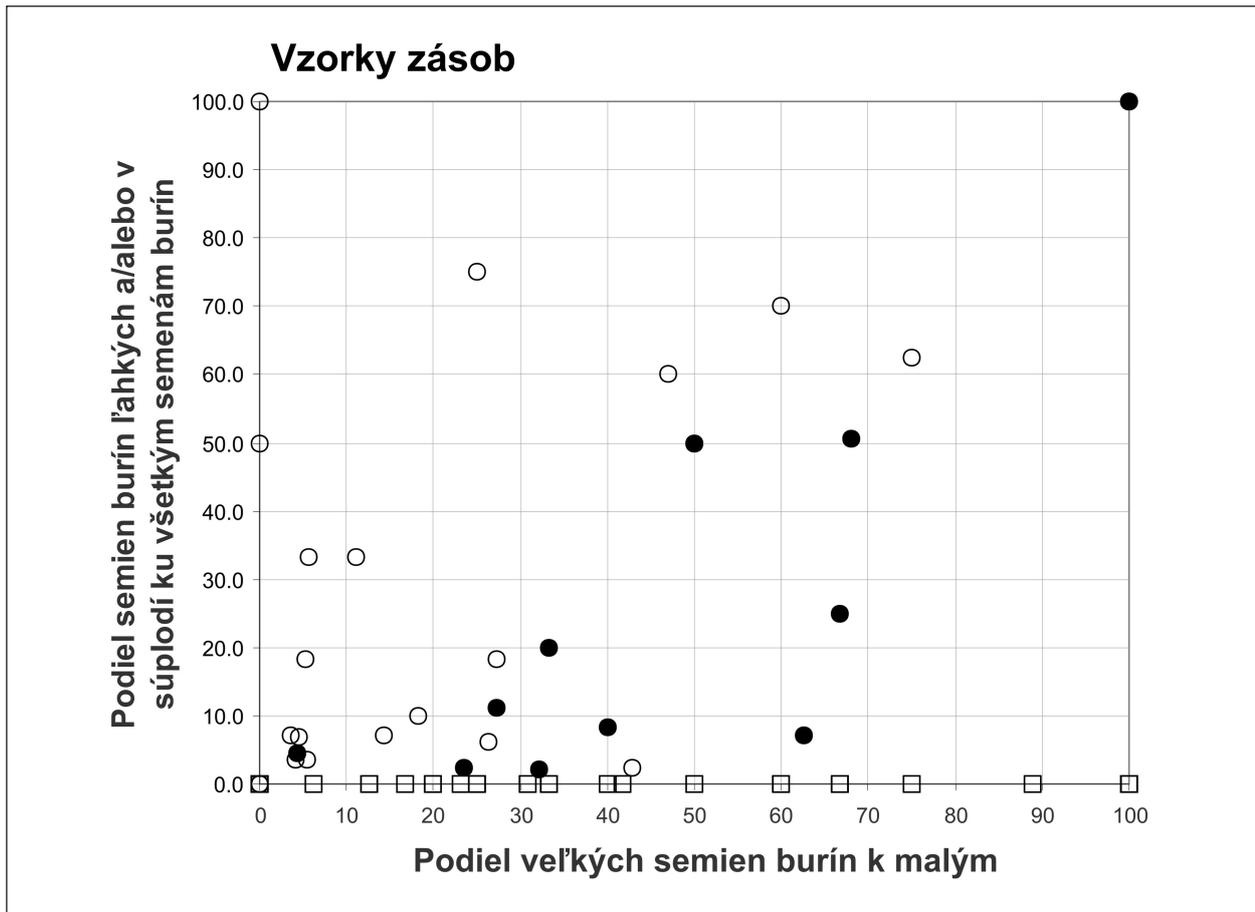
Obr. 6.8. Diagram zobrazujúci vzorky z doby bronzovej na Slovensku v zmysle produktov a odpadov charakterizovaných na obr. 7.7. Každý krúžok reprezentuje jednu vzorku. Veľkosť krúžkov predstavuje hustotu nálezov na liter sedimentu: malý krúžok – do 50, stredný – od 51 do 500, veľký – nad 501, malý šedý krúžok – hustota neznáma.

Veľká väčšina vzoriek s vysokou hustotou nálezov na liter sedimentu sa umiestnila v spodnej časti grafu, v priestore, ktorý podľa modelu vymedzuje zásoby. V hornej časti grafu prevládajú vzorky s nízkou hustotou na liter sedimentu, ktoré predstavujú odpady z procesu pozberovej úpravy alebo úpravy nevyčistených zásob. Žiadna vzorka neleží v sektore odpadov z úpravy čiastočne vyčistených zásob.

Podľa množstva a typu semien burín by zásoby umiestnené v ľavej dolnej časti mali predstavovať zvyšky nespracovaných (nevyčistených) zásob. Tými môžu byť celé nevymlátené klasy, vymlátené, ale nepreviate, prípadne vymlátené aj previate zásoby, obsahujúce okrem plodín tie semená burín, ktoré by sa v následných fázach úpravy eliminovali. V strede a vpravo pozdĺž horizontálnej osi nasledujú čiastočne a úplne vyčistené zásoby, t. j. vymlátené, previate, nahrubo, prípadne najemno preosiate, v ktorých dominujú veľké semená burín. V bode 0:0 sú zásoby úplne vyčistené a bez burín.

V druhom kroku som s použitím ďalších premenných rozlíšila rôzne typy zásob a odpadov. Ako premenné som použila dva pomery: pomer semien burín voľných a ľahkých (SFL) ku semenám s tendenciou ostať v súplodí (SHL, SHH a BHH) a pomer veľkých semien burín ku semenám malým. Pri klasifikácii zásob som vychádzala z predpokladu, že voľné a ľahké semená sa eliminujú pri previevaní, a preto zásoba, v ktorej sú stále prítomné, previate nebola. Podobne semená s tendenciou ostať v súplodí (malé aj veľké) sa eliminujú pri hrubom preosievaní, a preto zásoba, v ktorej sú prítomné semená s tendenciou zotrvať v súplodí, a už nie sú prítomné semená voľné a ľahké, budú previate a nahrubo preosiate. Pokiaľ vzorky neobsahujú semená burín z prvých dvoch kategórií, boli upravené ďalej, t. j. boli preosiate cez jemné sito. Zásoby aj odpady som klasifikovala do jednotlivých fáz pozberovej úpravy, ako sú uvedené na obr. 6.1. Číselné hodnoty sú v tab. 6.6. a grafický výstup s klasifikáciou zásob je na obr. 6.9.

Vzorky zásob, ktoré majú oba pomery rovné 0, predstavujú zásoby úplne vyčistené od burín. Vzorky, ktoré sa v grafe (obr. 6.9.) umiestnili na horizontálnej osi, obsahujú len tie semená burín, ktoré sa eliminujú až pri hrubom a jemnom preosievaní a predstavujú upravované zásoby (□). Vzorky, ktoré sú mimo horizontálnej osi, predstavujú zásoby nevymlátené alebo vymlátené a nepreviate (○) a zásoby previate (●).



Obr. 6.9. Vzorky z doby bronzovej na Slovensku vygenerované v predchádzajúcej analýze ako zásoby. Na osi x je pomer veľkých a malých semien burín, na osi y je pomer semien burín eliminujúcich sa počas previevania a hrubého preosievania ku všetkým semenám burín. Body predstavujú jednotlivé vzorky. Legenda: ○ – vzorky, v ktorých boli prítomné buriny zo skupiny SFL, ● – vzorky, v ktorých boli prítomné buriny zo skupín SHL, SHH a BHH, □ – vzorky, kde prevládali semená burín zo skupiny SFH a BFH.

6.4.4. Zhrnutie metódy 4

Zásoby z doby bronzovej možno podľa tejto metódy charakterizovať takto:

- 19 zásob bolo nevymlátených (pravdepodobne boli uskladnené celé kasy) alebo iba vymlátených,
- 11 zásob bolo iba vymlátených a previatych,
- 40 zásob bolo aj preosiatych nahrubo,
- 8 zásob bolo preosiatych aj cez jemné sito,
- 22 zásob bolo dokonale vyčistených.

Vzorky z Hostí, ktoré sa našli in situ ako zásoba kompletných nevymlátených klasov, sa v tejto metóde klasifikovali rôzne. Jedna vzorka ako odpad z previevania (resp. ne/vymlátená zásoba – správne), 1 ako odpad z hrubého preosievania (resp. previatá zásoba), 1 ako hrubo preosiatá zásoba a 3 ako zásoby preosiate cez jemné sito. Toto je dokladom nesprávneho odberu vzoriek na analýzu. I napriek snahe objektívne materiál podvzorkovať (pozri kap. 6.1.2.), metóda nezabezpečila reprezentatívne vzorky. Tento unikátny nález s veľkým potenciálom pre riešenie metodických otázok archeobotanického výskumu si v budúcnosti vyžiada podrobnú revíziu.

6.5. Zhrnutie

Cieľom tejto kapitoly bolo určiť tafonomické procesy, ktoré mohli výrazne ovplyvniť pôvodný súbor rastlinných makrozvyškov, a charakterizovať variabilitu súboru, spôsobenú práve týmito procesmi. Hlavným tafonomickým procesom, ktorý ovplyvnil zloženie súborov zuhoľnatených rastlinných makrozvyškov v archeologických sedimentoch, je proces pozberovej úpravy obilia. Na zistenie pôvodu vzoriek, t. j. na stanovenie fázy procesu pozberovej úpravy, boli vzorky otestované štyrmi rôznymi metódami.

Výsledky metód sa čiastočne prekrývali a čiastočne dopĺňali. Jednotlivé metódy klasifikovali vzorky do rôznej úrovne, pričom klasifikácia niektorých vzoriek bola možná len v niektorých metódach. Napríklad vzorka v prvej metóde, určená iba ako zásoba kláskov, sa v štvrtej metóde bližšie charakterizovala ako nespracovaná (nevymlátená a nepreviata) zásoba kláskov. Podobne v prvej metóde určený odpad sa v tretej metóde charakterizoval ako odpad z jemného preosievania. Veľká väčšina vzoriek má v jednotlivých metódach zhodnú alebo podobnú interpretáciu (tab. 6.7.).

Stručne zhrnuté, s použitím prvej a druhej metódy bolo možné v súbore oddeliť vzorky zásob (kláskov, celých klasov alebo vyčisteného zrna) a odpadov zo spracovania plodín. V tretej metóde sa vyseletovala a bližšie klasifikovala jedna skupina odpadov (odpady z jemného preosievania). Výsledky prvých troch metód ukázali, že časť vzoriek môže predstavovať premiešané produkty a odpady z viacerých fáz spracovania (viacerých plodín) alebo nedokonale vyčistené zásoby. Štvrtá metóda pomohla bližšie špecifikovať typ a charakter zásob.

Odpady z úpravy plodín predstavujú menej ako štvrtinu hodnoteného súboru (23 zo 128 vzoriek), ostatné vzorky sú zvyškami zuhoľnatých zásob (105 vzoriek). Z tohto počtu 47 vzoriek predstavuje čisté zásoby a 58 vzoriek zásoby vyčistené len čiastočne. Polovicu súboru tvoria zvyšky jedného typu⁷² plodiny, druhú polovicu vzorky zmiešané z dvoch či viacerých typov plodín. Kombinácie typov a druhov plodín sú príliš variabilné na to, aby odrážali pestovanie zmesi (angl. *maslin*). Tieto kombinácie vznikli pravdepodobne až postdepozície. Výnimkou sú len plevnaté pšenice, pri ktorých nemôžeme vylúčiť, že sa pestovali spolu v zmesi jednozrnka s dvojrznkou a dvojrznka so špaldou. Čisté zásoby ostatných plodín indikujú, že v dobe bronzovej sa na Slovensku pestovali plodiny prevažne ako monokultúry.

Zjednodušene je možné výsledky sumarizovať takto:

		počet vzoriek	
		semien burín > 11	semien burín < 11
<i>plevnaté pšenice</i>	<i>odpady z úpravy</i>	10	–
	<i>zásoba kláskov (GWk)</i>	1	8
	<i>zásoba zrn (GWz)</i>	–	3
<i>nahozrnové obilniny</i>	<i>odpady z úpravy</i>	1	–
	<i>nevychistená zásoba (alebo zmes odpadov a produktov)</i>	8	5
	<i>zásoba</i>	–	12
<i>proso</i>	<i>odpady z úpravy</i>	1	–
	<i>nevychistená zásoba (alebo zmes odpadov a produktov)</i>	6	–
	<i>zásoba</i>	–	3
<i>strukoviny</i>	<i>odpady z úpravy</i>	1	–
	<i>zásoba</i>	2	7
<i>laničník</i>	<i>zásoba</i>	–	3
<i>zmiešané vzorky</i>	<i>odpady z úpravy</i>	10	–
	<i>nevychistená zásoba (alebo zmes odpadov a produktov)</i>	14	14
	<i>zásoby</i>	3	16
<i>SPOLU</i>		57	71

Pri systematicky vzorkovaných archeobologických lokalitách sú najčastejšie zastúpené odpady zo spracovania a zásoby sú veľmi zriedkavé. V tomto kontexte je archeobotanický materiál z doby bronzovej na Slovensku unikátny – tvoria ho z väčšej časti práve zásoby. Je to spôsobené najmä tým, že vzorkované boli (takmer výhradne) kontexty a lokality, kde bol zuhoľnatý materiál viditeľný voľným okom. Zvyšky zuhoľnatých zásob boli podľa výsledkov štvrtej metódy rôznej kvality, t. j. boli vyčistené do rôzneho stupňa:

	<i>GWk</i>	<i>GWk/z</i>	<i>GWz</i>	<i>TA</i>	<i>HV</i>	<i>PM</i>	<i>PS</i>	<i>VF</i>
<i>zásoba nepreviata</i>	2(7)	0(5)	0(3)		1		1	
<i>zásoba previata</i>	1(3)	0(2)		3	1		1	
<i>zásoba preosiata na hrubo</i>	1(5)	0(6)	1(7)	7(3)	1	2		4
<i>zásoba preosiata na jemno</i>	1(3)		7(6)	7(1)	0(1)			1

⁷² Typom plodiny sa tu rozumiejú tie, ktoré sa upravujú podobným postupom – plevnaté pšenice, nahozrnové pšenice, strukoviny, proso a laničník.

Dvadsaťštyri zásob neobsahovalo vôbec žiadne buriny. Mohli byť:

- 1.) dokonale vyčistené,
- 2.) pozbierané metódou ktorá umožnila selektívny výber plodín (napríklad olamovanie klasov, odrezávanie klasov nožikom, čistenie pozbieranej „hrste“ od burín; cf. *Hajnalová/Dreslerová 2010*),
- 3.) použité agrotechnické postupy, ktoré zamedzili rastu burín na poliach.

Okrem pozberovej úpravy obila patria k ďalším tafonomickým procesom, ktoré môžu spôsobiť úplnú alebo čiastočnú stratu niektorých komponentov vo vzorkách, tieto:

1. selektívny zásah ohňa – slama, osiny a plevy môžu zhorieť bezo zvyšku (*Boardman/G. Jones 1990*), podobne aj krehké (ľahké) semená burín,
2. spracovanie a depozícia odpadov z počiatočných fáz spracovania mimo areálu sídlisk,
3. ľudský zásah – manipulácia s odpadmi z úpravy plodín na sídlisku – hodené do ohňa, vyhodené na kompost, skrútené zvieratami.

Selektívny zásah ohňa sa pravdepodobne odrazil v zložení niektorých zásob, ktoré neboli v jednotlivých metódach charakterizované rovnako. Patrí k nim jedenásť vzoriek (Nižná Myšľa (1), Včelince (2), Partizánske (1) a Zemianske Podhradie (7)), výsledne označených ako zásoby vyčisteného zrna. Veľmi nízky počet plevných báz, článkov klasových vretien a v niektorých prípadoch vysoký počet burín naznačuje, že pôvodne mohli byť uskladnené v kláskoch alebo klasoch.

Nasledujúce dva tafonomické procesy zvyčajne vedú k absencii nálezov odpadov. Na systematicky vzorkovaných lokalitách z doby bronzovej na Slovensku sú odpady zachytené, a preto predpokladám, že sa zvyčajne poľné plodiny spracovávali v areáli sídlisk a časť z nich skončila v ohni. Či sa odpady z úpravy plodín používali ako krmovina, by bolo možné overiť vtedy, ak by sa našli zhorené/mineralizované exkrementy zvierat (cf. *Akeret/Jacommet 1997; Anderson/Ertuğ-Yaraş 1998*).

Na záver zhrniem, že z pôvodne hodnotených 127 vzoriek predstavuje 69 vzoriek zásoby alebo odpady z konkrétnych plodín alebo typov plodín, a preto ich budem môcť využiť pri rekonštrukcii hospodárskych stratégií sídlisk (kap. 7). Ku konkrétnej plodine nie je možné s istotou priradiť 58 vzoriek, a preto bude pri ich interpretácii potrebná zvýšená opatrnosť.

Na ekologickú rekonštrukciu agrotechnických postupov (kap. 8) je z pôvodne hodnoteného súboru vhodných 59 vzoriek, ktoré obsahujú dostatočne vysoký počet burín. Z nich 28 predstavuje konkrétne typy plodín, 27 je zmiešaného charakteru a 4 neobsahujú žiadne zvyšky pestovaných rastlín.

8. EKOLÓGIA BURINOVÝCH DRUHOV

„Predložil im iné podobenstvo:

Podobné je kráľovstvo nebeské človeku, ktorý zasial dobré semeno na svojom poli. Ale keď ľudia spali, prišiel jeho nepriateľ, nasial kúkoľ medzi pšenicu a odišiel. Keď siatina vyrástla a vyklasila sa, ukázal sa aj kúkoľ. Sluhovia prišli k hospodárovi a povedali mu: pane, či si ty nezasial dobré semeno na svojom poli? Kde sa teda vzal kúkoľ? Odpovedal im: Človek nepriateľ to urobil. Opýtali sa sluhovia: či teda chceš, aby sme ho šli povytŕhať? On odpovedal: Nie! Aby ste pri vytrhávaní kúkoľ nevytrhali s ním nejakú aj pšenicu. Nechajte nech všetko rastie spolu až do žatvy a keď príde žatva, poviem žencom: Povyberajte najprv kúkoľ a zviažte ho do viazaníc na spálenie, ale pšenicu zbromaždite mi do stodoly“ Evanjelium podľa Matúša 13:24-30.

„Weeds have been constant and intimate companions of man throughout his history and could tell us a lot more about man, where he has been and what he has done, if only we knew more about them“ J. R. Harlan, 1992.

V historickom kontexte sa za buriny považujú druhy, ktoré vznikli ako dôsledok domestikácie rastlín a sú nevyhnutným výsledkom ľudského vysievania semien do pôdy. Pochopenie úzkeho vzťahu medzi človekom a rastlinou v oboch spomenutých rovinách umožňuje lepšie pochopenie charakteru týchto rastlinných druhov. Buriny sú tiež definované ako nežiaduce rastliny, ktorým sa darí na stanovištiach narušených človekom a ktoré sú veľmi kompetitívne a schopné masového presunu z miesta na miesto. Príčinou rozličných definícií toho, ktoré z rastlín sa považujú za burinové, je rôzne vnímanie narušenej a poľnohospodársky využívannej pôdy a rôzne chápanie úžitkovosti a biologických vlastností druhov.

Spoločnou vlastnosťou burinových druhov je ich adaptabilita. Kým cieľom niektorých je schopnosť prežiť v širokej škále podmienok, iné sú viazané len na špecifické (nezriedka extrémnejšie) podmienky prostredia. Prostredie je ovplyvňované a je ho možné opísať súborom rôznych aspektov. Patria k nim faktory klimatické (teplota, svetlo, kontinentalita atď.), pôdne (vlhkosť, pH, výživnosť), biotické (ostatné živé organizmy) a v prípade burín vo významnej miere aj antropické (rozrušovanie povrchu pôdy, hnojenie, vytrhávanie burín) (Willis 1973, podľa van der Veen 1992).

V rámci ekológie – vedy, ktorá skúma vzťah medzi organizmami a prostredím a medzi organizmami navzájom – má štúdium ekologických vlastností burín svoje pevné miesto. Práve na základe štúdia ekologických vlastností burinových druhov prítomných v archeobotanických vzorkách môžeme získať predstavu o faktoroch prostredia a zrekonštruovať pôvodné podmienky.

Pre vytvorenie predstavy o charaktere poľnohospodárstva a z neho vyplývajúcich hospodárskych stratégií je potrebné odhaliť, aké agrotechnické postupy sa používali pri pestovaní plodín. Zvolené postupy najvýraznejšie ovplyvňujú nároky samotných plodín a dostupné technológie. Závisia napríklad od toho, či sú plodiny ozimné – potrebujú dlhšiu vegetačnú dobu, dobre znášajú nízke teploty, ba niekedy ich dokonca vyžadujú, jarné – pre klíčenie ktorých je potrebná vyššia teplota a ktoré sú citlivé na mráz, alebo patria k tzv. fakultatívnym plodinám, t. j. donesú úrodu, ak sú vysiate na jeseň, aj na jar.

V archeobotanickej literatúre sa uplatňujú dve základné ekologické tradície prístupu k analýze: synekológia a autekologická. V strednej Európe tradičnejšia synekológia (alebo fytosociológia či geobotanika) študuje vzťah rastlinných spoločenstiev k podmienkam prostredia, kým autekológia, ktorá študuje ekológiu jednotlivých druhov, sa častejšie uplatňuje (nielen v archeológii, ale aj v rámci štúdia ekológie súčasných burín; cf. Grime/Hodgson/Hunt 1990) na Britských ostrovoch. Rozdiely, výhody a nevýhody použitia týchto dvoch prístupov v archeobotanike podrobne charakterizuje van der Veen (1992, 101–109; pozri tiež M. Hajnalová 2000). Sumarizuje, že použitie fytosociologického prístupu v sebe nesie viaceré riziká. Vyplývajú najmä z toho, že v archeológii sa stretávame takmer výhradne so vzťahom medzi rastlinami a človekom (cf. G. Jones 1983, podľa van der Veen 1992, 108), a nie so vzťahom rastlín (a rastlinných spoločenstiev) k prostrediu alebo rastlín medzi sebou. Prichádza k záveru, že aplikácia autekologického prístupu, ktorého stredobodom záujmu je správanie sa rastlín k jednotlivým faktorom prostredia, je v archeobotanike omnoho vhodnejšia. Navyše upozorňuje na a) potrebu použitia lokálnych ekologických štúdií (pretože ekologické charakteristiky jednotlivých druhov sa môžu pozdĺž geografického gradientu meniť) a b) výhody simultánneho vyhodnocovania skupín druhov (napr. všetkých druhov v jednej archeobotanickej vzorke), na rozdiel od samostatného vyhodnocovania jednotlivých druhov. Už Ellenberg (1950) upozornil na to, že použitie jednotlivých/samostatných druhov ako indikátorov nie je uspokojivé a prijateľné, keďže amplitúda reakcie jedného druhu na konkrétny faktor je zvyčajne príliš široká. Závery o charaktere daných environmentálnych podmienok je možné vzniesť iba vtedy, ak sa vo vzorke (biologickej či archeologickej) nachádza viac druhov s podobnými nárokmi (van der Veen 1992, 109).

V tejto kapitole budem bližšie analyzovať zloženie jednotlivých vzoriek najprv z hľadiska druhového zloženia a následne z hľadiska autekologických vlastností burinových druhov. V kapitole 5 som ukázala, že sortiment plodín a zastúpenie jednotlivých druhov plodín sa v dobe bronzovej menil. Podobne som ukázala v kapitole 6, že súbor vzoriek sa skladá z odpadov z počiatočných i konečných fáz úpravy plodín a aj zo zásob vyčistených do rôzneho stupňa kvality. Preto najskôr podrobím archeobotanické vzorky sérii mnohorozmerných analýz, ktorej cieľom bude odhaliť štruktúru dát, tzv. *data patterning*, keďže vzorky z jednotlivých krokov procesu pozberovej úpravy a vzorky jednotlivých typov plodín sú rozdielne alebo podobné. Následne budem zistené rozdiely interpretovať s použitím autekologických charakteristík jednotlivých druhov.

8.1. Mnohorozmerná štatistická analýza vzoriek

8.1.1. Mnohorozmerná štatistická analýza

Podľa Gauch (1984) sa klasická štatistická analýza zaoberá vzťahom medzi jednou alebo dvoma premennými a zameriava sa na testovanie nulovej hypotézy, najčastejšie formou výpočtu pravdepodobnosti nulovej hypotézy. Na rozdiel od nej mnohorozmerná štatistická analýza simultánne skúma a testuje viaceré premenné (Gauch 1984, 1). Preto je vhodná na spracovanie archeobotanických dát, ktoré tvorí dvojrozmerná matica údajov vzoriek (prípádov) a botanických taxónov (premenných), pričom cieľom je zvyčajne snaha o analýzu vzťahu medzi všetkými premennými zároveň (simultánne). Na rozdiel od klasickej štatistiky, mnohorozmerná analýza nezačína formulovaním hypotézy, ale sama o sebe je exploračnou technikou, ktorá odhaľuje štruktúru dát, z ktorej je v neskorších krokoch možné formulovať hypotézy (Gauch 1984).

Mnohorozmerné štatistické metódy je možné použiť pre dáta, ktoré sa skladajú z matice min. 10 x 10 (Gauch 1984). Základné dáta v tejto práci predstavuje matica skladajúca sa z 59 vzoriek a 95 druhov (taxónov), čo znamená 5605 údajov. Takéto dáta sú príliš zložité a komplexné, aby ich bolo možné pochopiť priamo. Mnohorozmerná analýza tieto dáta sumarizuje, a to tým, že vyjadruje vzťah medzi vzorkami a druhmi v málo rozmernom priestore – metódy gradientovej analýzy (ordinácie), alebo zoskupuje vzorky a druhy do zhlukov – metódy klasifikácie (zhluková analýza) (Gauch 1984). Matematika pracuje s termínmi ordinácia a zhluková analýza, kým ekológia používa termíny gradientová analýza a klasifikácia (Lepš 1992). Výber a použitie štatistickej metódy sú stanovené rozsahom, v ktorom produkujú interpretovateľné výsledky, a rozsahom, v ktorom poskytujú porovnateľné výsledky s inými metódami používajúcimi rozdielnu techniku.

Na spracovanie archeobotanických dát – vzoriek s burinami a plodinami z doby bronzovej zo Slovenska, a odhalenie ich štruktúry som použila jednu mnohorozmernú techniku z programu CANOCO – korešpondenčnú analýzu zbašenú trendov (*Detrended Correspondence Analyses*, DCA), a dve z programu SPSS – zhlukovú analýzu (*Cluster analyses*, CA) a diskriminačnú analýzu (*Discriminant Analyses*, DA).

Selekcia a úprava dát

Na ekologickú analýzu a následnú rekonštrukciu formy (foriem) poľnohospodárskych praktík v dobe bronzovej na Slovensku, vypracovanú na základe druhov burín, je potrebné zvoliť si vhodné archeobotanické vzorky.

Najideálnejšie je, ak sú vzorky dostatočne bohaté (a preto vhodné na aplikáciu mnohorozmerných štatistických analýz), každá z nich reprezentuje jeden typ plodiny a pochádzajú z rovnakých fáz (produktov a medziproduktov) procesu úpravy plodín. Vzorky, ktoré spĺňajú všetky tieto kritériá, sú najlepším zdrojom informácií o rastlinných poľných spoločenstvách, a preto nepriamo charakterizujú ekologické vlastnosti a environmentálne podmienky prostredia.

Prvé kritérium – dostatočnú bohatosť na relevantné nálezy, t. j. obsah minimálne 50 nálezov pestovaných rastlín a zároveň obsah minimálne 10 semien burín, splnilo len 59 vzoriek. Na základe tafonomických analýz (kap. 6.) som zistila, že tieto vzorky pochádzajú z rozdielnych typov plodín, sú medzi nimi aj vzorky zmiešaného charakteru, a predstavujú rôzne fázy spracovania – sú v nich tak odpady z úpravy, ako aj zásoby.

Rozhodla som sa preto v prvom kroku pomocou metód mnohorozmerných štatistických analýz definovať, či sú vzorky jednotlivých typov vzoriek (v závislosti od typu hlavnej plodiny a fázy procesu spracovania) podobné alebo rozdielne, a ak áno, tak nakoľko. Na základe tejto podobnosti som ich potom rozdelila do skupín a následne som skúmala ekologické vlastnosti týchto skupín.

Analýzy som aplikovala na neupravenú (neštandardizovanú) aj upravenú (štandardizovanú) maticu dát. Pri štandardizácii dát som použila 1. percentuálne zastúpenie druhov v jednotlivých kategóriách – semená plodín, plevy obilnín a buriny (pozri kap. 3), a 2. logaritmickej transformácie numerických dát. V jednotlivých analýzach som metódy použila vždy na kompletnú maticu dát (všetky plodiny aj buriny) a na dve redukované matice burín (1. všetky buriny a 2. len buriny nachádzajúce sa vo viac ako 10 % vzoriek).

8.1.2. Korešpondenčná analýza zbavená trendov (DCA)

Korešpondenčná analýza zbavená trendov (DCA) je metóda nepriamej gradientovej analýzy, ktorá v súbore údajov tvorenom zápismi výskytu jednotlivých druhov a ich početnosti vo vzorkách analyzuje zmeny druhového zloženia. Jej cieľom je najprv nájsť os najväčšej variability – cenoklinu, t. j. určiť polohu vzoriek na tejto osi, prípadne určiť vzťah jednotlivých druhov k tejto osi, a následne po jej nájdení vysvetliť túto „variabilitu“ závislosťou od premenných prostredia. Predpokladá nelineárnu jednovrcholovú závislosť dát (tzv. unimodálne rozloženie) medzi odpoveďou každého druhu a ordinačných osí, ktoré tu vystupujú v úlohe teoretických environmentálnych premenných alebo zodpovedajúcich gradientov (ter Braak 1993, 21). Uplatňuje sa v nej metóda vzájomného spriemerovania. Navyše odstraňuje Guttmanov (tzv. *arch*) efekt, ktorý nastáva, ak je skóre vzoriek na druhej ordinačnej osi približne kvadratickou funkciou skóre vzoriek na osi prvej (ter Braak 1996, 112–113).

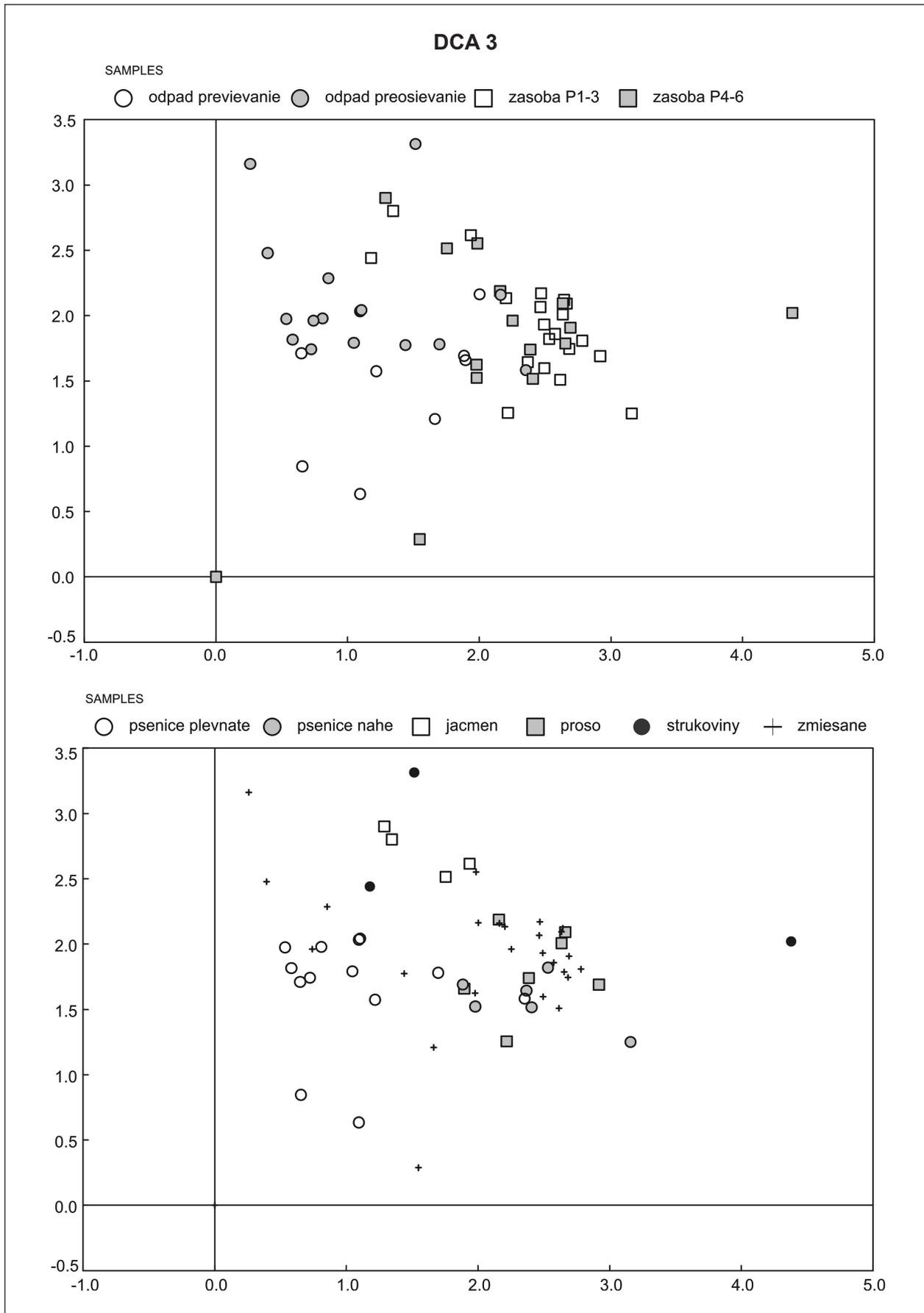
Uskutočnila som 9 analýz DCA:

ANALÝZA	PREMENNÉ	ŠTANDARDIZÁCIA/TRANSFORMÁCIA
DCA 1	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/žiadna
DCA 2	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/logaritmická
DCA 3	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	percentál/žiadna
DCA 4	buriny všetky	žiadna/žiadna
DCA 5	buriny všetky	žiadna/logaritmická
DCA 6	buriny všetky	percentál/žiadna
DCA 7	len buriny > 10 %	žiadna/žiadna
DCA 8	len buriny > 10 %	žiadna/logaritmická
DCA 9	len buriny > 10 %	percentál/žiadna

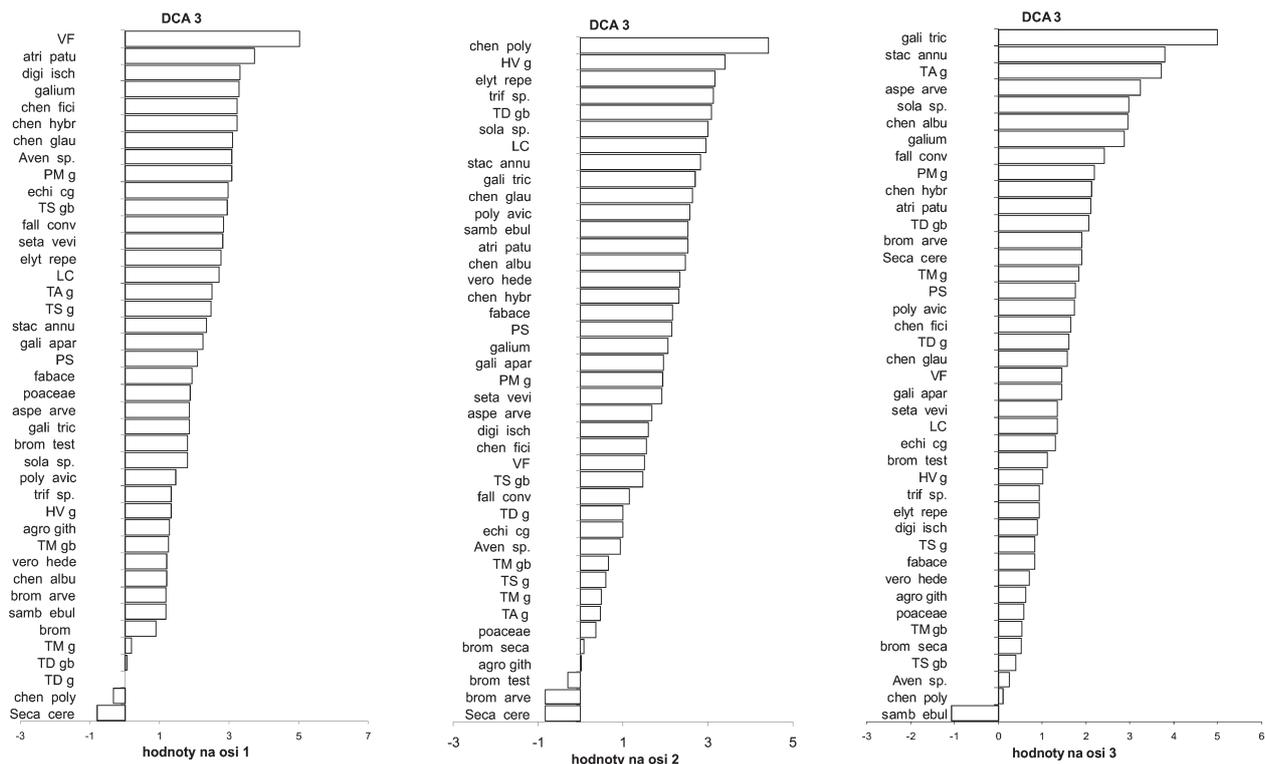
Výsledky analýz sú prezentované v tab. 8.1. Uvedené sú tam vlastné hodnoty matice (tzv. eigenvalue), percentá variability súboru na prvých štyroch osiach a druhy s najvyšším negatívnym a pozitívnym skóre, ktoré vlastne definujú orientáciu prvej osi.

Výsledky prvých troch analýz, v ktorých sa analyzovali pestované rastliny aj buriny, sú veľmi podobné. Pozdĺž prvej osi sa oddeľujú odpady a zásoby. Odpady (najmä z úpravy plevnatých pšeníc alebo vzoriek zmiešaného charakteru) majú spravidla nižšie skóre ako zásoby (v ktorých sú prítomné najmä pšenica siata a proso, časť vzoriek s pšenicou špaldovou, ale aj zásoby zmiešaného charakteru). Pozdĺž druhej osi sa potom oddelili vzorky s dominanciou jačmeňa od vzoriek ostatných (obr. 8.1.). So vzorkami odpadov sa viažu najmä jednozrnka a dvojozrnka (plevy aj zrno), jačmeň a z burín najmä *Scaevola cereale*, *Chenopodium polyspermum*, *Bromus secalinus*, *B. arvensis* a *Sambucus ebulus*. So zásobami sa viažu najmä bôb a proso a z burín najmä *Atriplex patula*, *Digitaria ischaemum*, *Galium* sp., *Chenopodium ficifolium*, *Ch. hybridum*, *Ch. glaucum* a *Avena* sp. Informácia, ktorú poskytuje skóre jednotlivých druhov na prvých troch osiach, je zobrazená na obr. 8.2. Keďže rozdiely medzi prvými tromi analýzami sú veľmi malé, graficky prezentujem iba výsledky DCA 3.

Výsledky týchto analýz indikujú, že najvyššiu mieru variability na prvej osi spôsobuje rozdelenie vzoriek na odpady a produkty. Druhá a tretia os navyše rozdeľujú plevnaté pšenice a ostatné typy plodín. S každou z týchto skupín sa pomerne úzko viažu aj niektoré buriny. Napríklad s plevnatými pšenicami sa najčastejšie vyskytuje *Bromus secalinus*, *Bromus arvensis*, *Sambucus ebulus*, ale aj *Chenopodium album* a *Ch. polyspermum*; s prosom a nahozrnovou pšenicou (v niektorých prípadoch aj špaldou) idú *Digitaria ischaemum*, *Echinochloa crus-galii*, *Setaria verticillata/viridis*, *Fallopia convolvulus* a *Avena* sp.; s jačmeňom a strukovínami sa najčastejšie objavujú *Fabaceae*, *Galium aparine*, *Galium* sp. či *Elytrigia repens*.



Obr. 8.1. Korešpondenčná analýza zbašená trendov (DCA) s použitím plodín aj burín, nachádzajúcich sa vo viac ako 10 % vzoriek. Rozmiestnenie vzoriek v ordinačnom priestore na prvých dvoch osiach (hore – klasifikácia vzoriek podľa fáz úpravy plodín, dole – klasifikácia vzoriek podľa typu plodiny).

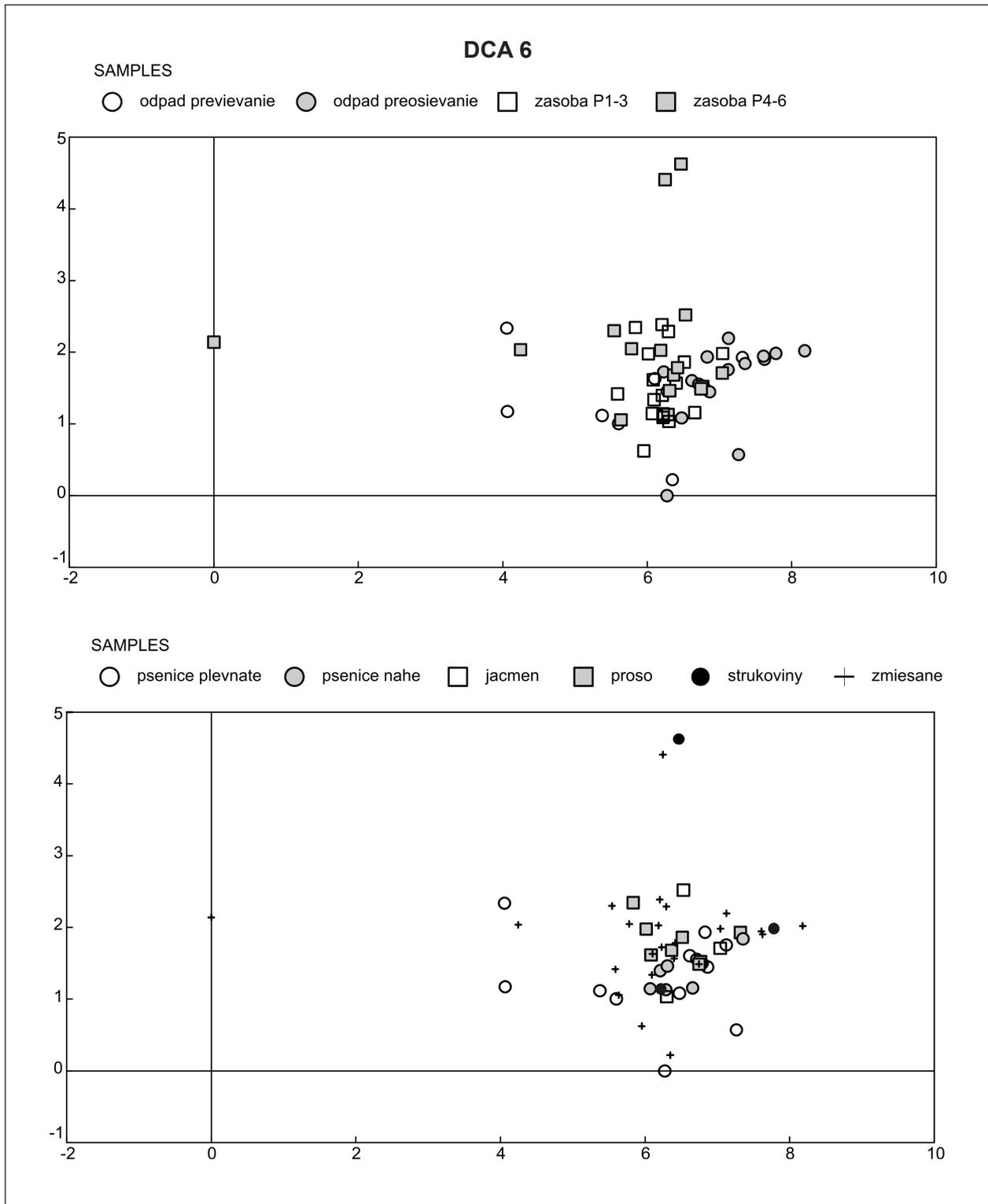


Obr. 8.2. Korešpondenčná analýza zbašená trendov (DCA) s použitím plodín aj burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. Diskriminačné skóre druhov na prvých troch osiach. Napr. na prvej osi sa druhy s negatívnym a nízkym pozitívnym skóre viažu na vzorky odpadov (najmä plevnatých pšeníc) a druhy s vysokým pozitívnym skóre na vzorky zásob (najmä strukovín a prosa). Druhá os oddeľuje vzorky zásob pšeníc od vzoriek jačmeňa a strukovín. Tretia os oddeľuje vzorky plevnatých pšeníc od vzoriek s pšenickou siatou a prosom.

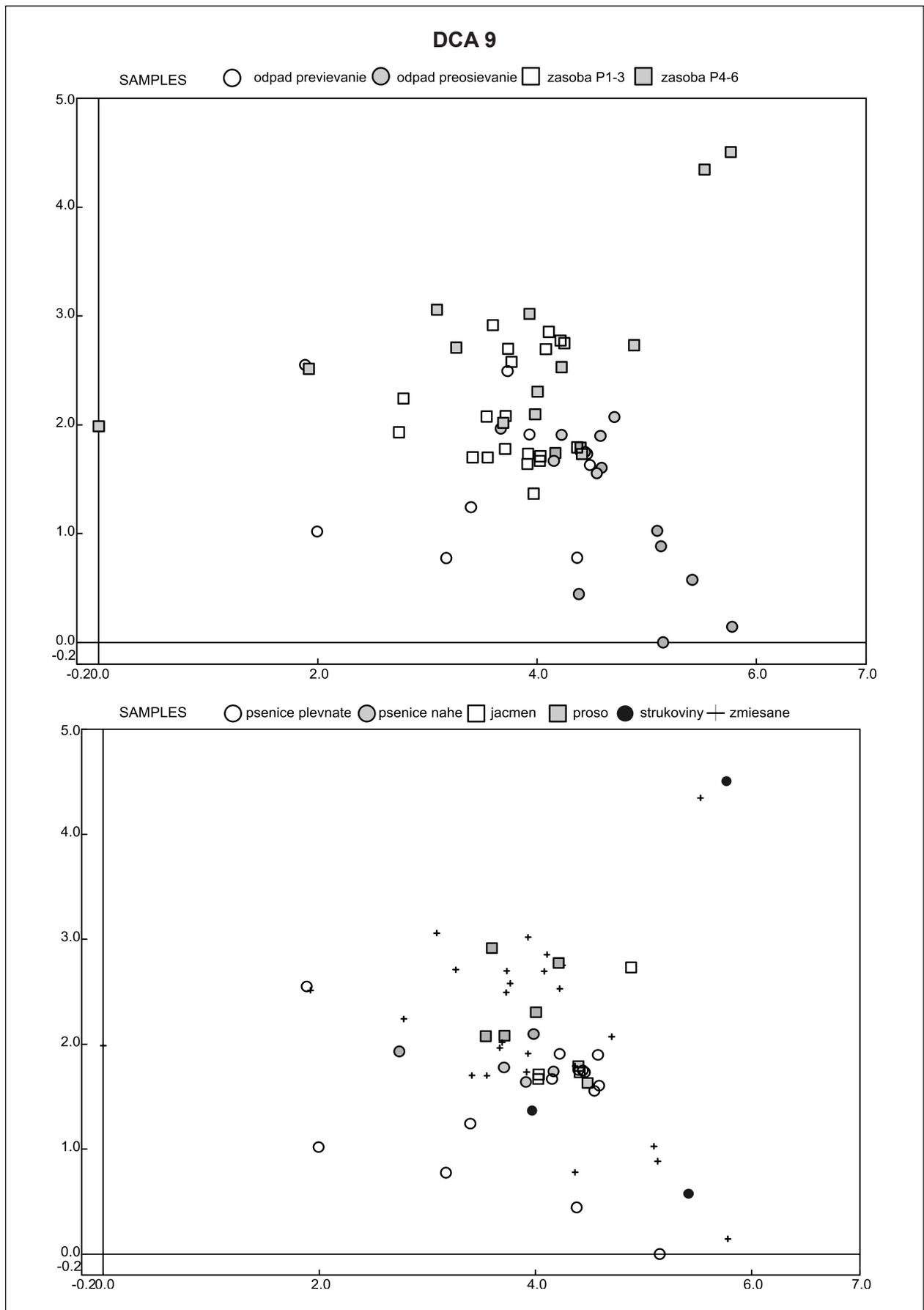
Aby som zistila, či toto rozdelenie na odpady a produkty rôznych typov plodín spôsobuje najmä výskyt plodín samotných, zopakovala som rovnaké postupy analýzy na dátach, z ktorých som odstránila pestované plodiny (t. j. dala som im nulovú hmotnosť). V DCA 4–6 som použila ako maticu všetky druhy burín a v DCA 7–9 som použila len tie druhy burín, ktoré sa vyskytli vo viac ako 10 % vzoriek.

Výsledky týchto analýz sú zhrnuté v tab. 8.1. Výsledky DCA 4–6 sú vzájomne opäť porovnateľné, preto prezentujem len grafický výstup z analýzy DCA 6. Vo všetkých troch analýzach sa v podstate stiera rozdiel medzi odpadmi a zásobami. Odpady z preosievania, spojené s viacerými typmi plodín, sa oddeľujú od odpadov z previevania – spojených najmä s plevnatými pšenícami (obr. 8.3.). Dva typy zásob (z počiatkových a konečných fáz spracovania) sa vzájomne prelínajú. V podstate sa zachováva len gradient, pozdĺž ktorého sú umiestnené vzorky odpadov plevnatých pšeníc na jednej strane a vzorky ostatných odpadov a produktov na strane druhej, najvyššiu podobnosť vykazujú vzorky s prosom. Z toho vyplýva, že burinové druhy nie sú úplne striktné viazané na odpady alebo zásoby, ale ani na jednotlivé typy plodín. V týchto troch analýzach boli zahrnuté aj druhy zriedkavé, ktoré mohli vnieť do analýzy „šum“ (vychýlenie), preto som analýzy opakovala aj na dátach burín redukovaných.

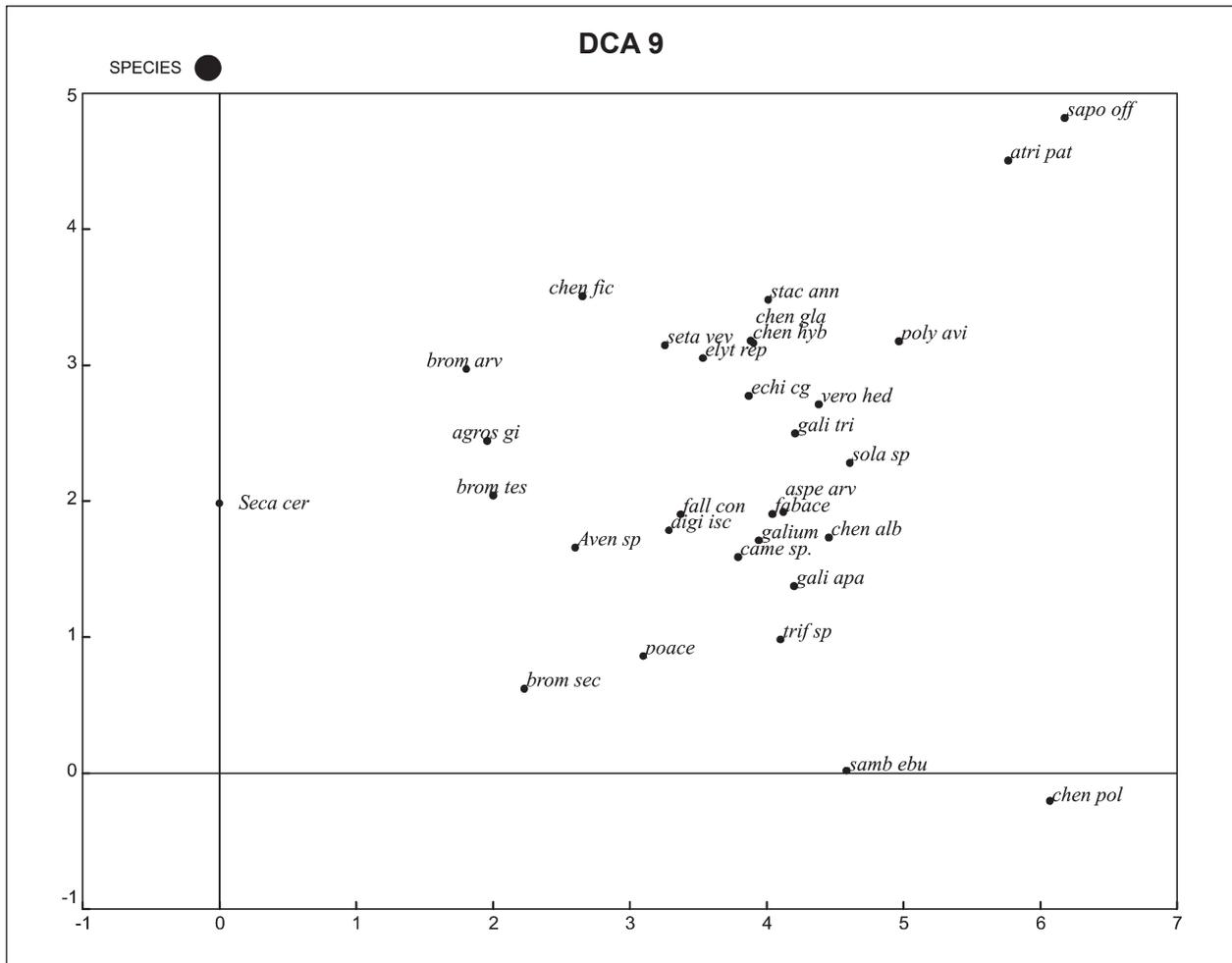
Výsledky získané po odstránení zriedkavých druhov burín v DCA 7–9 sú čitateľnejšie, potvrdzujú však zistenia z predošlých troch analýz – jasnejšie sa oddeľuje len časť vzoriek (najmä odpadov) plevnatých pšeníc (ale ich vzájomná podobnosť je pomerne malá) ostatné vzorky tvoria viac-menej jeden zhuk, v rámci ktorého sa vyčleňujú len vzorky s prosom (obr. 8.4.). Vo vzorkách odpadov plevnatých pšeníc hrajú najvýznamnejšiu úlohu *Secale cereale*, *Bromus arvensis*, *B. secalinus*, *B. sterilis/tectorum* a *Agrostemma githago*. Medzi buriny s najväčšou afinitou k druhej skupine patria *Saponaria officinalis*, *Chenopodium polyspermum*, *Atriplex patula*, *Polygonum aviculare* a *Solanum* sp. (obr. 8.5.).



Obr. 8.3. Korešpondenčná analýza zbašená trendov (DCA) s použitím všetkých burín (bez plodín). Rozmiestnenie vzoriek v ordinačnom priestore na prvých dvoch osiach (hore – klasifikácia vzoriek podľa fáz úpravy plodín, dole – klasifikácia vzoriek podľa typu plodiny).



Obr. 8.4. Korešpondenčná analýza zbašená trendov (DCA) s použitím len tých burín ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. Rozmiestnenie vzoriek v ordinačnom priestore na prvých dvoch osiach (hore – klasifikácia vzoriek podľa fáz úpravy plodín, dole – klasifikácia vzoriek podľa typu plodiny).



Obr. 8.5. Korešpondenčná analýza zbašená trendov (DCA) s použitím samotných burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. Rozmiestnenie druhov v ordinačnom priestore na prvých dvoch osiach.

Výsledky korešpondenčnej analýzy zbašenej trendov naznačujú, že existujú rozdiely medzi vzorkami odpadov a produktov aj medzi vzorkami plevnatých pšeníc a ostatných plodín, ktoré nespôsobuje len prítomnosť/absencia pestovaných rastlín, ale (čiastočne) tiež zastúpenie burín v jednotlivých vzorkách.

8.1.3. Zhluková analýza (CA)

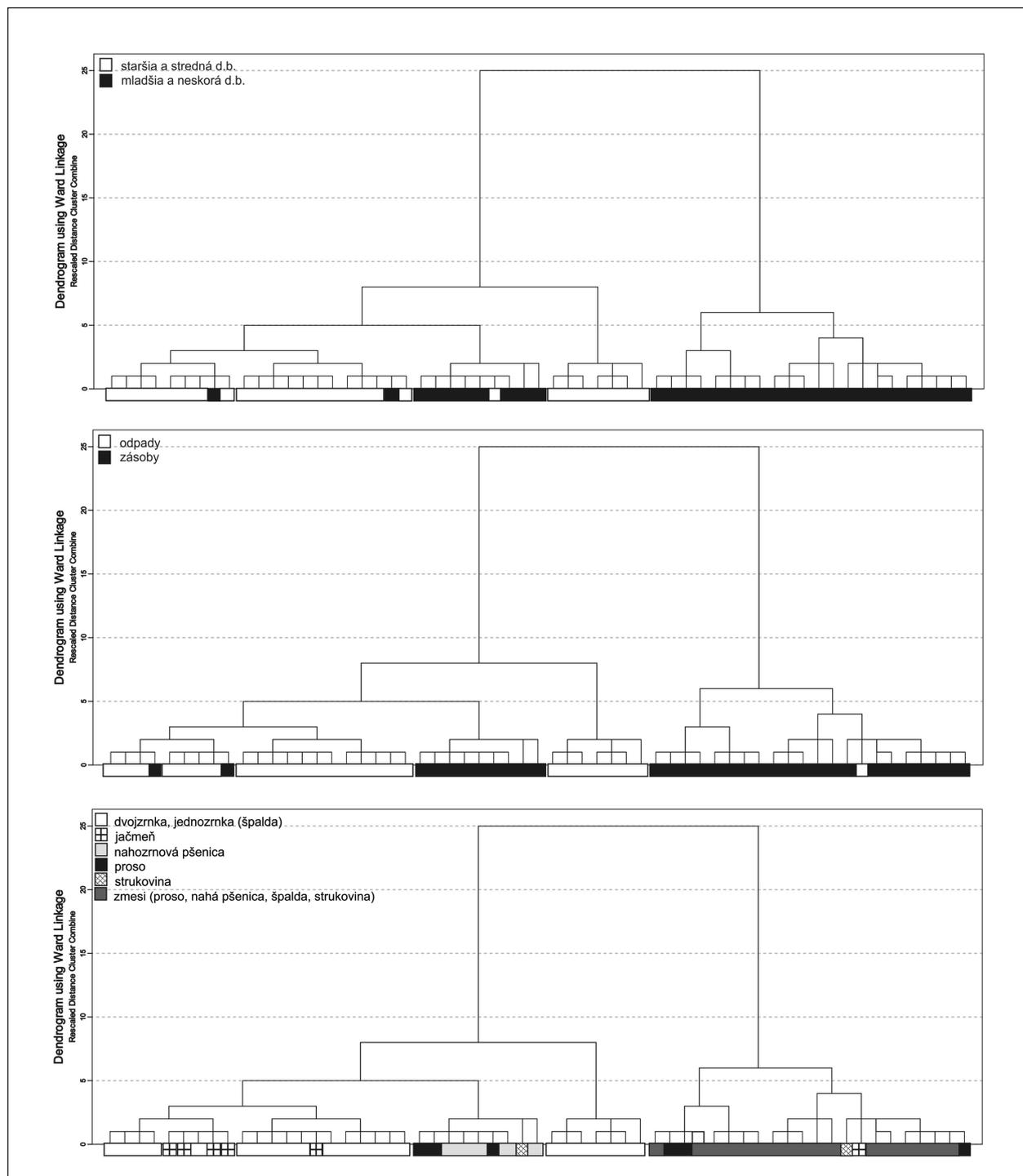
Aby som zistila, či dáta skrývajú ešte nejaké ďalšie rozdiely, použila som klasifikačnú metódu zhlukovej analýzy (CA).

Zhlukovú analýzu môžeme vo všeobecnosti definovať ako súbor rôznych algoritmov, pomocou ktorých sa na základe podobnosti a rozdielnosti zlučujú objekty do skupín – zhlukov. Zhluk tak predstavuje skupinu objektov, ktoré majú v jeho rámci podobné vlastnosti (sú si navzájom podobné) a líšia sa od objektov z iných zhlukov. Vzorky, ktoré sú zoskupené v analýze najskôr (napr. ich *fusion coefficient* je menší ako 15), sú si podobné, kým vzorky, ktoré sa zhlukujú nad touto hranicou koeficientu, sú si nepodobné. Na zhlukovanie vzoriek som použila tzv. Wardovu metódu.

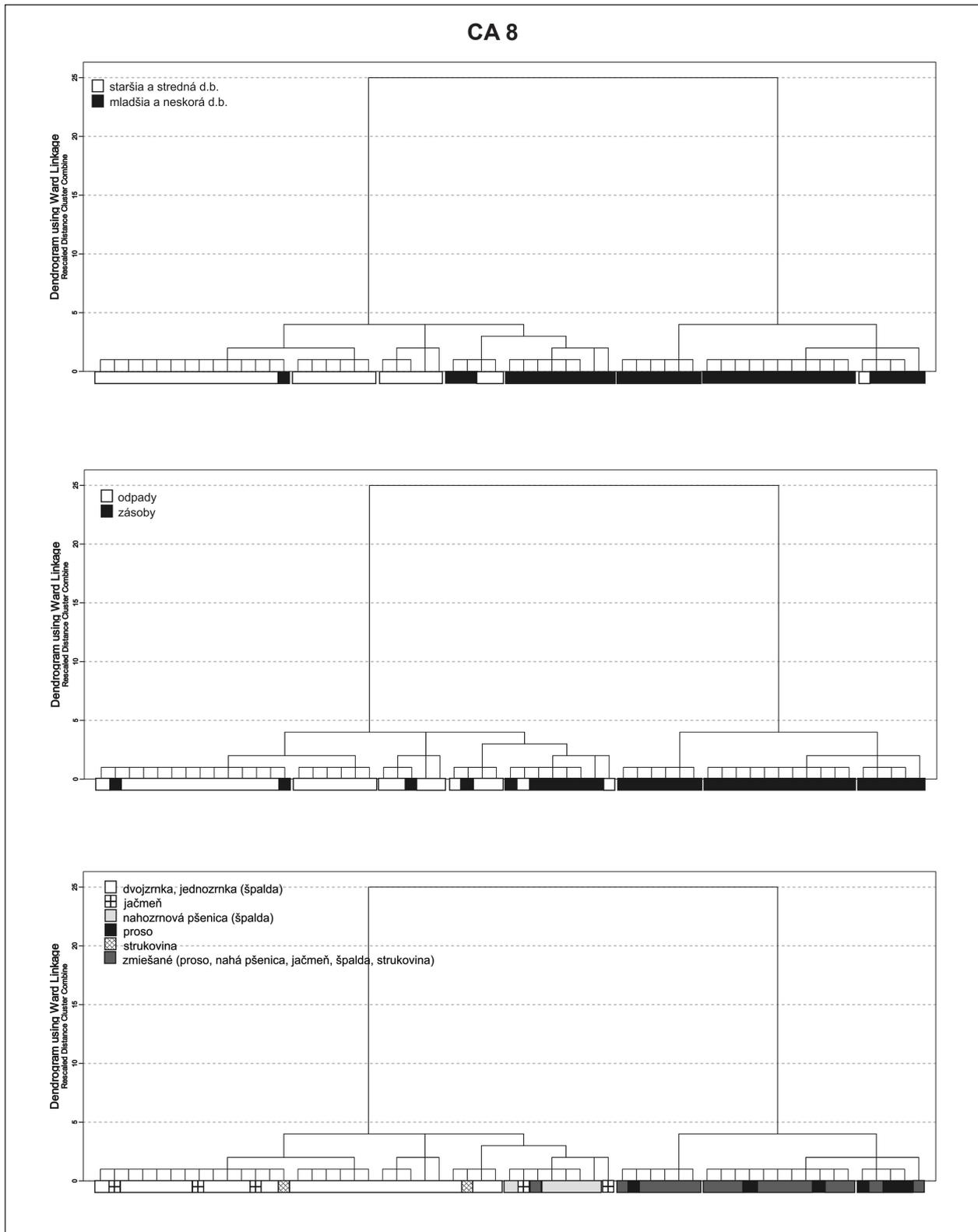
Uskutočnila som 9 analýz CA:

ANALÝZA	PREMENNÉ	ŠTANDARDIZÁCIA/TRANSFORMÁCIA	METÓDA
CA 1	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/žiadna	Wardova
CA 2	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/logaritmická	Wardova
CA 3	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	percentál/žiadna	Wardova
CA 4	buriny všetky	žiadna/žiadna	Wardova
CA 5	buriny všetky	žiadna/logaritmická	Wardova
CA 6	buriny všetky	percentál/žiadna	Wardova
CA 7	len buriny > 10 %	žiadna/žiadna	Wardova
CA 8	len buriny > 10 %	žiadna/logaritmická	Wardova
CA 9	len buriny > 10 %	percentál/žiadna	Wardova

Výsledky analýz sú uvedené v tab. 8.2. Potvrdzujú poznatky zistené v DCA a to, že vzorky odpadov z úpravy plodín a odpady zásob tvoria viac-menej oddelené skupiny. Rozdiel je najjasnejší pri zohľadnení nálezov plodín (CA 1–3), ale trend sa zachováva (i keď v menšej miere) aj pri súboroch burín samotných (CA 4–9). Pretože výsledky z jednotlivých analýz v prípade zmiešanej matice plodín a burín, ako aj matice burín samotných sú podobné, prezentujem iba grafický výstup CA 2 (plodiny aj buriny; obr. 8.6.) a CA 8 (len buriny; obr. 8.7.).



Obr. 8.6. Zhluková analýza s použitím plodín aj burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. Hore – svetlou farbou sú vyznačené vzorky odpadov, tmavou farbou vzorky zásob, dole – svetlou farbou sú vyznačené vzorky plevnatých pšeníc, tmavou farbou ostatné plodiny.



Obr. 8.7. Zhluková analýza s použitím samotných burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. Hore – svetlou farbou sú vyznačené vzorky odpadov, tmavou farbou vzorky zásob, dole – svetlou farbou sú vyznačené vzorky plevnatých pšeníc, tmavou farbou ostatné plodiny.

8.1.4. Diskriminačná analýza (DA)

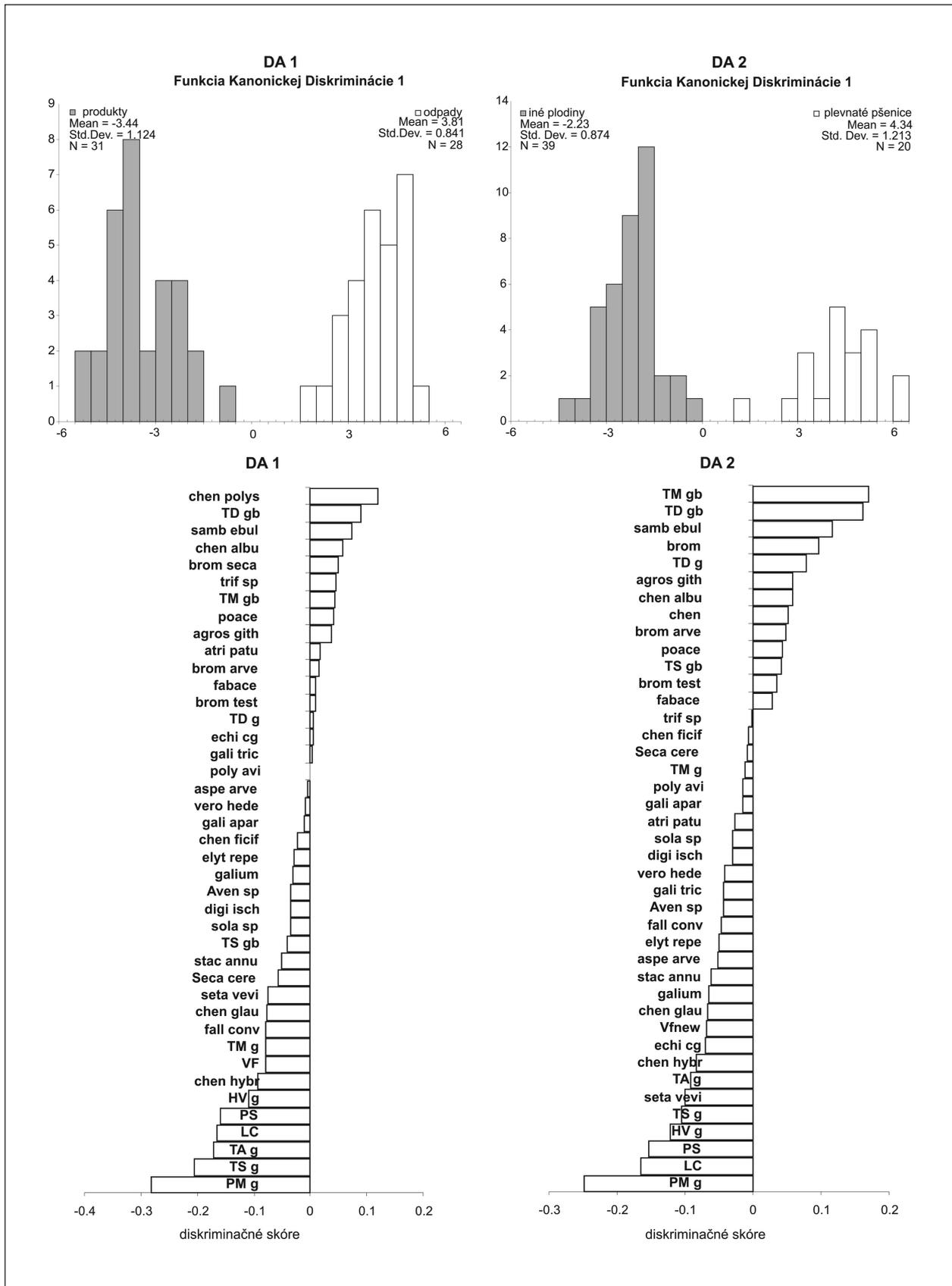
Ako poslednú som použila diskriminačnú analýzu, ktorú je možné aplikovať vtedy, ak je možné vzorky priradiť k nejakým skupinám *a priori* (Digby/Kempton 1987). Analýza DA patrí tiež medzi klasifikačné techniky, ale na rozdiel od analýzy CA je schopná zistiť aj to, ktoré premenné spôsobujú najväčšiu variabilitu súboru – t. j. hľadá lineárnu kombináciu premenných, ktoré majú najväčšiu mieru variability medzi skupinami v relatívnom pomere k ich variabilite v rámci skupiny. Na analýzu variability medzi skupinami sa zvyčajne používa koeficient Wilkovej lambdy (*Wilk's Lambda coefficient*). Tento koeficient udáva hodnotu, čo vysvetľuje tú časť celkovej variability diskriminačných skóre jednotlivých premenných, ktorú nevysvetľujú rozdiely medzi skupinami. Ak má lambda hodnotu blízku alebo rovnú 1, tak je priemerná hodnota diskriminačných skóre rovnaká v oboch skupinách a medzi skupinami nie je žiadna variabilita (nie sú dobre oddelené). Ak je lambda rovná alebo blízka 0, tak je diskriminácia skupín lepšia (t. j. skupiny sú jasne oddelené). Ďalšou mierou úspešnosti diskriminácie (oddelenia) skupín je percento reklasifikovaných vzoriek. Hodnota diskriminačných skóre jednotlivých premenných (v tomto prípade botanických druhov) je navyše indikátorom ich dôležitosti pre diskrimináciu skupín.

Pre podobnosť výsledkov získaných pri opakovaní analýz na rôzne upravenej matici dát zaznamenanú vyššie, som v rámci DA pracovala už len s logaritmicke transformovanými numerickými dátami a dátami štandardizovanými s použitím percentuálneho zastúpenia druhov v jednotlivých kategóriách.

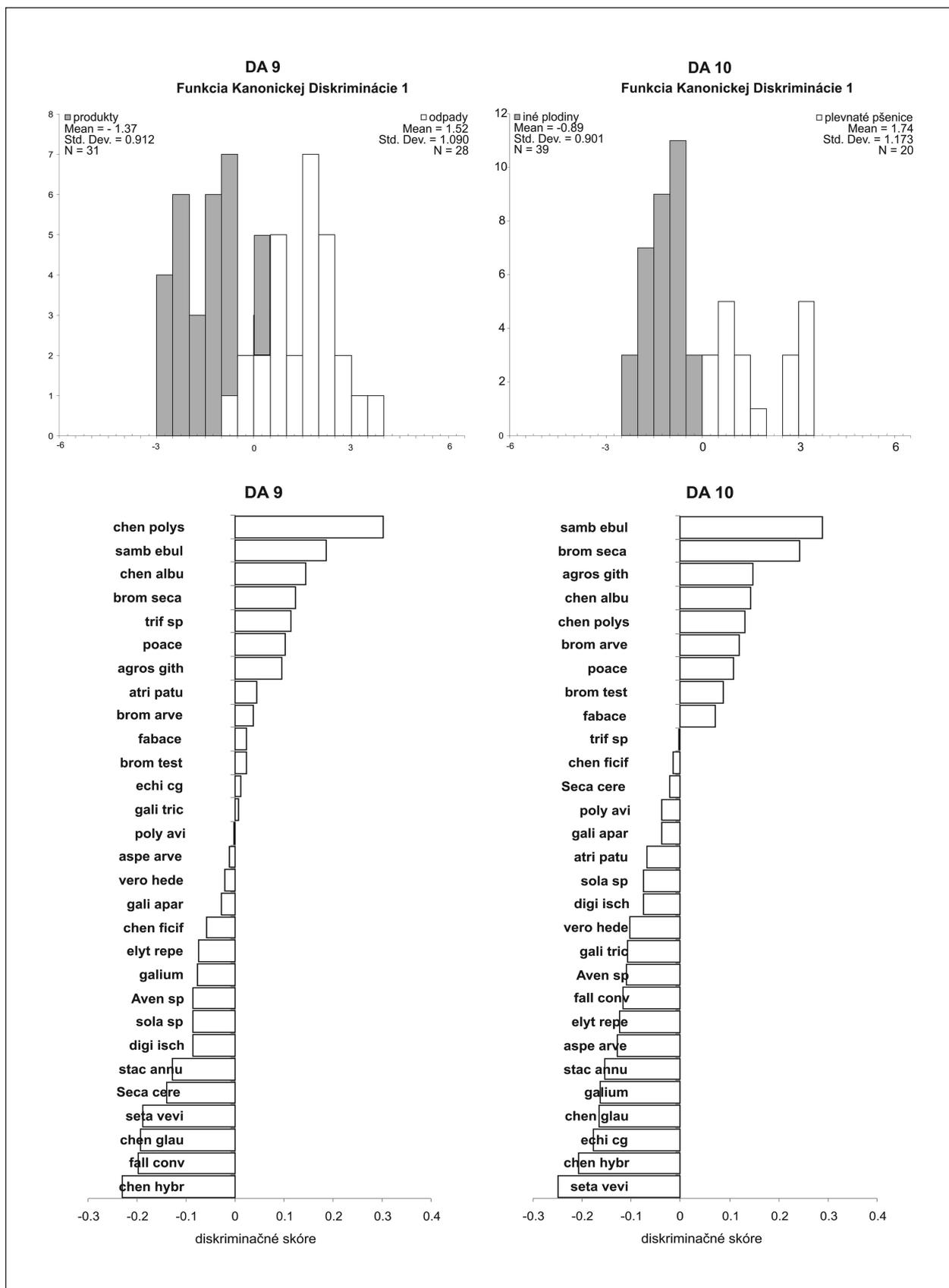
Uskutočnila som 12 analýz:

ANALÝZA	PREMENNÉ	ŠTANDARDIZÁCIA/ TRANSFORMÁCIA	ZOSKUPOVACIA PREMENÁ
DA 1	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/logaritmická	odpady/zásoby
DA 2	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	žiadna/logaritmická	typy plodín
DA 3	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	percentál/žiadna	odpady/zásoby
DA 4	zrno/plevy/buriny (plodiny aj buriny > 10 %)	percentál/žiadna	typy plodín
DA 5	buriny všetky	žiadna/logaritmická	odpady/zásoby
DA 6	buriny všetky	žiadna/logaritmická	typy plodín
DA 7	buriny všetky	percentál/žiadna	odpady/zásoby
DA 8	buriny všetky	percentál/žiadna	typy plodín
DA 9	len buriny > 10 %	žiadna/logaritmická	odpady/zásoby
DA 10	len buriny > 10 %	žiadna/logaritmická	typy plodín
DA 11	len buriny > 10 %	percentál/žiadna	odpady/zásoby
DA 12	len buriny > 10 %	percentál/žiadna	typy plodín

Výsledky analýz pre jednotlivé skupiny dát boli opäť podobné (tab. 8.3.), a preto detailnejšie prezentujem iba výsledky DA 1 a DA 2 (obr. 8.8.) a DA 9 a DA 10 (obr. 8.9.). Hodnota Wilkovej lambdy dosahuje hodnoty najbližšie 0 v analýzach DA 1–4 (v rozsahu od 0,06 po 0,1) a najvyššie hodnoty v DA 9–12 (v rozsahu od 0,3 po 0,4). Z toho vyplýva, že na oddelenie skupín odpadov a produktov (a zároveň na oddelenie skupín dvoch základných typov plodín – plevnaté pšenice a ostatné plodiny) sa výrazne podieľajú najmä pestované rastliny. Buriny samotné tiež tieto skupiny oddeľujú, ale v menšej miere.



Obr. 8.8. Diskriminačná analýza s použitím plodín aj burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. DA 1 – diskriminácia na základe príslušnosti k odpadom alebo produktom z úpravy plodín, DA 2 – diskriminácia na základe príslušnosti k typu plodiny.



Obr. 8.9. Diskriminačná analýza s použitím burín, ktoré sa nachádzajú vo viac ako 10 % vzoriek. DA 9 – diskriminácia na základe príslušnosti k odpadom alebo produktom z úpravy plodín, DA 10 – diskriminácia na základe príslušnosti k typu plodiny.

8.1.5. Zhrnutie mnohorozmerných štatistických analýz

Podľa získaných výsledkov sú rozdiely medzi vzorkami výraznejšie, ak sa hodnotia z pohľadu produktov z procesu úpravy plodín (zásoby a odpady), a menšie (ale predsa prítomné), keď sa hodnotia z pohľadu typov jednotlivých plodín. To nie je prekvapivé, lebo výrazný rozdiel v druhovom zložení archeobotanických vzoriek spôsobuje práve proces pozberovej úpravy plodín, ktorý v jednotlivých fázach určité druhy burín výrazne eliminuje, a iné zachováva (G. Jones 1992).

V sledovanom súbore z doby bronzovej zo Slovenska sú vo vzorkách odpadov zastúpené vzorky s dominanciou jednozrnky a/alebo dvojzrnky (22 vzoriek), pšenice špaldovej (1 vzorka) a jačmeňa (5 vzoriek). V skupine zásob sú naopak vzorky s dominanciou prosa (6 vzoriek), nahozrnovej pšenice (4 vzorky), pšenice špaldovej (2 vzorky), strukovín (2 vzorky) a vzorky zmiešaného charakteru (proso, nahozrnová pšenica, špalda, jačmeň a strukoviny v rôznej kombinácii a pomere). Je dôležité upozorniť na to, že takmer všetky odpady (s výnimkou 3 vzoriek) pochádzajú zo staršej a strednej doby bronzovej a vzorky zásob (tiež s výnimkou 3 vzoriek) pochádzajú z mladšej a neskoršej doby bronzovej.

V skupine odpadov sa pri niektorých analýzach DCA oddelili vzorky s jačmeňom od vzoriek jednozrnky a dvojzrnky. Je prekvapujúce, že vo väčšine analýz vzorky v skupine zásob vykazujú podobnosť, a to i napriek tomu, že ich tvoria druhy, pri ktorých pestovaní sa dnes používajú veľmi odlišné agrotechnické postupy⁷⁹. Výnimkou je len 9 vzoriek – 5 zásob s pšenicou špaldovou a pšenicou siatou, 3 vzorky prosa a 1 vzorka s bôbom konským, ktoré v analýze CA vykazujú bližšiu afinitu k vzorkám (odpadov) jednozrnky, dvojzrnky a jačmeňa ako ku vzorkám ostatných zásob (najmä prosa a vzoriek premiešaných). V analýze DCA sú tieto vzorky podobné vzorkám zásob vo väčšej miere, no v ordinačnom diagrame sú situované bližšie ku vzorkám odpadov. Tento trend sa prejavuje na dátach s plodinami aj dátach samotných burín. To znamená, že zloženie burinových druhov v skupine vzoriek pšenice siatej a špaldovej je podobné zloženiu burín v jednozrnke a dvojzrnke (prípadne jačmeni). Môže to indikovať 1. použitie podobných poľnohospodárskych postupov pre oba typy plodín, alebo 2. že pri použití vtedajších postupov úpravy jednozrnky a dvojzrnky sa v dobe bronzovej dostávali do odpadov najmä druhy, ktoré bežne rástli v (niektorých) poliach špaldy a nahozrnovej pšenice.

Skupinu odpadov charakterizujú najmä zrná a plevy dvojzrnky, plevy jednozrnky a špaldy a z burín *Sambucus ebulus*, *Bromus secalinus*, *Agrostemma githago*, *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum* a jednoročné trávy *Poaceae*. Skupinu zásob charakterizujú najmä zrná prosa, semená strukovín, zrná jačmeňa, nahozrnovej pšenice a špaldy a z burín sú to *Setaria verticillata/viridis*, *Chenopodium hybridum*, *Echinochloa crus-galii*, *Galium* sp. a *Fallopia convolvulus*.

Väčšina štatistických analýz dokladá, že v sledovanom súbore sú väčšie rozdiely medzi vzorkami odpadov a produktov, preto sa zameriam najskôr na zistenie toho, či existujú rozdiely v ekologických nárokoch burín v týchto dvoch skupinách vzoriek. Keďže sa v niektorých analýzach v skupine odpadov oddeľujú vzorky jačmeňa od vzoriek plevnatých pšeníc a v skupine zásob sa oddeľujú vzorky s pšenicou nahozrnovou a špaldovou od vzoriek s prosom (a vzoriek, kde je proso významnou prímiesou), budem sledovať aj rozdiely v ekologických charakteristikách vzoriek jednotlivých typov plodín. V druhej analýze nebudem zohľadňovať príslušnosť vzoriek k odpadom a produktom, keďže plevnaté pšenice a jačmene predstavujú takmer výhradne vzorky odpadov z úpravy plodín a ostatné plodiny zásoby.

8.2. Autekologická analýza burinových druhov

8.2.1. Úvod

V tejto časti budem sledovať ekologické „správanie sa“ burinových druhov vymedzených skupín vzoriek vo vzťahu k pôdnym, klimatickým, biotickým a antropogenickým činiteľom. Budem hľadať, či environmentálne faktory prostredia spôsobujú rozdiely medzi definovanými skupinami vzoriek. V prvom slede analýz budú skupinu 1 predstavovať vzorky odpadov a skupinu 2 vzorky produktov z úpravy plodín. V druhom slede analýz budem skúmať 6 skupín plodín (1 – jednozrnka a dvojzrnka, 2 – jačmeň, 3 – nahozrnová a špaldová pšenica, 4 – proso, 5 strukoviny a 6 – vzorky zmiešaného charakteru). V úvode tejto kapitoly sa spomína, že pre práce podobného charakteru je veľmi dôležité používať miestne štúdie o autekologických vlastnostiach druhov. Časť potrebných informácií o reakcii druhov na pôdne faktory prostredia (pôdna vlhkosť, pôdna reakcia a pôdny dusík) v geografických podmienkach (východnej časti strednej Európy uvádza A. Jurko (1990). Keďže neexistujú lokálne ekologické štúdie, ktoré by jednotlivé druhy charakterizovali z hľadiska ich vzťahu ku klimatickým charakteristikám (svetlo, teplota a kontinentalita), preberám informácie o týchto vlastnostiach jednotlivých druhov z publikácie H. Ellenberga (1979). Informácie o výskyte druhov v jednotlivých typoch burinových spoločenstiev kombinu-

⁷⁹ V miernom pásme Európy sa v oblastiach s tradičným poľnohospodárstvom takmer výhradne pestuje: jačmeň a pšenica na poliach ako ozimina alebo jarina v intenzívnom aj extenzívnom režime, proso ako jarná poľná plodina a strukoviny ako záhradné plodiny v intenzívnom režime.

jem na základe viacerých prác (Dostál/Červenka 1992; Krippelová 1967, 1972, 1974; Eliáš/Hajnalová/Pažinová 2007). Informácie o výške rastlín a fenofáze kvitnutia preberám z Dostál/Červenka (1992). V prípade informácií o životnej forme a čase klíčenia vychádzam opäť z viacerých zdrojov (Čvančara 1962; Matus et al. 2005; www.agroatlas.ru).

V ekologických aj štatistických prácach sa odporúča z analýzy odstrániť ojedinelé vzácne druhy (tzv. *rare species*), avšak z dôvodu práce s dátami, ktoré sú výrazne fragmentárne (príčinou je samotný archeologický pôvod vzoriek), som sa rozhodla v ekologických analýzach použiť dáta neredukované. Pričom pri ekologických charakteristikách jednotlivých vzoriek, pokiaľ nie je uvedené inak, vychádzam zo zastúpenia (počtu) taxónov s danou ekologickou charakteristikou vo vzorke.

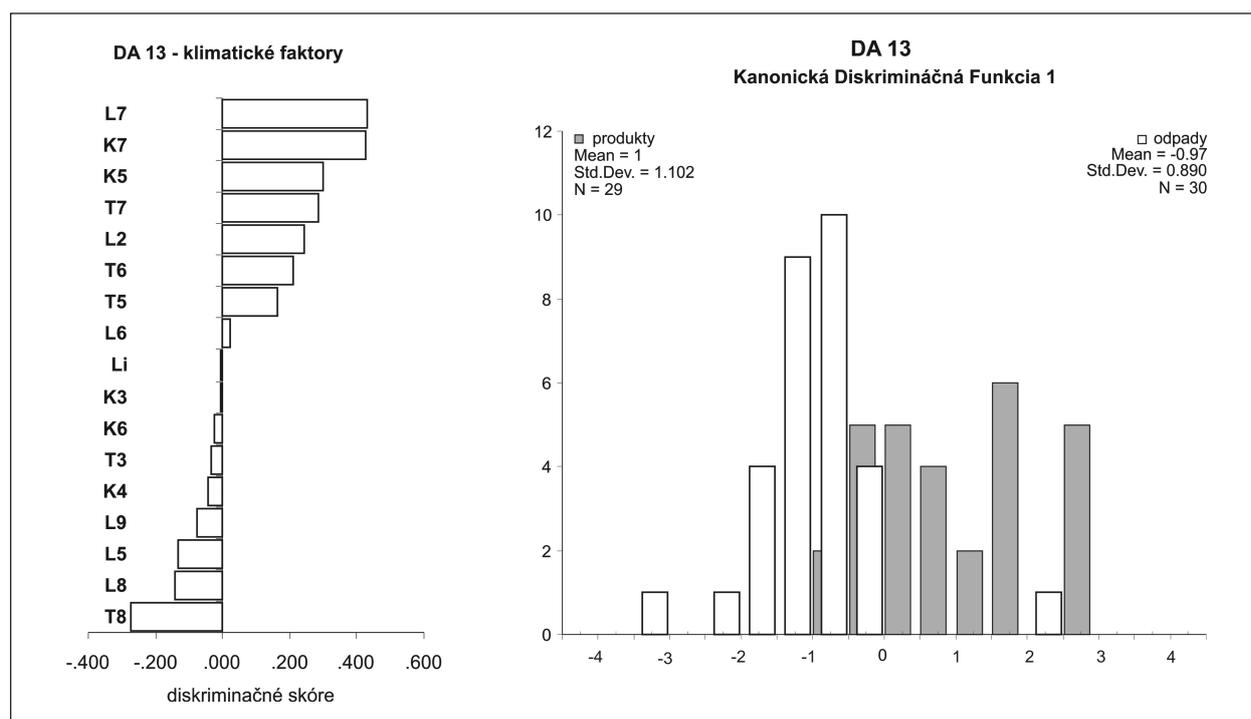
8.2.2. Klimatické faktory

Reakciu rastlín na klimatické podmienky prostredia (faktory), ako svetlo, teplota a kontinentalita, opísal vo svojej štúdiu Ellenberg (1979). Jeho indikačné hodnoty pre „svetlo“ sa týkajú výskytu druhov vo vzťahu k relatívnej slnečnej intenzite (slnečnému svitu) v letných mesiacoch. Pohybujú sa od L1 – rastliny plného tieňa, tieňomilné, po L9 – rastliny plného svetla, svetlomilné. Jeho hodnoty pre „teplotu“ odrážajú rozšírenie rastliny v závislosti od zemepisnej šírky a nadmorskej výšky a pohybujú sa od T1 – chladná klíma, boreálna, arktická alebo vysokohorská, po T9 – veľmi teplá, mediteránna klíma. Pri indikačných hodnotách pre „kontinentalitu“ vychádza z rozšírenia daného druhu v závislosti od kontinentality všeobecného podnebia, so zvláštnym dôrazom na minimálne a maximálne teploty. Hodnoty sa pohybujú od K1 – euoceánickej, zachytávajúcej strednú Európu iba v najzápadnejšej oblasti, až po K9 – eukontinentálnu, zriedkavo zachytávajúcu východnú časť (západnej) strednej Európy (Ellenberg 1979) (tab. 8.4).

S cieľom zistiť, či je možné pripísať rozdiely medzi skupinami aj rozdielom vo vlastnostiach burinových druhov vo vzťahu ku klimatickým faktorom, som použila metódu diskriminačnej analýzy. Ellenbergove indikačné hodnoty pre každý druh a faktor klímy boli použité ako premenné a rozdelenie do skupín 1 a 2 a následne 1 až 6 bolo použité ako diskriminačný faktor.

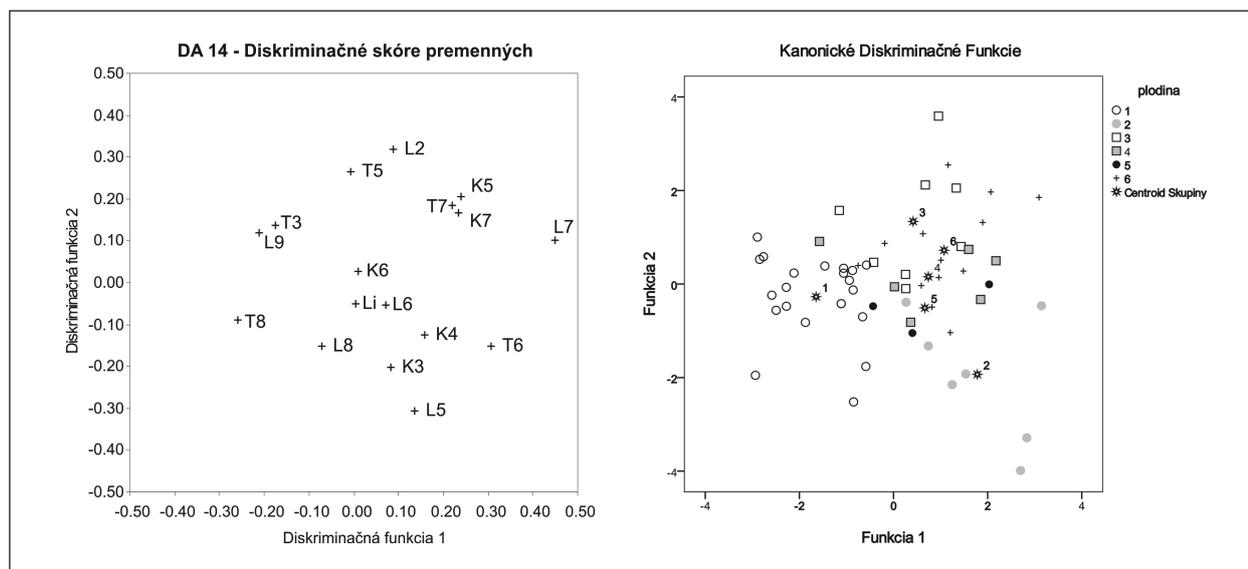
ANALÝZA PREMENNÉ TRANSFORMÁCIA DISKRIMINÁCIA PODĽA

DA 13	L, T, K	žiadna	procesu úpravy plodín – odpady (1) a produkty (2)
DA 14	L, T, K	žiadna	plodín – (1) jednozrnka a dvojzrnka, (2) jačmeň, (3) špalda a pšenica siata, (4) proso, (5) strukoviny, (6) zmiešané vzorky



Obr. 8.10. Diskriminačná analýza s použitím Ellenbergových (1979) indikačných hodnôt pre klímu. Diskriminované na základe príslušnosti k skupinám 1 (odpady) a 2 (zásoby). Skupina 1 sa spája s negatívnymi a skupina 2 s pozitívnymi diskriminačnými skóre. Klimatické faktory podľa tab. 9.4.

Výsledky prvej analýzy sú prezentované na obr. 8.10. V skupine odpadov sa častejšie vyskytli teplomilné (T8) a svetlomilné (L8) druhy. Skupinu zásob charakterizujú druhy polosvetla (L7), prechodnej (K5) a subkontinentálno-kontinentálnej (K7) a najmä teplej klímy (T7). Podiel správne reklasifikovaných vzoriek je 86,44 % (obr. 8.10.) a koeficient Wilkovej lambdy 0,52 (tab. 8.5.), čo naznačuje slabú diskrimináciu vzoriek týchto dvoch skupín s použitím klimatických faktorov. V podstate nie je medzi skupinami výraznejší rozdiel. V oboch skupinách prevládajú teplomilnejšie a svetlomilné druhy, hoci vo vzorkách odpadov sú druhy s o málo vyššími nárokmi na teplotu aj svetlo a vo vzorkách zásob sa vyskytuje viac druhov s afinitou k subkontinentálnej klíme. Tieto rozdiely sú však veľmi malé a nie sú hlavným zdrojom variability. Gradient klímy sa preto výraznejšie na rozdieloch týchto dvoch skupín nepodieľa.



Obr. 8.11. Diskriminačná analýza s použitím Ellenbergových (1979) indikačných hodnôt pre klímu. Diskriminované na základe príslušnosti k plodínám: skupina 1 (jednozrnka a dvojozrnka), 2 (jačmeň), 3 (špald a pšenica siata), 4 (proso), 5 (strukoviny) a 6 (zmiešané). Klimatické faktory podľa tab. 9.4.

Výsledky diskriminácie na základe plodín sú prezentované na obr. 8.11. Skupiny sa pomerne dobre diskriminujú pomocou 1. a 2. funkcie (tab 8.5.). Prvá funkcia diskriminuje plevnaté pšenice a ostatné plodiny, druhá funkcia (častočne) oddeľuje jačmeň. Vo vzorkách plevnatých pšeníc (podobne ako v odpadoch v predchádzajúcej analýze) sú zastúpené vo zvýšenej miere druhy teplomilné a svetlomilné T8, L9 (L8). Výnimku tu tvorí faktor T3, spôsobený pomerne častým výskytom semien burinovej raže, vo všeobecnosti studenomilnej rastliny, ktorá však dobre znáša aj teplé podmienky. Vo vzorkách s jačmeňom sú častejšie zastúpené druhy miernej až teplej klímy (T6), druhy polotieňa-polosvetla (L6) a druhy s vyššou afinitou k oceánickejšej klíme (K3, K4). Vzorky s pšenicou siatou a špaldovou, prosom a vzorky zmiešané sú charakterizované tými istými klimatickými faktormi, ktoré boli najvýznamnejšie pri charakteristike všetkých zásob v predchádzajúcej analýze (L7, K5, K7, T7).

Koeficient Wilkovej lambdy prvej funkcie je 0,08 a druhej funkcie 0,24 (tab. 8.5.), čo naznačuje pomerne dobrú diskrimináciu vzoriek pri zohľadnení prvej funkcie. Avšak podiel správne reklasifikovaných vzoriek je len 71,19 %, a preto je možné zaznamenané rozdiely vnímať len ako istý trend.

Výsledky hodnotenia klimatických faktorov na diskrimináciu vzoriek sledovaných skupín je možné zhrnúť takto:

1. Svetlo

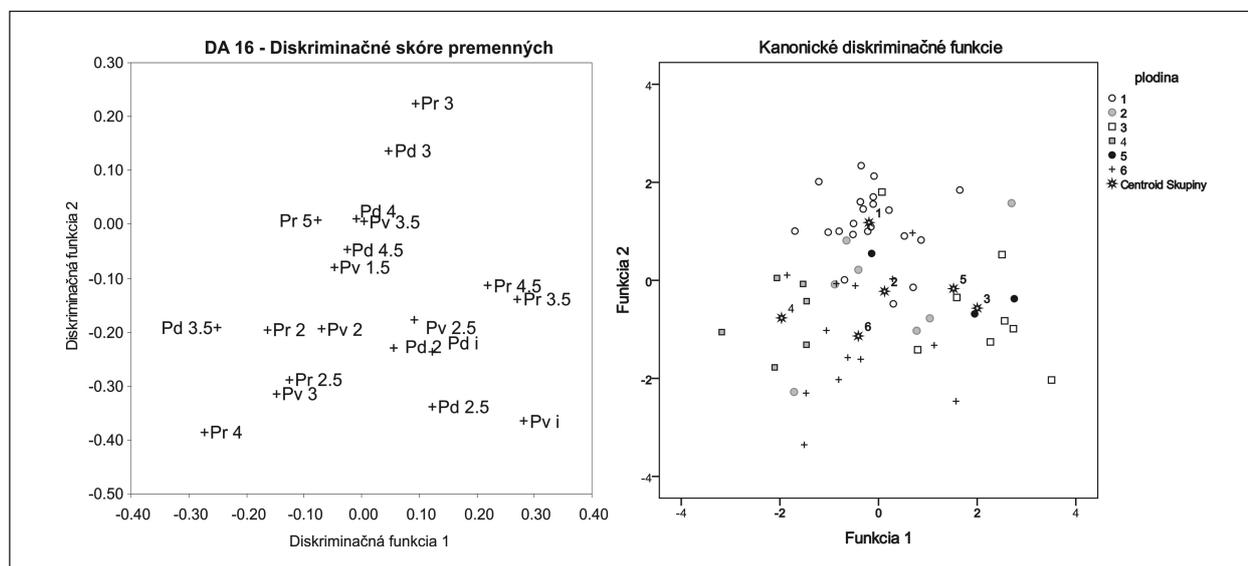
- v súbore sa celkovo vyskytujú najmä druhy svetlomilnejšie (indikujúce nízke zaburinenie polí, väčšie rozstupy medzi radmi vysiatych/vysadených plodín, prípadne nezatienie okolitým porastom (les) – t. j. situovanie polí v otvorenej krajine alebo na južne orientovaných polohách),
- burinové druhy indikujú najsvetlejšie podmienky v porastoch plevnatých pšeníc a najzatienejšie (ale stále na hranici polosvetlo-polotieň) v porastoch jačmeňa. Tie mohli byť spôsobené vyšším zaburinením polí jačmeňa, t. j. menej intenzívnou starostlivosťou o jačmeň ako o plevnaté pšenice, ale aj tým, že jačmeň je nižšia plodina, t. j. má nižšiu konkurencieschopnosť; ďalej to tiež mohlo byť výsledkom hustého zápoja, t. j. vyššej hustoty výsevu, a pod..

2. Teplota

- v súbore sú zastúpené najmä druhy teplomilné, jediným chladnomilnejším druhom je raž (*Secale cereale*), ktorá tu vystupuje v úlohe buriny,

Výsledky diskriminačnej analýzy pri použití edafických faktorov ako premenných a na základe delenia vzoriek na odpady a produkty naznačujú len slabú diskrimináciu vzoriek. Koeficient Wilkovej lambdy je 0,59 a podiel správne reklasifikovaných vzoriek 69,5 % (tab 8.7.). K faktorom, ktoré sa podieľajú na diskriminácii najvyššou mierou, patria Pd 3 (resp. Pr 3) pre vzorky s odpadmi a Pv 3, Pr 2,5 a Pv i pre vzorky zásob (obr. 8.12.), t. j. odpady sú charakterizované druhmi stredne bohatých (a slabo kyslých) pôd, zásoby druhmi sviežich pôd alebo druhmi indiferentnými voči vlhkosti a zároveň kyslými až slabo kyslými pôdami. Zaznamenané rozdiely medzi skupinami sú ešte menšie ako pri klimatických faktoroch, a teda ani ekologický gradient pôdných vlastností sa výraznejšie nepodieľa na rozdieloch týchto dvoch skupín.

Výsledky diskriminácie na základe plodín sú prezentované na obr. 8.13. Skupiny sa pomerne dobre diskriminujú najmä pomocou prvej funkcie (tab 8.7.), ktorá rozdeľuje vzorky s nahozrnovou a špaldovou pšenicou od vzoriek prosa a vzoriek zmiešaných; druhá funkcia diskriminuje vzorky s jednozrnkou a dvojnou. Skupinu nahej a špaldovej pšenice charakterizujú vysoké hodnoty pre Pv i (druhy indiferentné voči vlhkosti) a Pr 3,5 (slabo kyslé až neutrálné pôdy). Skupinu vzoriek s prosom charakterizujú druhy pôd s neutrálnym pH (Pr 4) a druhy pôd stredne bohatých až bohatých (Pd 3,5) a plevnaté pšenice druhy slabo kyslých (Pr 3) a stredne bohatých (Pd 3) pôd. Koeficient Wilkovej lambdy prvej až piatej funkcie je 0,05 a druhej až piatej funkcie (po vynechaní prvej) 0,17 (tab. 8.5.), čo naznačuje pomerne dobrú diskrimináciu vzoriek najmä podľa prvej funkcie. Avšak podiel správne reklasifikovaných vzoriek je opäť nízky (69,5 %), a preto nie je možné považovať zaznamenané rozdiely za preukazné.



Obr. 8.13. Diskriminačná analýza s použitím Ellenbergových (1979) indikačných hodnôt pre klímu. Diskriminované na základe príslušnosti k plodinám: skupina 1 (jednozrnka a dvojnou), 2 (jačmeň), 3 (špald a pšenica siata), 4 (proso), 5 (strukoviny) a 6 (zmiešané). Klimatické faktory podľa tab. 9.4.

Výsledky hodnotenia pôdných faktorov na diskrimináciu vzoriek sledovaných skupín je možné zhrnúť takto:

1. Pôdna vlhkosť

- v súbore celkovo prevažujú druhy suchých až sviežich a sviežich pôd,
- indiferentnosť voči pôdnej vlhkosti patrí k trom najvýznamnejším faktorom a spája sa s nahozrnovou a špaldovou pšenicou.

2. Pôdna reakcia

- najviac druhov patrí do skupiny druhov indiferentných voči pH; ich prítomnosť v jednotlivých skupinách plodín je natoľko vyrovnaná, že tento faktor bolo potrebné zo štatistickej analýzy vylúčiť,
- dva faktory pôdnej reakcie Pr 4 (neutrálné pôdy) a Pr 3 (slabo kyslé pôdy) sa javia pri diskriminácii vzoriek prosa a plevnatých pšeníc (jednozrnka a dvojnou) ako najvýznamnejšie; Nemožno vylúčiť, že viazanosť jednozrnky a dvojnou na slabo kyslé pôdy pravdepodobne vychádza zo skutočnosti, že dve tretiny vzoriek v tejto skupine pochádzajú z lokality Včelince, situovanej na aluviálnych nekarbonátových fluvizemiach.

3. Pôdny dusík

- v súbore sú v rovnakom pomere zastúpené druhy chudobnejších (Pv 1–2) aj bohatších pôd (Pv 4–5); zastúpenie druhov týchto vlastností v jednotlivých plodinách je veľmi vyrovnané, a preto sa len veľmi málo podieľajú na celkovej variabilite,

- b. ako najvýznamnejší sa javí faktor Pd 3 (pôdy strednej kvality),
 c. častá prítomnosť druhov *Chenopodium album* aggr., *Polygonum lapathiifolium*, *Polygonum persicaria*, *Atriplex* sp. a *Poa annua*, zvyšujúcich počty na pôdach hnojených maštalným hnojom, a druhov dusíkatých pôd *Chenopodium polyspermum*, *Ch. hybridum*, *Ch. glaucum*, *Galium aparine*, *Hyoscyamus niger* a *Solanum nigrum* a zároveň zriedkavý výskyt druhov chudobných pôd *Asperula arvensis*, *Bromus tectorum*, *Digitaria ischaemum*, *Galium glaucum*, *G. tricornutum*, *Stachys recta* a *Thymellea passerina* naznačujú použitie maštalného hnoja; techniky spojené so zlepšovaním kvality pôdy sa vo vyššej miere uplatňujú v mladšom ako v staršom období a spojené sú najmä so vzorkami prosa a špaldovej i nahej pšenice.

Výskyt druhov bohatých a chudobných pôd a indikátorov hnojenia (počet taxónov)

Plodina	Počet taxónov	Bohaté pôdy	Indikátory hnojenia	Chudobné pôdy
jednozrnka a dvojazrnka	39	12,8 %	10,3 %	12,8 %
jačmeň	22	19,0 %	9,5 %	9,5 %
nahá a špaldová pšenica	39	15,0 %	12,5 %	7,5 %
proso	20	15,0 %	15,0 %	5,0 %
strukoviny	14	21,4 %	7,1 %	14,3 %
zmiešané	32	14,7 %	11,8 %	17,6 %

4. Rozdiely v burinovom zložení vzoriek odpadov a produktov a jednotlivých plodín je možné spájať s rozdielnymi nárokmi na pôdne podmienky. Z troch sledovaných pôdných vlastností sa najvýraznejšie prejavujú faktory pôdnej reakcie a pôdnej vlhkosti. Je prekvapivé, že faktory pôdneho dusíka, často viazané na pH pôdy, ostávajú v analýze nevýznamné.

8.2.4. Biotické faktory

Jedným z dôležitých faktorov ovplyvňujúcich zloženie burinového spoločenstva je typ plodiny (Ellenberg 1988, 628–632). Pestovaná plodina svojím habitusom (výškou, tvarom, veľkosťou a počtom listov) vplýva najmä na množstvo dostupného svetla a svojimi rastovými nárokmi na zvolený pestovateľský postup. Na zistenie času výsadby (a zberu), respektíve spôsobu a intenzity starostlivosti o plodiny (okopávanie, odburiňovanie), je možné použiť informácie o nárokoch burín (ktoré sa odrážajú v biotických faktoroch), ako čas klíčenia, začiatok a dĺžka doby kvitnutia a príslušnosť k fyto-sociologickým triedam.

Výška rastlín a produkcia tieňa

V sledovanom súbore je široké spektrum plodín. Rozpätia, v ktorom sa pohybujú hodnoty výšky dnes pestovaných variet a odrôd týchto plodín sú uvedené nižšie.

Výška dnes pestovaných odrôd plodín zaznamenaných v súbore z doby bronzovej na Slovensku (podľa Hajnalová/Dreslerová 2010, Čvančara 1962). Legenda: * – vyššie odrody poliehajú, hodnoty v stĺpčeku priemerná výška hrubým písmom – priemerné hodnoty udávané v literatúre, tenkým – vypočítané.

Plodina	Výška min. (cm)	Výška max. (cm)	Výška priemerná (cm)
<i>Triticum monococcum</i>	60	130(160)	110
<i>T. dicoccum</i>	80	130	127
<i>T. spelta</i>	60	150	112
<i>T. aestivum</i>	(40)60	120(150)	95
<i>T. aestivum-compactum</i>	90	140	105
<i>Hordeum vulgare</i>	60	120	90
<i>Panicum miliaceum</i>	45	150	97.5
<i>Camelina sativa</i>	60	70	65
<i>Lens culinaris</i>	10	40(70)	40
<i>Pisum sativum</i>	10(60)	80(200)*	45
<i>Vicia faba</i>	40(60)	100	70
<i>Vicia sativa</i>	10	60(100)	55

K najvyšším plodinám patria pšenice – archaická dvojrznka, jednozrnka a špalda. K najnižším strukoviny – hrach a šošovica. Zatienie týmito plodinami je variabilné a závisí nielen od geneticky podmieneného habitusu rastliny či od spôsobu vysievania/výsadby, ale aj od kvality pôdy a zrážkových pomerov v príslušnom roku. Všeobecne platné hodnoty zatienia porastmi jednotlivých plodín, ktoré by bolo možné bez výhrad použiť, preto neexistujú. V literatúre som sa stretla len s informáciou o celkovej ploche povrchu listov plodín na 1 m² pôdy pre ozimnú pšenicu siatu (17,5 m²), jačmeň jarný (13,5 m²) a jačmeň ozimný (14,5 m²) (Čvančara 1962, 209). Táto informácia však nehovorí o tom, aké množstvo a charakter tieňa/svetla porasty týchto plodín poskytujú.

Ešte ťažšie je nájsť informácie o biologických vlastnostiach archaických pšeníc. M. van der Veen napríklad udáva, že v rámci experimentov, s ktorými začala vo Veľkej Británii v druhej polovici osemdesiatych rokov 20. storočia, zistila, že pšenica špalďová je v priemere o 10 cm vyššia ako pšenica dvojrznová (cf. Veen 1992, 130). Pripomína však, že toto nemusí platiť pre iné (ňou nepestované) variety týchto dvoch plodín. Podobný výsledok som dosiahla pri vlastných (amatérskych) pestovateľských pokusoch s archaickými pšenícami na konci deväťdesiatych rokov 20. storočia ja sama. V dvoch rokoch po sebe na jeseň vysiatych obilnín dosiahli najväčšiu výšku špalda a dvojrznka, pričom jednozrnka dosahovala len dve tretiny ich výšky (autorka, nepublikované). Inú skúsenosť mám z políčok jednozrnky pestovanej tradičnými metódami v dnešnom Rumunsku (Hajnalová/Dreslerová 2010). V tomto regióne je jednozrnka jednou z najvyšších obilnín (popri kukurici a raži). Lokálne pestované odrody nahozrnovej pšenice tu dosahujú maximálne 2/3 výšky jednozrnky a jačmeň zriedkavo dorastá do polovice jej výšky. Navyše sa mi zdalo, že i napriek výške jednozrnky je v jej porastoch viac svetla ako v porastoch pšenice siatej. Jednozrnka, tu pestovaná najmä kvôli slame na výrobu slamených výrobkov, je v porovnaní s nahozrnovými pšenícami svetlejšej farby, má omnoho tenšie stebá i listy a aj keď výrazne odnožuje, buriny „nedusia“.

Faktor zatienia jednotlivých plodín sa nepriamo odráža v už analyzovaných klimatických faktoroch. Tie sa celkovo ukázali byť málo významným zdrojom variability, ale práve reakcia na svetlo je z nich faktorom najvýznamnejším (pozri vyššie). To môže indikovať, že zloženie burín vo vzorkách je výraznejšie ovplyvnené práve habitusom rastlín alebo spôsobom ich pestovania (spôsob sejby/siatia a intenzita starostlivosti). Žiaľ, nie sú dostupné informácie, ktoré by umožnili potvrdiť alebo vyvrátiť prvú možnosť. Druhú možnosť môžu pomôcť potvrdiť biotické vlastnosti hodnotené nižšie.

Čas klíčenia a životný cyklus burín

Ozimné jednoročky – jednoročné na jeseň klíčiace druhy burín, charakteristické pre spoločenstvá burín v ozimných (na jeseň vysiatych) obilninách, sú negatívne ovplyvňované jarnou orbou a úpravou pôdy. Pokiaľ sa takýto zásah – plytká orba, bránenie, okopávanie, vytrhávanie burín – udeje posledný, respektíve jediný raz počas veľmi skorkej jari, t. j. najneskôr v polovici marca, sú ešte schopné regenerácie. Ich výskyt na poliach môžeme zaznamenať aj vtedy, ak na poli nie sú vysadené ozimné obilniny. Keď sa však čas tejto úpravy posunie na máj – jún, prípadne neskôr, na poliach prevládnu jarné jednoročky, typické pre okopávané záhradné alebo na jar vysiate poľné plodiny. Toto platí vtedy, ak sa na obhospodarovanej ploche oba typy plodín v nejakom systéme rotácie/striedania pestovali, a teda semená burín týchto typov plodín sú prítomné v pôdnej semennej banke (Ellenberg 1988, 629). Jarné jednoročky, druhy klíčiace na jar alebo počas skorého leta, sú v plodinách vysiatych na jeseň (oziminách) v nevýhode, a to najmä kvôli zatienu, ktoré spôsobuje samotná plodina a tiež už vyklíčené buriny zo skupiny ozimných jednoročiek. Pozorovania na poliach ukazujú, že i druhy, ktoré môžu klíčiť na jeseň aj na jar, sú častejšie prítomné v plodinách vysiatych na jeseň (Bogaard et al. 2001). Druhy trvalé, ktoré sa rozmnožujú semenami, sa správajú podľa toho, či klíčia na jeseň, alebo na jar (Bogaard 2004, 83).

Informácie o čase klíčenia druhov burín (Tab. 8.8) preberám z Čvančaru (1962, 638–657), u druhov, ktoré nespomína, som čerpala z Matus et al. 2005 a www.agroatlas.ru.

V štatisticky hodnotenom súbore burín v archeologických vzorkách z doby bronzovej na Slovensku je 23 druhov klíčiacych na jar (resp. 22, ak sa medzi ne nepočíta *Chenopodium album*, o ktorom sa niekedy uvažuje, že jeho semená mohli byť zámerne zbierané), 12 druhov klíčiacych na jeseň a 23 druhov trvaliek. Veľká väčšina druhov trvalých klíči najmä na jeseň. To znamená, že sú medzi nimi druhy klíčiace výhradne na jeseň, alebo druhy, ktoré môžu klíčiť na jar aj na jeseň, no uprednostňujú klíčenie na jeseň.

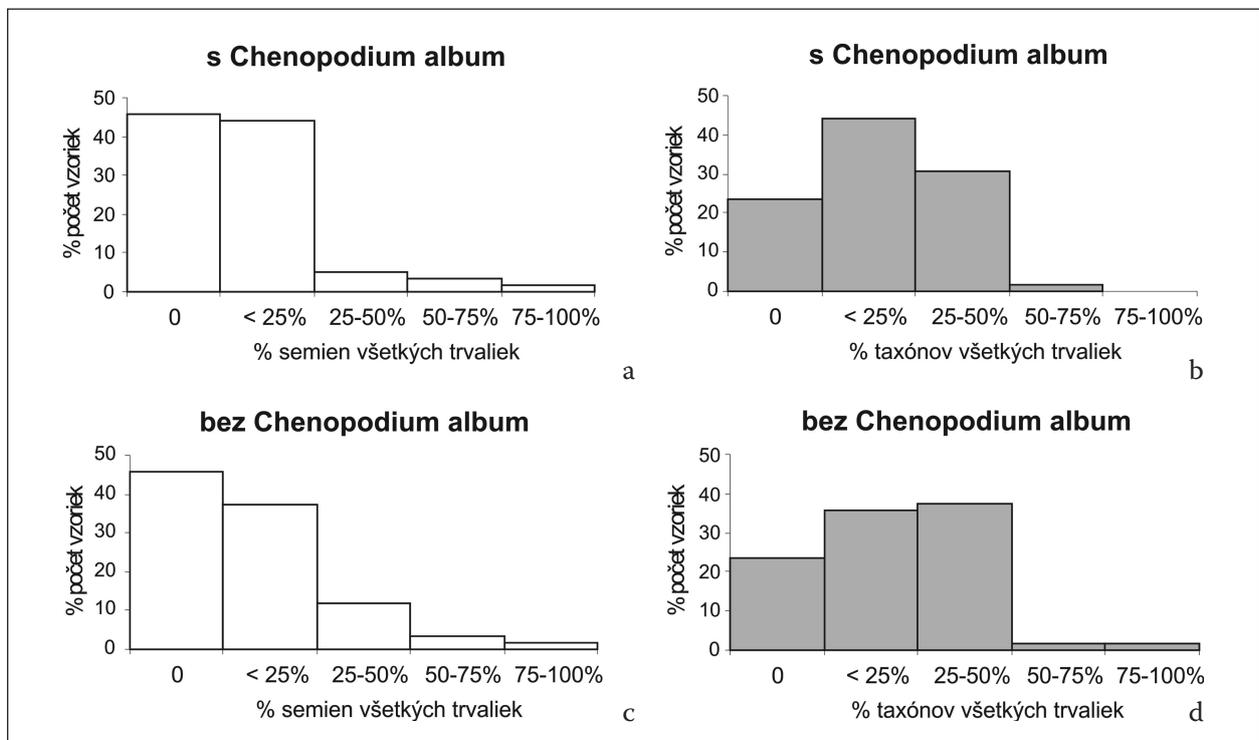
Z percentuálneho zastúpenia druhov burín klíčiacych v rôznom období v jednotlivých plodinách (pozri vyššie) je vidieť, že jednoročné buriny klíčiace na jeseň, prípadne trvalky, väčšinou klíčiace na jeseň, dosahujú najvyššie hodnoty vo vzorkách pšeníc (plevnatých aj nahozrnovej) a indikujú ich jesenný výsev. Vysoké zastúpenie jarných jednoročiek (viac ako 40 %) v pšeniach vysievaných na jeseň pravdepodobne dokladá určitý zásah do vyvíjajúceho sa burinového ekosystému, ktorý je možné spájať s jarným okopaním/odburinovaním. Pretože ozimné druhy boli čiastočne schopné „zregenerovať“, je možné predpokladať, že tento zásah sa udial (iba?) na začiatku jari.

Tab. 8.8. Uprednostnený čas klíčenia burinových druhov (počet taxónov).

Plodina	Počet taxónov	Jednoročky		Trvalky
		jar	jeseň	
jednozrnka a dvojsrnka	39	46,2 %	23,1 %	30,8 %
jačmeň	22	63,6 %	18,2 %	18,2 %
nahá a špaldová pšenica	39	41,0 %	23,1 %	35,9 %
proso	20	50,0 %	20,0 %	30,0 %
strukoviny	14	50,0 %	28,6 %	21,4 %
zmiešané	32	53,1 %	18,8 %	28,1 %

Najväčšou mierou sú vo všetkých vzorkách zastúpené jednoročky klíčiace na jar. Najvyššie hodnoty dosahujú v jačmeni, prose a strukovinách, čím indikujú ich jarný výsev. Pomerne vysoké percento druhov klíčiacych na jeseň (tak jednoročných, ako aj trvalých) v strukovinách by mohlo svedčiť o veľmi skorom výseve, v období, po ktorom ešte mohli (aspoň niektoré) ozimné buriny zregenerovať. Rozdielne pomery ozimných jednoročiek a trvaliek u strukovín a prosa by mohli zodpovedať rozdielnemu času výsevu. V prípade strukovín skorý výsev (od začiatku marca), po ktorom bude nasledovať (mierne) zasahovanie do ekosystému, čo ešte umožní regeneráciu časti ozimných jednoročiek. V prípade prosa výsev neskorší (apríl/máj) a pravdepodobne bez neskorších zásahov – preto sa z ozimných druhov väčšou mierou mohli presadiť trvalky.

Tradičné predstavy o získavaní ornej pôdy z lesa a potrebe striedania obrábaných a neobrábaných plôch, najčastejšie formou lesného úhoru, sú v predstavách o pravekom poľnohospodárstve v podmienkach strednej Európy hlboko vžit. Ako demonštrovala vo svojej práci o neolite tohto regiónu A. Bogaard (2004), archeobotanické nálezy sú jedným z najlepších ukazovateľov toho, či sa takéto praktiky používali, alebo nie. Vyhodnotením dlhodobých archeologických experimentov so žiarovým poľnohospodárstvom (angl. *shifting, slash-and-burn cultivation*⁸⁰) zistila, že najlepším ukazovateľom jeho (ne)praktizovania je zastúpenie lesných trvaliek (tzv. *woodland perennials*). V úrode plodín pestovaných na nových plochách, získaných kľčováním a vypaľovaním lesa, dominujú medzi burinami trvalky, a to najmä lesné trvalky. Pri aplikácii v rámci archeobotaniky sa vynikajúcimi ukazovateľmi stali pomer jednoročných



Obr. 8.14. Histogramy ukazujúce zastúpenie trvalých druhov v archeobotanických vzorkách, a-d počet vzoriek n = 59.

⁸⁰ Ide o formu pestovania plodín, založenú na cyklickom získavaní ornej pôdy z lesa. Tá má niekoľko fáz - vyrúbanie spálenie drevín; krátkodobé (max 4 roky) pestovanie plodín na obnaženej, popolom zúrodnenej ploche, následné opustenie plochy a opakovania cyklu na ploche novej. Pôvodná parcela sa necháva ležať ladom aj viac ako 30 rokov, čo má umožniť regeneráciu pôdy.

a dvojročných/trvalých druhov (v počte semien aj v počte taxónov) a výskyt lesných druhov jednoročných aj trvalých (Bogaard 2004, 88).

Na obr. 8.14. vidieť zastúpenie trvalých druhov, založené na počte semien aj počte taxónov. Toto zastúpenie prezentujem s mrlíkom bielym (*Chenopodium album*) aj bez neho, pričom mrlík biely nemusí vždy predstavovať burinu pozbieranú s obilím. Obidve sady analýz majú veľmi podobné výsledky – vo vzorkách z doby bronzovej na Slovensku dominujú jednoročné druhy. Veľmi malý počet vzoriek (1 vzorka pri započítaní mrlíka a 2 vzorky bez neho) obsahuje viac ako polovicu druhov trvalých. Lesné trvalky, medzi ktoré radíme *Galium odoratum*, *Stellaria holostea* a čiastočne aj *Saponaria officinalis*, boli prítomné len v 5 vzorkách. Ani v jednej z nich sa nenašiel viac ako jeden z týchto druhov. Preto je veľmi pravdepodobné, že polia, z ktorých sú v sledovaných vzorkách zvyšky pozbieranej úrody, neboli získané klčovaním a pálením lesa, ale predstavujú plochy etablované a trvalo, respektíve dlhodobo využívané.

Trvalé druhy burín predstavujú vo všetkých plodinách približne jednu tretinu. Okrem lesných trvaliek sú medzi nimi ďalšie 3 druhy synantropných stanovišť, no v najväčšom počte (13) sú zastúpené druhy trávnych ekosystémov – mezofilných a stepných lúk, ktoré dokladajú existenciu trávnych ekosystémov v krajine a umiestnenie polí v nej.

Začiatok a dĺžka doby kvitnutia

Jednoročné druhy, ktoré sú schopné klíčiť v pomerne širokom časovom období, a podobne sa správajúce trvalky, rozmnožujúce sa zo semien, majú zvyčajne aj dlhšiu dobu kvitnutia. Dlhokvitnúce druhy spravidla dobre reagujú na rozrušovanie pôdy počas vegetačného obdobia. Je to preto, že sú schopné opakovane vytvoriť niekoľko generácií do roka. Naopak druhy, ktoré majú krátku dobu kvitnutia, toho schopné nie sú. Predĺžená doba kvitnutia umožňuje druhom tiež „zregenerovať“ sa po zásahu prípadnej jarnej orby (Bogaard et al. 2001).

Druhy s oneskoreným nástupom kvitnutia (od júla) sú v ozimínach v konkurenčnej nevýhode. Vyskytujú sa preto najmä v plodinách vysievaných na jar. Naopak druhy s veľmi skorým (január – marec), prípadne skorým (apríl – jún) nástupom kvitnutia a krátkou dobou kvitnutia (1 – 3 mesiace) zvyčajne klíčia pred jarnou orbou, a nachádzajú sa preto najmä v ozimných plodinách (Charles et al. 2002, Bogaard 2004, 83).

Informácie o začiatku a dĺžke doby kvitnutia jednotlivých druhov (Tab. 8.9.) preberám z Dostála/Červenku (1992). V štatisticky hodnotenom súbore burín v archeologických vzorkách z doby bronzovej na Slovensku je 19 druhov, ktoré kvitnú na jar, z toho 8 v jar skorú (od marca do apríla/mája) a 11 v neskorú jar alebo začiatkom leta (od mája/júna do júla), 20 druhov, ktoré kvitnú v lete, z toho 9 od začiatku do konca leta (jún až august) a 11 od plného leta do jesene (júl až september/október) a 19 dlhokvitnúcich (t. j. viac ako 4 mesiace).

Fenofáza kvitnutia burinových druhov (počet taxónov).

Plodina	Počet taxónov	Jar		Leto		Dlhokvitnúce
		skorá	neskorá	skoré	neskoré	
jednozrnka a dvojzrnka	39	15,4 %	10,3 %	12,8 %	25,6 %	35,9 %
jačmeň	22	0,0 %	27,3 %	18,2 %	31,8 %	22,7 %
nahá a špaldová pšenica	40	12,5 %	20,0 %	20,0 %	17,5 %	30,0 %
proso	20	5,0 %	15,0 %	20,0 %	40,0 %	20,0 %
strukoviny	14	14,3 %	14,3 %	21,4 %	28,6 %	21,4 %
zmiešané	34	8,8 %	23,5 %	14,7 %	20,6 %	32,4 %

Z percentuálneho zastúpenia druhov burín rozdelených podľa fenofázy kvitnutia je vidieť, že druhy kvitnúce skoro na jar sú charakteristické najmä pre pšenice. Relatívne nízke percentuálne hodnoty by mohli odrážať intenzívnu formu pestovania ozimných plodín – t. j. jarné odstraňovanie burín a/alebo okopávanie. Aplikáciu takýchto (intenzívnych) agrotechnických postupov (najmä v prípade pšeníc) by tiež podporilo vyššie percento dlhokvitnúcich druhov v nich, schopných regenerácie. Vyššie percento druhov neskorého leta a dlhokvitnúcich vo vzorkách s jednozrnkou a dvojzrnkou môže byť dôkazom ich dlhej vegetačnej doby. V podhorskej oblasti rumunských Karpát, kde sa dnes jednozrnka pestuje najmä kvôli slame na výrobu klobúkov (M. Hajnalová/Dreslerová 2010), potrebuje na svoj rast 42–44 týždňov, ak je vysiatá na jeseň, a 16–17 týždňov, ak na jar, čo je o 1–2 týždne viac ako nahozrnová pšenica.

Druhy burín kvitnúce v skorú jar sú najmenej časté v prose a jačmeni, čo pravdepodobne indikuje ich jarný výsev. I napriek tomu, že sa obe vysievali na jar, je v zložení burín v nich rozdiel. Prejavuje sa najvyšším zastúpením druhov kvitnúcich v neskorom jari u prosa a druhov kvitnúcich v neskorom lete u jačmeňa. Tento rozdiel pravdepodobne odráža rôznu dobu výsevu (jačmeň skôr, proso neskôr). Dĺžka vegetačnej doby týchto dvoch plodín je rozličná, u prosa je priemerne 95 dní a u jarného jačmeňa 108 dní, dozrievajú však približne v tú istú dobu, na prelome júla a augusta. Najvyššie percento druhov neskorého leta v rámci archeologických vzoriek týchto plodín odráža pravdepodobne skutočnosť, že v dobe bronzovej dozrievali o niečo neskôr. K druhom vysievaným na jar patria aj strukoviny, vyššie

percento burín kvitnúcich v skorej jari ukazuje na ich (veľmi) skorý výsev. Najvyššie zastúpenie druhov kvitnúcich v neskorom lete indikuje, že boli pestované druhy alebo odrody (hrach siaty) s dlhšou vegetačnou dobou. K takýmto plodinám dnes patria bôb konský a peluška – odroda hrachu *Pisum sativum* subsp. *arvense*⁸¹. Proti interpretácii, ktorá by vyššie zastúpenie burinových druhov kvitnúcich skoro na jar použila ako doklad toho, že strukoviny sa v teplejších podmienkach doby bronzovej vysádzali na jeseň, hovorí práve najvyššie zastúpenie druhov neskorého leta. V prípade jesenného výsevu (tak ako sa to dnes praktizuje v oblastiach Stredomoria a v subtropickom pásme) by strukoviny, v závislosti od dĺžky potrebnej vegetačnej doby, dozreli veľmi skoro – už v apríli/máji, najneskôr začiatkom júna, a teda by v nich boli prítomné práve skoré jarné druhy a chýbali by buriny kvitnúce v lete.

Fenofáza kvitnutia burinových druhov (počet taxónov) preklasifikované do širších kategórií (podľa Charles et al. 2002, 135)

Plodina	Počet taxónov	Kvitnúce		
		skoro/krátko	neskoro	dlho
jednozrnka a dvojzrnka	39	25,6 %	38,5 %	35,9 %
jačmeň	22	27,3 %	45,5 %	27,3 %
nahá a špaldová pšenica	40	32,5 %	35,0 %	32,5 %
proso	20	20,0 %	50,0 %	30,0 %
strukoviny	14	28,6 %	42,9 %	28,6 %
zmiešané	34	32,4 %	32,4 %	35,3 %

Pri preklasifikovaní druhov burín do širších kategórií (Charles et al. 2002), ktoré by mali byť smerodajné pre určenie druhov vysievaných na jeseň (najmä druhy skoro a krátko kvitnúce) a na jar (neskoro a dlho kvitnúce), sú rozdiely medzi plodinami menej výrazné. S použitím tejto klasifikácie burín sa u pšeníc prekvapivo zmenil podiel medzi druhmi určujúcimi jesenný a jarný výsev v prospech druhov jarných. Na základe toho, že jesenný výsev pšeníc naznačuje klasifikácia druhov burín nespojených kategórií podľa fenofázy kvitnutia aj klasifikácia druhov na základe času klíčenia a životného cyklu burín, prikláňam sa k názoru, že spojenie druhov do širších kategórií, čo navrhli Charles et al. (2002), nemusí byť na archeobotanické vzorky vo východnej časti strednej Európy aplikovateľné. Je to možno spôsobené tým, že klimatické podmienky východnej časti strednej Európy predurčujú rozdielne správanie sa burinových druhov (iný čas klíčenia a iná dĺžka a nástup kvitnutia).

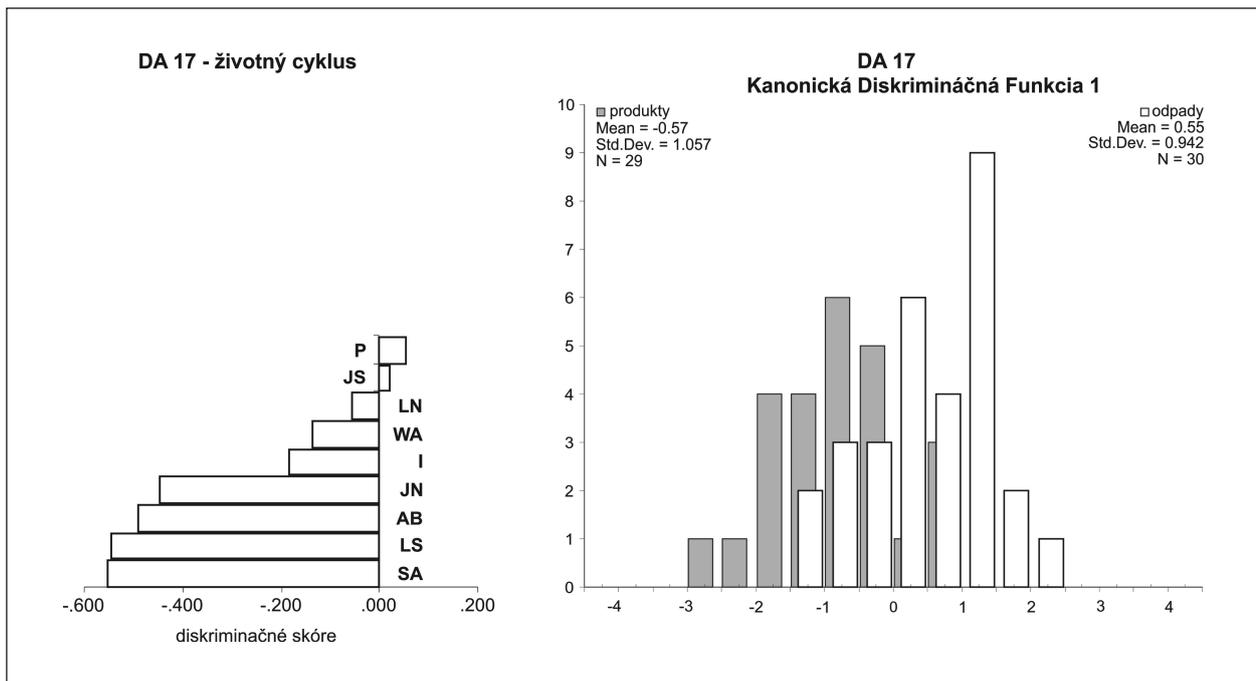
V štatistickej analýze som preto ako premenné použila informácie o čase klíčenia a nespojené kategórie vytvorené na základe nástupu a dĺžky trvania kvitnutia (fenofáza kvitnutia) pre každý druh a ako diskriminačný faktor boli použité opäť skupiny 1 a 2 a následne 1 až 6.

ANALÝZA	PREMENNÉ	TRANSFORMÁCIA	DISKRIMINÁCIA PODĽA
DA 17	čas klíčenia, fenofáza kvitnutia	žiadna	odpadov (1) a produktov (2) v procese úpravy plodín
DA 18	čas klíčenia, fenofáza kvitnutia	žiadna	plodín: (1) jednozrnka a dvojzrnka, (2) jačmeň, (3) špalda a pšenica siata, (4) proso, (5) strukoviny, (6) zmiešané vzorky

Výsledky diskriminačnej analýzy pri použití biotických faktorov (životný cyklus a fenofáza kvitnutia) ako premenných a na základe delenia vzoriek na odpady a produkty naznačujú len veľmi slabú diskrimináciu vzoriek. Koeficient Wilkovej lambdy je 0,79 a podiel správne reklasifikovaných vzoriek 71,8 % (tab 8.10.). K faktorom, ktoré sa podieľajú na diskriminácii najvyššou mierou, patria SA (jarné jednoroky), LS (kvitnúce neskoro v lete), AB (dvojročky) a JN (kvitnúce neskoro na jar) pre vzorky zásob a P (trvalky väčšinou klíčiace v zime) a JS (kvitnúce v skorú jar) pre vzorky odpadov (obr. 8.15.), t. j. zásoby sú charakterizované najmä druhmi klíčiacimi na jar a kvitnúcimi v neskorom lete (jarné jednoroky), resp. druhmi, ktoré klíčia na jeseň aj na jar alebo kvitnú od neskorkej jari. V odpadoch sa tieto druhy vyskytujú tiež, ale na rozdiel od zásob je v nich vyššie zastúpenie druhov klíčiacych na jeseň a kvitnúcich v skorú jar (ozimné jednoroky). Zaznamenané rozdiely medzi skupinami sú nevýrazné (t. j. vo vzorkách oboch skupín sú podobne zastúpené druhy všetkých hodnotených biotických vlastností), a preto sa tieto faktory podieľajú na rozdieloch medzi skupinami odpadov a zásob minimálnou mierou.

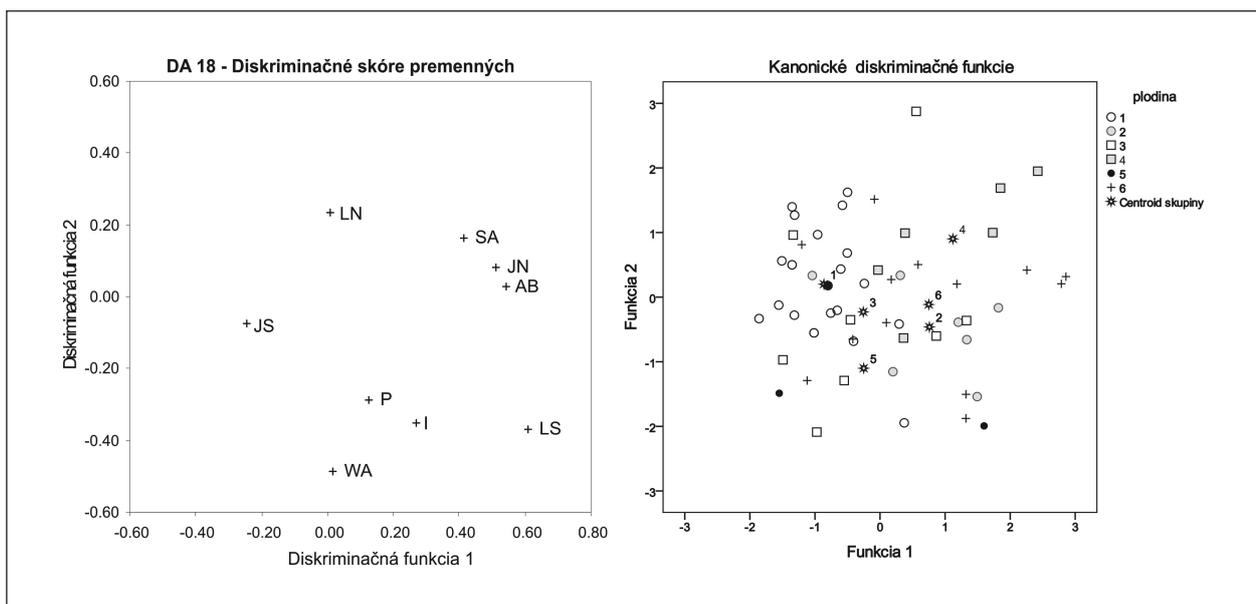
Výsledky diskriminácie na základe plodín sú prezentované na obr. 8.16. Skupiny sa opäť diskriminujú veľmi slabo. Koeficient Wilkovej lambdy prvej až piatej funkcie je 0,39 a podiel správne reklasifikovaných vzoriek je len

⁸¹ Peluška, ktorej vegetačná doba je 17–21 týždňov, sa dnes pestuje takmer výhradne ako krmovina alebo predplodina, čo pôdu výraznou mierou obohacuje o dusík. Odrody hrachu pestované na konzum majú kratšiu vegetačnú dobu (16 týždňov). Najkratšiu vegetačnú dobu zo strukovín má šošovica (15 týždňov).



Obr. 8.15. Diskriminačná analýza s použitím faktorov životný cyklus a fenofáza kvitnutia (tab. 8.8., 8.9.). Diskriminované na základe príslušnosti k skupinám 1 (odpady) a 2 (zásoby). Skupina 1 sa spája s pozitívnymi a skupina 2 s negatívnymi diskriminačnými skóre.

50,85 % (tab 8.10.). Prvá funkcia (len veľmi slabo) rozdeľuje vzorky s jednozrnkou a dvojnou, vzorky s pšenickou siatou a špaldovou a vzorky strukovín, všetky tri skupiny sú spojené s negatívnymi hodnotami diskriminačných skóre, od vzoriek prosa, vzoriek zmiešaných a vzoriek jačmeňa, ktoré sú spojené s pozitívnymi hodnotami diskriminačných skóre. Vo vzorkách prosa (a vzorkách zmiešaných a jačmeňa) je o málo významnejší výskyt druhov z kategórií AB (dvojročky), JN (kvitnúce neskoro na jar), SA (jarné jednorôčky) a vo vzorkách plevnatých pšeníc a nahozrnovej pšenice druhov z kategórie JS (kvitnúce skoro na jar). Z toho vyplýva, že vo vzorkách jednotlivých typov plodín sú rovnakou mierou zastúpené druhy všetkých prítomných kategórií. O málo viac (štatisticky však nevýznamne) obsahujú vzorky prosa (a vzorky jačmeňa a zmiešané vzorky) buriny, ktoré je možné spájať s intenzívnejším režimom a/alebo jarným výsevom, a vzorky plevnatých pšeníc a nahozrnovej pšenice buriny s výsevom jesenným.



Obr. 8.16. Diskriminačná analýza s použitím faktorov životný cyklus a fenofáza kvitnutia (tab. 8.8., 8.9.). Diskriminované na základe príslušnosti k skupinám 1 (jednozrnka a dvojnou), 2 (jačmeň), 3 (špald a pšenica siatá), 4 (proso), 5 (strukoviny) a 6 (zmiešané).

Príslušnosť burín k triedam *Secalietea* a *Chenopodietea*

Fytosociologická klasifikácia burín do tried *Secalietea* (spoločenstvá burín na jeseň vysiatych obilných polí) a *Chenopodietea* (spoločenstvá burín jarných plodín a ruderálne spoločnosti rumovísk a skládok) je založená na pozorovaniach správania sa burín na poliach ozimnej raže a jarného ovsa (Ellenberg 1950), teda plodín, ktoré sa v dobe bronzovej ešte nepestovali, ale boli iba poľnými burinami. V archeobotanickej literatúre sa príslušnosť burín k týmto dvom triedam používa ako jeden z indikátorov času výsevu plodín. Avšak aplikovanie tejto klasifikácie, ktorá je úzko viazaná na plodiny, čo v pravku neexistovali a sú vo viacerých ohľadoch extrémne, môže byť zavádzajúca (cf. Veen 1992, 107–109).

V triede *Secalietea* sú prítomné druhy, ktoré sa najčastejšie objavujú na poliach obilnín vysiatych na jeseň. Sú to druhy klíčiace na jeseň, ktoré prečkajú zimu ako malé rastlinky a ktoré majú svoj cyklus rastu, kvitnutia a dozrievania semien zosynchronizovaný s plodinami. Nezriedka sa v nich uplatňujú aj druhy klíčiace veľmi skoro na jar alebo druhy viacročné (prípadne trvalé) (Ellenberg 1988, 628).

V triede *Chenopodietea* sú prítomné druhy, ktoré sa objavujú na poliach na jar vysiatych obilnín alebo na poliach s plodinami vysádzanými do riadkov/jamiiek v radoch (strukoviny a tzv. koreňové plodiny, všeobecne sa označujú ako „záhradné“), ale vyskytujú sa tu aj druhy ruderálnych stanovišť rumovísk a skládok (Ellenberg 1988, 628). Druhy tejto triedy potrebujú na klíčenie vyššiu teplotu, a preto klíčia až na jar alebo začiatkom leta. Spravidla majú krátky životný cyklus, ktorý od klíčenia dozretých semien až po ich tvorbu zvyčajne netrvá dlhšie ako 6 mesiacov (Veen 1992, 102).

Podľa Ellenberga (1950) sa na rozdieloch burinového zloženia spoločností ozimných a jarných plodín podieľa viacero faktorov. Napríklad: a) jarné záhradné plodiny zvyčajne dostávajú vyšší prísun hnojiva, a preto sú medzi nimi viaceré nitrofilné druhy; b) široké listy záhradných rastlín produkujú iný typ tieňa ako obilniny; c) záhradné plodiny sú viackrát okopávané; d) rytmus rastu a na neho naviazané agrotechnické postupy sa u týchto dvoch skupín plodín výrazne líšia.

Je dôležité podotknúť, že zvýšený výskyt jarných jednoročných burín (na úkor ozimných jednoročiek) na poliach s jarnými plodinami sa prejaví až vtedy, keď sa jarné plodiny neskoro v apríli alebo v máji odburinia (napr. bránením, okopaním, vytrhaním burín). Ak sa tento postup neuplatní, ozimné buriny, čiastočne poškodené skorou jarnou orbou, sú schopné zregenerovať a v čase dozretia úrody bude pomer ozimných a jarných jednoročiek na poli s jarnou plodinou vyrovnaný (Ellenberg 1950).

V archeobotanickej literatúre sa viacerí autori, medzi prvými napr. K. E. Behre (1975) a W. van Zeist (1988), pokúšali na základe proporčného zastúpenia druhov z tried *Secalietea* (najmä ozimné jednoroky) a *Chenopodietea* (najmä jarné jednoroky) stanoviť čas výsevu/výsadby plodín. V novších prácach sa tento prístup uplatňuje tiež, ale v kombinácii s informáciami o čase klíčenia a životného cyklu rastlín (Veen 1992, 131) alebo začiatku a dĺžky doby kvitnutia (Bogaard 2004, 100).

Informácie o príslušnosti burín k fytosociologickým jednotkám preberám z Dostála/Červenku (1992) a na porovnanie uvádzam aj príslušnosť podľa Ellenberga (1979) a Jarolímka/Šibíka (2008) (tab. 8.11.).

Buriny, ktoré sa vyskytujú v štatisticky hodnotenom súbore vzoriek z doby bronzovej na Slovensku, pochádzajú z 9 fytosociologických tried, ak sú hodnotené podľa Dostála/Červenku (1992), z 10 tried (plus druhy nezaradené), ak podľa Ellenberga (1979), a z 9 tried (plus nezaradené), ak podľa Jarolímka/Šibíka (2008). Príslušnosť alebo viazanosť druhov k spoločnostiam danej triedy je však podľa týchto autorov rozdielna. Nezhoduje sa u viac ako polovice druhov, čo je pravdepodobne výsledok odpovede druhov na lokálne (najmä klimatické) podmienky východnej a západnej časti strednej Európy, určitú úlohu pravdepodobne hrá aj zmena v čase (pri porovnaní dvoch slovenských klasifikácií). Celkovo sú v hodnotenom súbore prítomné najmä druhy burinových spoločností – buriny polí a záhrad. Z ďalších sú to spoločnosti suchých a mezofilných lúk, synantropných (človekom pozmenených) stanovišť, ako sú okraje ciest a chodníkov, rumoviská a skládky, a len veľmi malý podiel majú druhy lesné.

Podľa Dostála/Červenku (1992) sa z 21 druhov z triedy *Secalietea* nachádza výhradne v spoločnostiach tejto triedy 16 druhov a ostatných 5 sa vyskytuje aj v iných triedach. Z 15 druhov triedy *Chenopodietea* sa 10 druhov nachádza výhradne v spoločnostiach tejto triedy a 5 aj v triedach iných.

Príslušnosť burinových druhov k fytosociologickým triedam podľa Dostála/Červenku 1992

Plodina	Objavujúce sa výhradne v triedach		Objavujúce sa najmä v triedach	
	<i>Chenopodietea</i>	<i>Secalietea</i>	<i>Chenopodietea</i>	<i>Secalietea</i>
jednozrnka a dvojzrnka	17,9 %	28,2 %	33,3 %	35,9 %
jačmeň	31,8 %	27,3 %	45,5 %	36,4 %
nahá a špaldová pšenica	17,5 %	22,5 %	32,5 %	35,0 %
proso	30,0 %	25,0 %	45,0 %	35,0 %
strukoviny	35,7 %	21,4 %	57,1 %	28,6 %
zmiešané	18,2 %	27,3 %	36,4 %	39,4 %

Príslušnosť burinových druhov k fyto-sociologickým triedam podľa Ellenberga 1979

Plodina	Chenopodietea	Secalietea	iné
jednozrnka a dvojnica	28,2 %	33,3 %	38,5 %
jačmeň	36,4 %	36,4 %	27,3 %
nahá a špaldová pšenica	27,5 %	27,5 %	45,0 %
proso	35,0 %	30,0 %	35,0 %
strukoviny	42,9 %	28,6 %	28,6 %
zmiešané	29,4 %	32,4 %	38,2 %

Príslušnosť burinových druhov k fyto-sociologickým triedam podľa Jarolímk/Sibika 2008

Plodina	Chenopodietea	Secalietea	iné
jednozrnka a dvojnica	20,5 %	33,3 %	38,5 %
jačmeň	23,8 %	42,9 %	33,3 %
nahá a špaldová pšenica	17,5 %	35,0 %	32,5 %
proso	30,0 %	45,0 %	15,0 %
strukoviny	28,6 %	42,9 %	21,4 %
zmiešané	17,6 %	41,2 %	26,5 %

Pri hodnotení percentuálneho zastúpenia druhov tried *Secalietea* (oziminy) a *Chenopodietea* (jariny), či sú hodnotené druhy nachádzajúce sa iba v tejto triede, alebo najmä v týchto triedach, sa podľa Dostála a Červenku (1992) ukazuje zvýšený výskyt prvých vo vzorkách pšeníc (jesenný výsev) a druhých (jarný výsev) vo vzorkách jačmeňa, prosa a strukovín. Pri zohľadnení hodnotenia podľa Ellenberga (1979) je výsledok podobný, ale proporčné rozdiely medzi zastúpením druhov týchto dvoch tried sa znižujú. U nahozrnovej pšenice a pšenice špaldovej sa dokonca vyrovnávajú. Pri použití klasifikácie podľa najnovšej literatúry, ktorá odráža zastúpenie druhov v dnešnej vegetácii Slovenska (Jarolímk/Sibik 2008), dostávame veľmi prekvapivý výsledok – vo všetkých plodinách (vrátane výhradne jarného prosa!) prevládajú druhy indikujúce ozimný výsev, resp. veľmi skorý jarný výsev, s minimálnym rozrušovaním pôdy a bez ďalších zásahov, ako sú okopávanie a odburiňovanie počas vegetačnej doby.

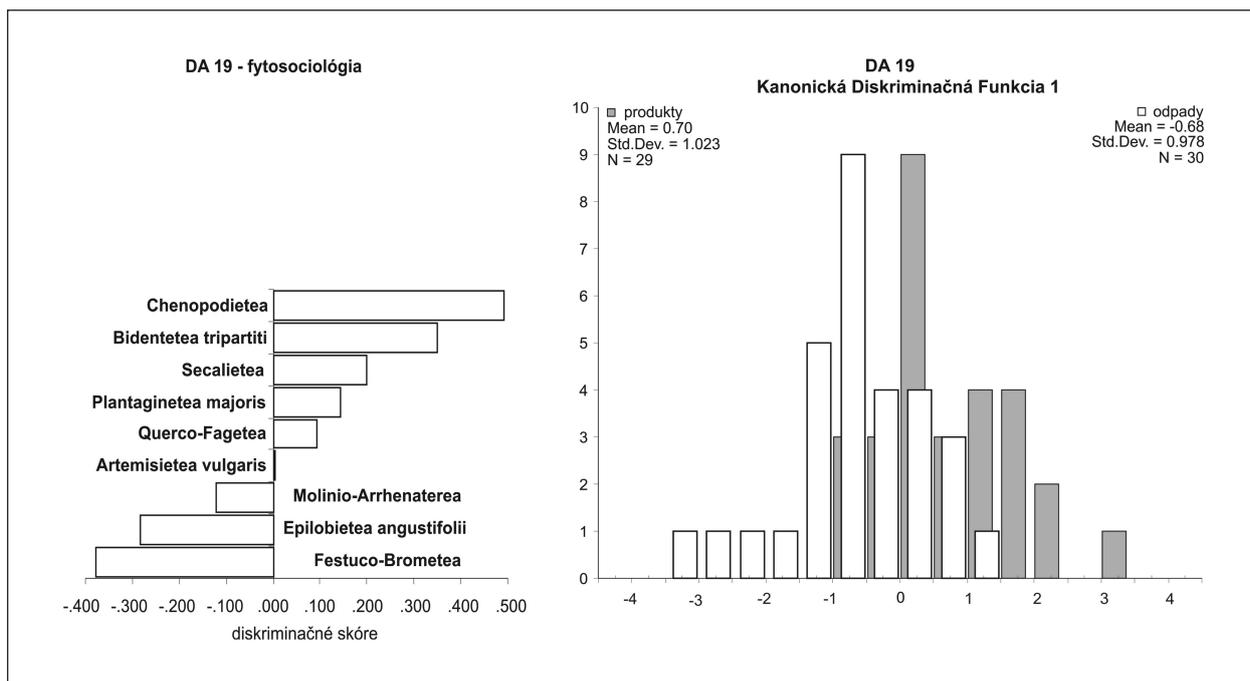
Porovnaním získaných výsledkov týchto troch klasifikácií s výsledkami analýzy biotických faktorov sa ako najlepší zdroj informácií pre archeobotanickú analýzu príslušnosti burinových druhov Slovenska k fyto-sociologickým jednotkám javí práca Dostála a Červenku z roku 1992. Dôvodom môže byť vyššie spomínaná zmena správania sa druhov v čase a priestore – a teda ekohodnoty publikované Jurkom v roku 1990 sú vo väčšej zhode s výskytom druhov vo fyto-sociologických triedach publikovaných v roku 1992 ako v roku 2008. Overenie tohto predpokladu však siahla ďaleko nad rámec tejto práce.

Zvýšená dôležitosť ozimných druhov (v posledných dvoch klasifikáciách) v jarných plodinách môže indikovať, ako je spomenuté vyššie, že jarné plodiny, azda s výnimkou strukovín, neboli okopávané/odburiňované. Naopak pomerne vysoké zastúpenie (1/4 až 1/3) druhov z triedy *Chenopodietea* v ozimných pšenicach svedčí o ich možnom (minimálne skorom) jarnom okopaní alebo odburčení.

V štatistickej analýze som z už uvedených dôvodov použila ako premenné príslušnosť druhov k jednotlivým fyto-sociologickým triedam podľa Dostála/Červenku (1992) a ako diskriminačný faktor boli použité opäť skupiny 1 a 2 a následne 1 až 6.

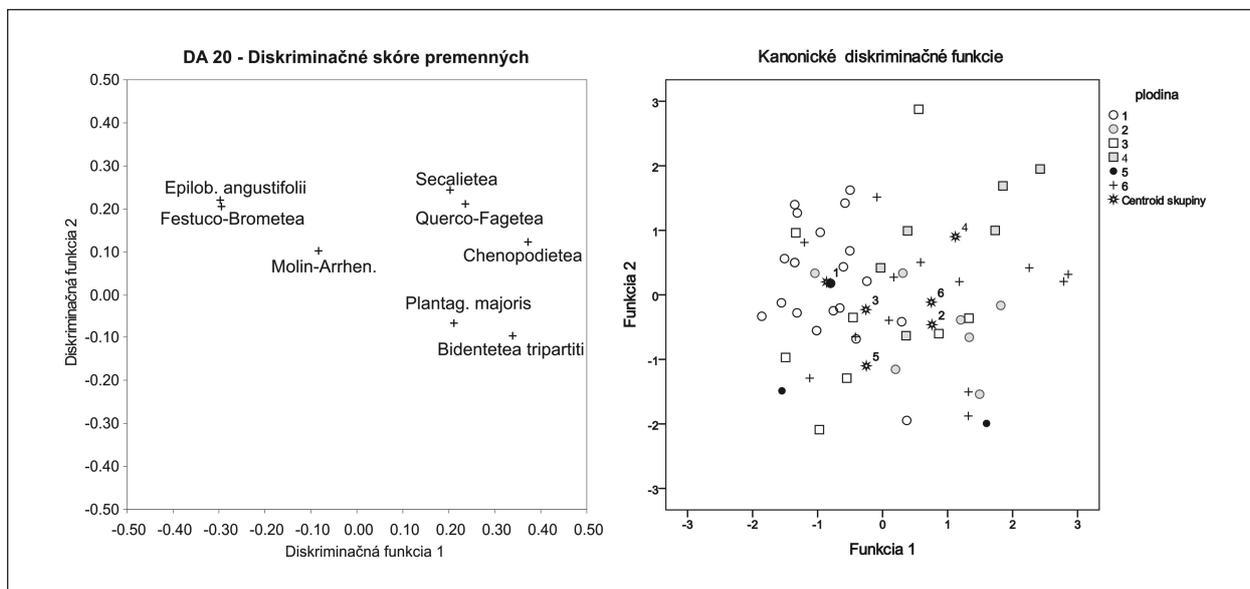
ANALÝZA	PREMENNÉ	TRANSFORMÁCIA	DISKRIMINÁCIA PODĽA
DA 19	čas klíčenia, fenofáza kvitnutia	žiadna	odpadov (1) a produktov (2) v procese úpravy plodín
DA 20	čas klíčenia, fenofáza kvitnutia	žiadna	plodín: (1) jednozrnka a dvojnica, (2) jačmeň, (3) špald a pšenica siata, (4) proso, (5) strukoviny, (6) zmiešané vzorky

Výsledky diskriminačnej analýzy pri použití fyto-sociologických tried ako premenných a na základe delenia vzoriek na odpady a produkty naznačujú veľmi slabú diskrimináciu vzoriek. Koeficient Wilkovej lambdy je 0,69 a podiel správne reklasifikovaných vzoriek 72,9 % (tab. 8.12.). K fyto-sociologickým triedam, ktoré sa podieľajú na diskriminácii najvyššou mierou, patria *Chenopodietea* a *Bidentata tripartitii* pre vzorky zásob a *Festuco-Brometea* pre vzorky odpadov (obr. 8.17.), t. j. zásoby sú charakterizované najmä jarnými burinami a burinami ruderálnych značne dusíkatých pôd. V odpadoch sa častejšie vyskytujú druhy suchomilných trávnatých ekosystémov. Druhy triedy *Secalietea* sa nepodieľajú výraznou mierou na diskriminácii skupín, t. j. sú prítomné v oboch typoch vzoriek.



Obr. 8.17. Diskriminačná analýza s použitím fytosociologických tried ako premenných (tab. 9.10.). Diskriminované na základe príslušnosti k skupinám 1 (odpady) a 2 (zásoby). Skupina 1 sa spája s negatívnymi diskriminačnými skóre a skupina 2 s pozitívnymi diskriminačnými skóre.

Výsledky diskriminačnej analýzy na základe plodín sú prezentované na obr. 8.18. Skupiny sa diskriminujú lepšie ako v predchádzajúcej analýze, ale stále pomerne slabo. Koefficient Wilkovej lambdy prvej až piatej funkcie je 0,25, podiel správne reklasifikovaných vzoriek je len 47,46 % (tab. 8.12.). Prvá funkcia rozdeľuje vzorky s jednozrnkou a dvojzrnkou (a vzorky strukovín), spojené s negatívnymi hodnotami diskriminačných skóre, od vzoriek zmiešaných a prosa (ale aj nahozrnových pšeníc a jačmeňa), spojenými s pozitívnymi hodnotami diskriminačných skóre. S jednozrnkou, dvojzrnkou a strukovinami sa spájajú druhy triedy *Festuco-Brometea* a *Epilobietea angustifolii*, s prosom *Chenopodietea* a *Bidentetea tripartiti*. V plodinách pestovaných v staršej dobe bronzovej sa vyskytuje (o málo) viac druhov trávnych spoločenstiev – čo môže nepriamo svedčiť o prítomnosti takýchto ekosystémov v krajine a malej rozlohe jednotlivých polí(čok), ktorá umožnila ľahšiu penetráciu týchto druhov na ornú pôdu. Nie je vylúčené, že pochádzajú z krátkodobého (lúčneho) úhoru (3–5 rokov). V plodinách pestovaných najmä v mladšej a neskorej dobe bronzovej je (o málo) vyššie zastúpenie druhov synantropných až ruderalizovaných stanovišť, ktoré pravdepodobne odrážajú dlhodobejšie a intenzívnejšie využívanie políček (možno s krátkodobejším úhorom).



Obr. 8.18. Diskriminačná analýza s použitím fytosociologických tried ako premenných (tab. 9.10.). Diskriminované na základe príslušnosti k skupinám 1 (jednozrnka a dvojzrnka), 2 (jačmeň), 3 (špald a pšenica siata), 4 (proso), 5 (strukoviny) a 6 (zmiešané).

8.2.5. Antropogénické faktory

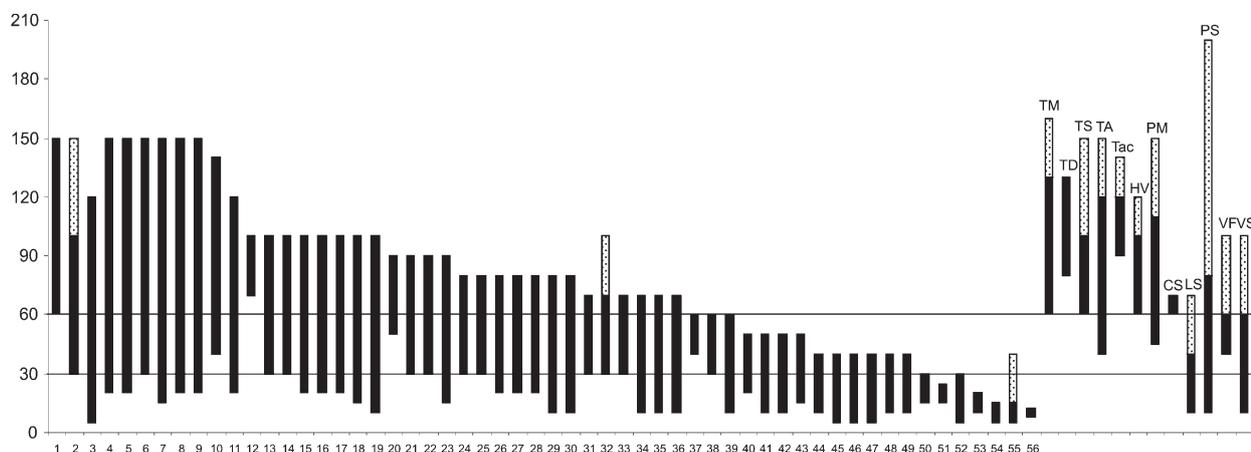
Za jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich burinové spoločenstvá sa považuje vplyv ľudskej činnosti. Na tomto mieste sa zameriam na dva z týchto vplyvov – spôsob alebo výška zberu/kosby obilia a sila rozrušenia pôdy (hĺbka orby). Spôsob a výška zberu plodín ovplyvňuje zastúpenie niektorých a absenciu iných druhov vo vzorkách a sila rozrušenia pôdy vplyva na samotnú kombináciu druhov vo vzorkách (*van der Veen 1992*, 134). Vplyvy ďalších možných ľudských zásahov, ako napr. zlepšovanie kvality pôdy hnojením/úhorovaním alebo čas výsevu, sú (ne)priamo vyhodnotené vyššie v pôdných a biotických faktoroch.

Spôsoby zberu

Existuje široké spektrum spôsobov zberu obilných klasov. Pri niektorých sú potrebné nástroje, u iných nie. Nástroje sa nepoužívajú pri vytrhávaní celých rastlín (aj s koreňmi) a pri ručnom olamovaní klasov domestikovaných foriem obilnín. K spôsobom, ku ktorým sú nástroje potrebné, mohli v dobe bronzovej patriť odrezávanie (tzv. nožom na obilie, väčšinou s kamennou čepeľou, cf. *Bakels 2009*, fig.5.5.; *Beranová/Kubačák 2009*, 96), kosenie kosákom (kamenné čepeľky osadené do kosti/dreva, kosák z bronzu, *Beranová/Kubačák 2009*, 96–100) alebo použitie dvojice drevených paličiek spojených šnúrkou (tzv. *mesorias*; *Peña-Chocarro, 1996*). V oboch týchto kategóriách je možné zberať slamu a klasy oddelene (olamovanie) alebo spolu – klasy s krátkou časťou stonky: kosenie, orezávanie a s pomocou *mesorias*, klasy s dlhšími obilnými stebkami: vytrhávanie celých rastlín, kosenie, orezávanie (*Hillman 1981*).

Odpoveď na otázku, ktorá z týchto metód bola použitá, poskytujú práve informácie o výške tela burinových druhov. Olamovanie klasov rukou sa považuje za jednoduchšie než kosenie kosákom (*Reynolds 1981*, podľa *van der Veen 1992*). Výskyt celých alebo aspoň bazálnych kláskov z klasu so stále pripojenou časťou stebka v materiáli z lokality Hoste indikuje, že minimálne na tejto lokalite sa v dobe bronzovej zbieralo kosením kosákom alebo odrezávaním nožom na obilie (angl. *harvesting knife*). Dĺžka slamy na dobre zachovaných klasoch tu bola max. 10 cm (*E. Hajnalová*, pers. comm.), čo naznačuje kosbu vyššie na steblo. Prítomnosť burinových druhov vo vzorkách zásob aj odpadov z úpravy obilia zo všetkých fáz doby bronzovej naznačuje, že sa neodrezávali/nekosili jednotlivé klasy, ale sa „hrstovalo“, a teda sa slama a klasy zbierali spolu. Pravdepodobne sa na to používal nejaký nástroj. Počet druhov aj množstvo semien burín v jednotlivých vzorkách je v dobe bronzovej nižší ako v mladších obdobiach praveku Slovenska, napríklad v laténe (*M. Hajnalová 2000*) alebo v dobe rímskej (*M. Hajnalová/Varsik 2010*). To môže svedčiť o tom, že v dobe bronzovej sa na Slovensku zbieralo obilie technikou, ktorá nechávala na poli väčšinu burín, alebo sa používali také postupy pestovania, čo eliminovali množstvo burín na poliach. Nie je vylúčená ani kombinácia týchto dvoch praktík.

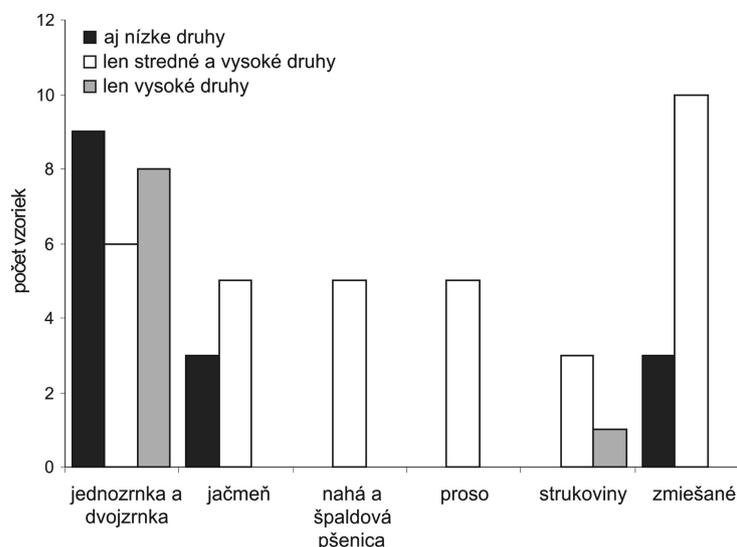
Pri spoločnom zbere klasov a stebiel (slamy) je možné obilie zbierať buď nízko pri zemi – nízka kosba, alebo v polovici stebka – „pod klasom“. Prítomnosť nízko rastúcich druhov (ako *Arenaria serpyllifolia*, *Lepidium rudemale*, *Viola tricolor*), bude indikovať nízky zber, prítomnosť vysokých druhov a zároveň absencia druhov nízkyh bude indikovať zber vyššie na steblo. Pri vytrhávaní celých rastlín by sa v archeologickom materiáli mali objaviť nálezy bazálnych (koreňových) internódií stonky a častejšie by mali byť prítomné druhy ovíjavé (*Hillman 1981*, 49–51), no v sledovanom materiáli sa s tým nestretávame. Obilie sa preto pravdepodobne zbieralo kosákmi (bronzovými, drevenými/kostennými s kamennými čepeľkami) alebo inými nástrojmi (napr. *mesorias*).



Obr. 8.19. Výška plodín a burín prítomných v štatisticky hodnotenom súbore. Legenda: TM – jednozrnka, TD – dvoezrnka, TS – špalda, TA – pšenica siata, TAc – pšenica nakopená, HV – jačmeň, PM – proso, CS – *Camelina stiva*, LC – *Lens culinaris*, PS – *Pisum sativum*, VF – *Vicia faba*, VS – *Vicia sativa*; pre burinové druhy 1–56 pozri tab. 9.

Z 56 hodnotených druhov patrí 7 k nízkym – dosahujú maximálnu výšku do 30 cm (tab. 8.13., obr. 8.19.). Našli sa v 16 vzorkách, ale ani v jednej z nich sa nenašli semená viac ako jedného druhu. Toto zistenie je rovnaké pre odpady aj zásoby.

U všetkých plodín sú prítomné najmä druhy stredne vysoké a vyššie. Nízke buriny sa vyskytli len vo vzorkách s archaickými pšenícami, jačmeňom a vo vzorkách zmiešaných. Výhradne vysoké buriny sa vyskytli opäť vo vzorkách s jednozrnkou a dvojnou a vo vzorkách strukovín (obr. 8.20.).



Obr. 8.20. Vyskyt druhov troch výškových kategórií v jednotlivých plodinách (nízke do 30 cm, stredné od 31 cm do 60 cm a vysoké od 61 cm).

Nízke druhy sa v staršom období viažu na plevnaté pšenice aj jačmeň (vo vzorkách plevnatých pšeníc je zvyčajne jačmeň prímiesou), v mladšom období na vzorky s prosom aj pšeníc, niekedy tiež s prímiesou jačmeňa. Pri porovnaní dvoch lokalít s najvyšším počtom vzoriek (Včelince – staršia a stredná doba bronzová a Zemianske Podhradie – neskorá doba bronzová) sa nízke druhy nachádzajú vo Včelinciach v 4 zo 17 (štatisticky hodnotených) vzoriek a v Zemianskom Podhradí v 2 z 19 (štatisticky hodnotených) vzoriek.

Dominancia a výraznejšia stálosť výskytu druhov strednej a väčšej výšky indikuje, že obilie sa zvyčajne kosilo vyššie na steblo (obr. 8.20.). Pri použití tejto techniky zberu ostáva slama a väčšina burín na poli, čo uľahčuje a skraca proces pozberovej úpravy úrody⁸²; navyše na poli ostáva strnisko s burinami, na ktorom sa môžu pásť zvieratá. Zriedkavejšie sa jednozrnka, dvojnou a jačmeň kosili nízko pri zemi. Dôvodom mohla byť obmedzená potreba slamy pre použitie v domácnosti (výplň matracov, výroba slamených košíkov a ošatiek, izolácia, krmivo/podstielka a pod.).

Zastúpenie druhov troch výškových kategórií v jednotlivých plodinách

Plodina	do 30 cm	31–60 cm	nad 61 cm
jednozrnka a dvojnou	12,8 %	28,2 %	59,0 %
jačmeň	9,1 %	22,7 %	68,2 %
nahá a špaldová pšenica	5,0 %	22,5 %	72,5 %
proso	0,0 %	30,0 %	70,0 %
strukoviny	7,1 %	35,7 %	57,1 %
zmiešané	2,9 %	26,5 %	70,6 %

Rozrušovanie pôdy – orba a okopávanie

Ako som spomínala vyššie, spôsob, hĺbka a čas orby a inetnizta okopávania (alebo vytrhávanie burín rukou) patria medzi kľúčové faktory, čo ovplyvňujú spoločenstvo poľných burín. Orba drevným radlom – orbovým

⁸² Použitie metódy zberu obilia vyššie na steblo bolo možno dôvodom nejednoznačného (problematického) určenia produktov/odpadov z jednotlivých fáz procesu úpravy plodín (kap. 6) pri použití modelov, čo sú založené na štúdiu tradičných postupov zberu, v rámci ktorých sa plodiny zbierajú nízko pri zemi.

nástrojom doby bronzovej, je pomerne plytká a do istej miery umožňuje prežiť viacročným a trvalým druhom. Zníženie počtu viacročných druhov a vyšší výskyt druhov jednoročných sa zvyčajne objavuje až po zavedení železného oradla – pluhu, ktorý pôdu nielen rozrušuje hlbšie, ale ju aj obracia (miestami od konca laténu, vo väčšom rozsahu však až od včasného stredoveku). Negatívny dosah na počet trvalých druhov a zvýšený výskyt druhov jednoročných má však aj intenzívnejšie okopávanie a ručné odstraňovanie burín. Detekovať rôzny spôsob pestovania je preto možné pri pohľade na životný cyklus rastlín. Vo všeobecnosti teda vyšší výskyt jednoročných druhov indikuje zvýšenú úroveň rozrušovania pôdy a vyšší výskyt trvaliek zas nižšiu úroveň rozrušovania pôdy. Existujú však aj trvalky, na ktoré má rozrušovanie pôdy pozitívny efekt. Sú to najmä druhy rozmnožujúce sa podzemkami (napr. *Elytrigia repens*, *Cirsium arvense*, *Stachys recta*, *Plantago lanceolata* či *Lepidium rudemale*). V nasledujúcich kalkuláciách som ich preto priradila k jednoročným druhom. Percentuálne hodnoty pre druhy trvalé sa tu od hodnôt uvedených vyššie líšia.

Životná forma

Plodina	Počet taxónov	Jednoročky	Trvalky
jednozrnka a dvojrznka	39	76,9 %	23,1 %
jačmeň	22	81,8 %	18,2 %
nahá a špaldová pšenica	39	67,5 %	32,5 %
proso	20	75,0 %	25,0 %
strukoviny	14	78,6 %	21,4 %
zmiešané	32	76,5 %	23,5 %

Vypočítané hodnoty ukazujú, že vo všetkých typoch plodín jasne dominujú jednoročky. To dokladá vysoký stupeň (vysokú intenzitu) narušania pôdy. Pre porovnanie vzorky zo sídlisk z doby železnej vo Veľkej Británii, interpretované ako lokality dokladajúce pomerne vysoký stupeň narušania pôdy, dosahovali pri obdobnom hodnotení od 16 % do 32 % druhov trvalých, vzorky charakterizované ako nízky stupeň narušania pôdy dosahovali hodnoty od 38 % do 55 % druhov trvalých.

Rozdiely medzi plodinami viditeľné v súbore z doby bronzovej na území Slovenska – vyšší počet trvaliek v pšeniciach a nižší v ostatných plodinách – pravdepodobne odráža, ako je uvedené vyššie, rôzny čas výsevu. Pomerné zastúpenie druhov znášajúcich a neznašajúcich intenzívnejšie rozrušovanie pôdy indikuje, že v dobe bronzovej na Slovensku museli byť príprava pôdy a neskoršie zásahy do nej pomerne výrazné. Je preto možné rekonštruovať intenzívny spôsob obhospodarovania všetkých pestovaných plodín a počas všetkých študovaných úsekov doby bronzovej na Slovensku.

8.2.6. Zhrnutie

V súčasnosti nie sú dostupné podrobnejšie ekologické informácie týkajúce sa vlastností archaických obilnín – pšenice jednozrnovej, dvojrznovej a špalda, ani ostatných plodín, ktoré by umožnili zistiť vplyv plodín samotných na zloženie burinového spoločenstva. Autekologické nároky burinových druhov z archeologických vzoriek poskytujú informácie, na základe ktorých je možné uvažovať, že (v dobe bronzovej na sledovaných slovenských lokalitách):

1. jednozrnka, dvojrznka, špalda a nahozrnová pšenica sa vysievali ako oziminy a boli skoro z jari okopané/odburinené; špalda a nahozrnová pšenica sa zbierali skôr – v polovici leta, jednozrnka a dvojrznka o niečo neskôr, t. j. mali dlhšiu vegetačnú dobu;
2. strukoviny, jačmeň a proso sa vysievali na jar, a to v poradí, v akom sú tu uvedené; proso a jačmeň sa zbierali skôr, strukoviny neskôr (v podobnom čase ako jednozrnka a dvojrznka); pravdepodobne boli pestované odrody hrachu odlišné od dnešných konzumných hrachov, dĺžkou vegetačnej doby podobné odrodám dnes pestovaným ako krmovina;
3. čas výsevu a zberu plodín je v súlade s dnešnými agrotechnickými poznatkami (obr. 8.21.);
4. techniky použité na úpravu pôdy pred sejbou zasahovali do pôdy len plytko (orba dreveným radlom alebo drevenými, kostenými či kamennými motýčkami), umožnili tak prežiť aj druhom trvalým;
5. počas celej doby bronzovej zaznamenávame intenzívnejšie rozrušovanie pôdy, ktoré je možné interpretovať ako okopávanie alebo odburiňovanie všetkých plodín, pretože sú medzi druhmi trvalými časté práve tie, čo sa rozširujú podzemkami a kvitnú dlhšie;
6. prítomnosť nitrofilných druhov, ktoré nie sú špecificky viazané na žiadnu z plodín, indikuje, že orná pôda bola dostatočne bohatá a netrpela vyčerpanosťou; toto mohlo byť zabezpečené situovaním polí na prirodzene

	február			marec			apríl			máj			jún			júl			august			september			október			november			veget.dob. týždňov						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							
jarná jednozrnka				sss	SSS	SSS	SSS	SSS	sss	sss							zzz	ZZZ	ZZZ	ZZZ	zzz													16			
ozimná jednozrnka																zzz	ZZZ	ZZZ	ZZZ	zzz	z/s	sss	SSS	SSS	SSS	SSS	sss	sss							44		
ozimná pšenica																zzz	ZZZ	ZZZ	ZZZ	zzz				SSS	SSS	SSS	SSS	sss	sss				40				
ozimný jačmeň													zzz	ZZZ	ZZZ	zzz				SSS	SSS	SSS										41					
jarná pšenica				SSS	SSS	SSS	SSS										zzz	ZZZ	ZZZ	ZZZ	zzz													18			
jarný jačmeň				SSS	SSS	SSS	SSS							zzz	ZZZ	ZZZ	zzz																15				
proso							SSS	SSS										ZZZ	ZZZ													14					
hrach (záhradný)				SSS	SSS	SSS	SSS							ZZZ	ZZZ																			16			
hrach-peluška				SSS	SSS	SSS	SSS										ZZZ	ZZZ	ZZZ																21		
bôb							SSS	SSS										zzz	ZZZ	ZZZ																18	
šošovica							SSS	SSS	sss							zzz	ZZZ	ZZZ																			15
ľan							SSS	SSS	sss							ZZZ	ZZZ	z																			14

Obr. 8.21. Čas sejby a zberu vybraných plodín v súčasnosti. Jarná a jesenná jednozrnka (výsledky etnobotanického výskumu autorky, dosiaľ nepublikované), ostatné plodiny podľa Čvančara 1962. S – zvyčajný čas sejby, s – možný čas sejby, Z – zvyčajný čas zberu, z – možný čas zberu.

úrodné pôdy alebo zlepšovaním vlastností pôdy okopávaním, hnojením, úhorovaním či správnu rotáciou plodín v oševnom postupe;

7. aplikáciu krátkodobého (nie viac ako 5 rokov trvajúceho) úhoru naznačuje vyššie zastúpenie druhov prirodzených trávnych ekosystémov; tie sú častejšie v staršej (a strednej) dobe bronzovej; v mladšom období prevládajú druhy indikujúce (dlhotrvajúce a) intenzívnejšie využívanie ornej pôdy;
8. technika zlepšovania pôdy hnojením maštalným hnojom sa na niektorých poliach praktizovala pravdepodobne už v staršej dobe bronzovej, ale s vyššou pravdepodobnosťou sa s ňou stretávame v mladšej a neskorej dobe bronzovej – najmä pri pestovaní nahozrnovej pšenice, pšenice špaldovej a prosa;
9. obilie sa zvyčajne žalo vyššie na steblo, a tak väčšina slamy a burín ostávala na poli, kde mohla byť spásaná zvieratami; u archaických pšeníc (jednozrnka a dvojozrnka) a u jačmeňa sa stretávame aj s dokladmi žatvy nízko pri zemi;
10. rozdiely medzi agrotechnickými postupmi aplikovanými pre jednotlivé plodiny, prípadne zmeny v čase, prezentované vyššie, sa neukázali ako štatisticky preukazné; príčinou môže byť malý súbor s nedostatočným počtom vzoriek, ale aj skutočnosť, že postupy používané pri jednotlivých plodinách boli veľmi podobné; či má zachytený trend širšiu platnosť alebo skutočne odráža rozdielne postupy pestovania plodín, bude možné potvrdiť alebo vyvrátiť len štúdiom ďalších systematickým spôsobom odoberaných vzoriek.

8.3. Súhrn

Hlavným cieľom tejto kapitoly bolo pokúsiť sa zrekonštruovať agrotechnické postupy, ktoré sa používali pri pestovaní plodín v dobe bronzovej na Slovensku. Pre dosiahnutie tohto cieľa bolo potrebné najprv stanoviť, či existujú rozdiely medzi vzorkami odpadov a produktov z úpravy plodín a rozdiely medzi jednotlivými typmi plodín. Existenciu rozdielov potvrdili viaceré metódy mnohorozmernej štatistickej analýzy. Rozdiely sa ukázali byť výrazné v prípade hodnotenia nálezov pestovaných aj planorastúcich rastlín a menej výrazné, aj keď preda očividné, pri hodnotení súborov burín samotných. Na pravekých poliach, z ktorých pochádza sledovaný materiál, bolo zloženie burinových druhov a ich ekologické nároky v jednotlivých plodinách, odpadoch a produktoch, a to aj v rozdielnych fázach doby bronzovej, z veľkej časti podobné. To svedčí, že pri pestovaní všetkých typov plodín počas celej doby bronzovej sa používali metódy určitým spôsobom podobné. Napriek tomu však boli pri jednotlivých typoch plodín zaznamenané rozdiely. V mnohorozmerných štatistických analýzach sa tieto väčšinou ukázali ako štatisticky nesignifikantné. Predpokladám, že je to najmä z dôvodu nedostatočnej veľkosti súboru – nízkeho počtu vzoriek pre jednotlivé typy plodín. Myslím si, že zaznamenané rozdiely (podrobnejšiu charakteristiku pozri vyššie) môžeme preto vnímať ako trend, ktorý odráža rozdiely, zmeny a vývoj použitých agrotechnických postupov uplatňovaných pri pestovaní plodín v dobe bronzovej na Slovensku.

Počas celej doby bronzovej zaznamenávame intenzívny spôsob hospodárenia (t. j. zásahy človeka do poľných ekosystémov v priebehu vegetačnej doby) a snahu o využívanie kvalitných pôd. Nezaznamenávame žiadny výraznejší pokles kvality ornej pôdy (jej „vyčerpanie“) ani doklady žiarového, cyklického hospodárenia – opakovaného získavania plôch ornej pôdy spod lesa. Archeobotanické nálezy naopak naznačujú dlhodobé využívanie plôch ornej pôdy a situovanie polí v otvorenej krajine s trávnyimi ekosystémami. Ustálenosť (rešpektovanie) hraníc polí môžu dokladať

druhy, ktoré dnes radíme k druhom poľných medzí (*Bromus arvensis*, *B. inermis*, *B. molis*, *B. tectorum/sterilis*, *Plantago lanceolata*, *Silene vulgaris*, *Viola arvensis*). Zvýšený počet taxónov aj nálezov semien burín vo vzorkách v mladšej a neskorej dobe bronzovej si vysvetľujem ako doklad zväčšenia obrábaných plôch. V tomto období už nebolo možné, a to i napriek využitiu intenzívnych foriem hospodárenia, udržiavať políčka bez (o niečo vyššieho množstva) burín a pri zbere uplatňovať zvýšenú selektívnosť, t. j. „vyhýbať sa“ burinám tak, ako to bolo v staršej a strednej dobe bronzovej. Zníženie druhov trvalých spoločenstiev a druhov viacročného úhoru (napr. *Arenaria serpyllifolia*, *Asperla arvensis*, *Digitaria ischaemum*, *D. sanguinalis*, *Galium aparine*, *G. tricornutum*, *Hyosciamus niger*, *Chenopodium polyspermum*, *Lepidium rudemale*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum arvense*, *Setaria viridis/verticillata* či *Thymelaea passerina*), nárast druhov intenzívnejšieho režimu (jarné jednoročky a druhy triedy *Chenopodietea*) a zároveň absencia dokladov vyčerpania pôd (zriedkavosť druhov chudobných pôd) naznačuje, že od mladšej doby bronzovej sa už mohlo uplatňovať výhodnejšie zaraďovanie plodín v osevnom postupe. Podobný názor vyslovil aj Z. Tempír. Na základe sortimentu burín nájdených v zuhoľnatej zásobe obilia v jame s keramikou štítarského typu z Roztok pri Prahe uvažuje, že na území Čiech od strednej doby bronzovej možno hovoriť o prechode od prielohového hospodárstva k trojpoľnej sústave s jednoročným úhorom (Tempír 2007).

V staršej dobe bronzovej sa na Slovensku stále pestujú plodiny základného „neolitického balíka“. Jednozrnka a dvojrznka sa vysievajú na jeseň. Na jar sa vysievajú strukoviny (hrach a šošovica), ľan a okrem toho, najmä na východe územia, jačmeň. K rozširovaniu sortimentu plodín dochádza od strednej doby bronzovej, keď sa do systému dostáva typická jarná obilnina proso a vo väčšej miere sa aj na západe územia etabluje jačmeň. V mladšej a neskorej dobe bronzovej pristupujú ďalšie plodiny – pšenica špaldová a nahozrnová, pestované ako oziminy, a bôb, vika siata a laničník, pestované (pravdepodobne) ako jariny.

V kontexte možného dosahu týchto zmien (rozširovania sa) sortimentu na ekonomiku pravekých komún je potrebné upozorniť na dve veci. Po prvé, aj z dnešnej etnografickej praxe je známe, že výnosy jačmeňa sú, v závislosti od teplotných a zrážkových pomerov daného roku, nepriamo úmerné s výnosmi pšenice – t. j. v rokoch, keď dáva ozimný jačmeň dobrú úrodu, ozimná pšenica dáva úrodu slabšiu, a naopak (Dreslerová 2011, 103, G. Jones/Halstead 1995). Po druhé, rozdielny čas výsevu a zberu a rozdielne nároky na pôdne a vlhkostné pomery u širšieho spektra plodín umožňujú rozloženie nárazových poľných prác do väčšieho časového úseku (cf. Kreuz/Schäfer 2008, 177). Navyše niektoré nové pestované druhy (jačmeň, proso) mohli svojimi vlastnosťami umožniť využívanie menej kvalitných pôd, a teda zväčšiť celkovú obrábanú plochu. Tá sa mohla v mladšej a neskorej dobe bronzovej ešte viac zväčšiť, a to najmä v dôsledku predĺženia a posunu agrotechnických termínov ďalších nových plodín. Širší sortiment plodín mohol umožniť aj pestovanie lepšie sa znášajúcich plodín po sebe, a teda získať vyšší výnos aj z menšej plochy. D. Dreslerová (2011, 125) nazýva spôsoby zabezpečovania potrebného množstva úrody pomocou zväčšenia osevných plôch extenzifikáciou a zvýšenie výnosu z menšej plochy (správnou rotáciou plodín alebo iných mechanizmov zlepšenia kvality pôdy, pri ktorých sa uplatňuje zvýšené množstvo práce na jednotku plochy) intenzifikáciou poľnohospodárstva.

Diverzifikácia (rozširovanie sortimentu) a diferenciacia poľnohospodárstva (existencia viacerých systémov vedľa seba), ktoré zaznamenávame na Slovensku v dobe bronzovej, patria medzi najúspešnejšie mechanizmy znižovania rizika neúrody (de Hingh 2000, 204). K odstráneniu rizika minimálnej alebo žiadnej neúrody však nemôže prísť, ak sa zväčšia osevné plochy, ale nezväčší sa diverzita druhov s rôznymi nárokmi; naopak by v takomto prípade mohol nastať problém s pracovnou silou (Dreslerová 2011, 125). Naproti tomu pri rozšírení sortimentu o druhy, ktoré umožňujú predĺžiť agrotechnické termíny pre orbu, výsev aj žatvu, (pravdepodobne) nevyžadujú zvýšený nárast pracovnej sily v poľnohospodárstve.

V záverečnej kapitole sa pokúsím zodpovedať, či boli tieto zmeny vyvolané potrebou pružne reagovať na klimatickú zmenu, alebo sú výsledkom pokojného vývoja počas klimaticky a spoločensky stabilného obdobia, kedy bolo napríklad možné experimentovať.

Otázkou však asi nateraz naďalej ostane, či potenciál progresívnejších(?) poľnohospodárskych praktík, uplatňovaných pravdepodobne od strednej, ale najmä v mladšej a neskorej dobe bronzovej na Slovensku (napr. väčšie plochy, rotácia vhodnejších plodín, skracovanie úhoru...), umožnil produkovať nadprodukt (aspoň raz za niekoľko rokov). Ak áno, je naďalej otáznou, či bol tento „nadprodukt“ použitý na uspokojenie potrieb zvyšujúcej sa populácie, alebo sa mohol hromadiť, a tak následne viesť k „akumulácii bohatstva“ niektorých jednotlivcov/rodín – ako to predpokladá P. Halstead (1989) pre dobu bronzovú v Grécku.

9. ZÁVER

Výsledky archeobotanickej, tafonomickej a ekologickej analýzy (kapitoly 6., 7. a 8.) je možné použiť na zodpovedanie otázok o spoločnosti doby bronzovej, najmä o aspektoch týkajúcich sa organizácie (poľno)hospodárstva (predložené v kapitolách 2. a 7.). V tejto kapitole sa tiež dotknem témy, či je možné spájať zmeny zachytené v sortimente rastlín s klimatickým vývojom.

Súbor makrozvyškov pestovaných rastlín a burín z doby bronzovej na Slovensku predstavuje 234 vzoriek (126.432 zvyškov rastlín). Z tohto počtu však bolo možné štatisticky hodnotiť len časť. Súbor, na ktorý bolo možné aplikovať všetky typy štatistických analýz, sa redukoval na 59 vzoriek (10.442 zvyškov rastlín). V týchto vzorkách boli zastúpené najmä obilniny (jednozrnka, dvojzrnka, špalda, pšenica nahozrnová, proso), ale aj strukoviny (hrach a bôb). Výsledky archeobotanickej analýzy sa preto viažu najmä na tieto plodiny. Žiaľ, vzorky obsahujúce ostatné plodiny doby bronzovej (šošovica, vika siata a ľaničník) neboli na analýzu vhodné. Zameranie sa len na časť plodín môže síce obmedziť rozsah rekonštruovaných agrotechnických postupov, ale celkovo významnejšia úloha týchto plodín spolu s vysokou pravdepodobnosťou ich pestovania v rotácii s plodinami menej častými umožňuje predpokladať, že získané poznatky o poľnohospodárskych praktikách doby bronzovej sú všeobecne platné.

Aj napriek rozsiahlej pramennej báze nie je možné študovaný materiál považovať za reprezentatívny. Jednotlivé obdobia, kultúry, regióny a typy sídlisk sú zastúpené veľmi nerovnomerne. Z veľkej väčšiny archeologických kultúr pochádzajú len ojedinelé vzorky (často len z jedinej lokality alebo jediného kontextu) a v porovnaní so súborní v ostatných európskych krajinách sú netypicky zastúpené zásoby. Tieto skutočnosti zabraňujú vzájomnej komparácii a interpretácii výsledkov na viacerých úrovniach (regionalita verzus všeobecná platnosť zaznamenaných javov v konkrétnej kultúre alebo fáze doby bronzovej, vývoj v čase na jednom mieste, ekonomika opevnených a neopevnených časovo súčasných osád...). Získané výsledky je preto potrebné brať ako hypotézu, ktorú je potrebné otestovať ďalšími dátami.

Z prezentovaných výsledkov však vyplýva, že pestovanie plodín a chov domácich zvierat sú doložené vo všetkých sledovaných kultúrach a fázach doby bronzovej, pričom poľné hospodárstvo tvorilo významnú zložku obživy počas celej doby bronzovej.

Sortiment pestovaných rastlín a agrotechnické postupy

V staršej fáze *staršej doby bronzovej* odrážajú archeobotanické nálezy kontinuitu pestovateľskej tradície eneolitu, a to tak v sortimente plodín, ako aj v používaní eneolitických poľnohospodárskych postupov a praktík. A hoci s výnimkou ojedinelých objektov nepoznáme polohu sídlisk, na základe roztrúsených nálezov v kultúrnych vrstvách na polykultúrnych lokalitách môžeme konštatovať, že sa tak, ako je to u pohrebísk z tohto obdobia, nachádzajú v krajine, ktorá sa poľnohospodársky využívala v predchádzajúcom aj nasledujúcom období. V mladšej fáze staršej doby bronzovej sú dokladom uskladňovania, a teda aj produkcie rastlín okrem nálezov rastlín samotných aj početné a objemné zásobné jamy. Agrotechnické postupy môžeme charakterizovať ako intenzívne pestovanie na ustálených a rozsahom pravdepodobne nevelkých plochách. Pôda sa orala radlom, alebo sa okopávala jednoduchými motykami, preto bola rozrušovaná pomerne plytko. Obe hlavné obilniny, čiže jednozrnka a dvojzrnka, sa vysievali na jeseň. Ľan, strukoviny a pravdepodobne i zriedkavejší jačmeň (vyskytujúci sa najmä na východe územia Slovenska) sa vysievali na jar. Počas vegetačnej doby sa obilniny aj strukoviny okopávali, alebo sa z polí aspoň odstraňovali buriny. Obilie sa zbieralo vyššie na steblo (pod najnižším klasom), a tak väčšina slamy s burinami ostávala na poli. Malý počet vzoriek dokladá aj kosbu nízko pri zemi, ktorej účelom bolo získať slamu ako materiál na využitie v domácnosti. Prítomnosť burín nízkeho vzrastu v zásobách obilnín indikuje, že pri nízkej kosbe sa zbierali klasy aj steblá spolu. Nerobil sa viacnásobný zber, pri ktorom by sa najprv pozbierali klasy a potom slama. Strniská mohli byť po zbere prepásané, a tým zároveň aj prihnojované. Druhy bohatých pôd indikujú, že sa museli používať techniky, ktoré dokázali udržať dobrú kvalitu pôdy, a pôda sa nevyčerpávala. Do úvahy prichádza najmä intenzívne obrábanie pôdy a úhorovanie. Závislosť medzi intenzívnym obrábaním a lepšou kvalitou pôdy som spomínala v kapitole 8.2. Intenzívne spôsoby môžu znamenať 1. hnojenie maštaľným hnojom, 2. okopávanie, ktoré zvyšuje mineralizáciu organickej hmoty tým, že podporuje rast určitých pôdnych baktérií, a 3. správnu rotáciu plodín. Keďže je sortiment rastlín pomerne úzky a umožňuje len čiastočnú rotáciu plodín, predpokladám, že sa aplikovala metóda krátkeho úhorovania. Pôda neležala ľadom viac ako 5 rokov, a tak sa na nej mohli uchytiť len druhy lúčnych ekosystémov. Počas obdobia pokoja mohla byť tiež prepásaná. Nepotvrdila sa teória o cyklickom lesnom hospodárstve, v rámci ktorého sa orná pôda získava každých 4–5 rokov rúbaním a vypalovaním lesa.

V *strednej dobe bronzovej*, pretrvávajúci význam úlohy pestovania plodín dokladá v detailnejšie skúmaných regiónoch kontinuita osídlenia v polohách s dostatkom kvalitnej ornej pôdy v zázemí osád (*Bartík 2001*), ako aj skutočnosť, že práve v tomto období sa do pestovania zavádza nová plodina – proso. Od dovtedy pestovaných plodín ho odlišuje najmä jeho spoľahlivosť (úrodu donesie aj v zhoršených podmienkach), relatívne vysoká produktivita, ekolo-

gická plasticita a krátka vegetačná doba. Keďže proso je (výhradne) jarnou plodinou, roľníci strednej doby bronzovej mohli experimentovať s novými možnosťami rotácie plodín, a to s cieľom zefektívniť využitie tých istých plôch a následne z nich získať vyšší výnos v kratšom čase. O významnej úlohe prosa v živote spoločnosti strednej doby bronzovej podáva svedectvo aj jeho uloženie v jame s keramickým depotom (Bartík/Hajnalová 2004).

K prvej výraznej zmene v poľnom hospodárstve v priebehu vývoja v staršom praveku dochádza v *mladšej dobe bronzovej*, ale najmä na počiatku *neskorej doby bronzovej*. V tomto období sa rozširuje sortiment pestovaných rastlín minimálne o štyri až päť plodín – nahozrnové pšenice (siatu/tvrdu a nakopenú), pšenicu špaldovú, bôb a ľaničník, pričom popri tradičných agrotechnických postupoch sa zavádzajú postupy nové. K metódam intenzívneho hospodárstva patrilo zlepšovanie pôdy hnojením (tento poznatok zatiaľ neostáva bez výhrad), udržiavanie kvality pôdy vhodnejším zaradením plodín v rámci osevného postupu (ktoré bolo možné práve vďaka širokému spektru plodín) a v neposlednom rade skrátenie úhoru. K metódam extenzívneho hospodárstva je možné zaradiť pravdepodobne celkové zväčšenie rozlôh obhospodarovanej pôdy. Rozdielne nároky na čas výsevu a rozdielna dĺžka potrebnej vegetačnej doby jednotlivých plodín umožnili rozloženie nárazových prác na väčšiu časť roka. Je veľmi pravdepodobné, že pri subsistenčnej forme hospodárenia nemuselo použitie týchto nových metód (s veľmi účinným mechanizmom znižovania rizika minimálnej alebo žiadnej úrody) klásť zvýšené nároky na množstvo potrebnej pracovnej sily v najkritickejších obdobiach poľnohospodárskeho roka (jeseň a skorá jar, keď sa vykonáva orba, a leto, keď je obdobie žatvy). V závere neskorej doby bronzovej a na začiatku doby halštatskej zaznamenávame určitý regres, čo sa prejavuje minimálne zúžením spektra pestovaných rastlín, z ktorého sa vytrácajú najmä nahozrnové pšenice, náročnejšie na pestovateľské postupy a podmienky.

Veľkosť poľí, rozloha ornej pôdy a nadprodukt

Podobne, ako to dokladajú rastlinné zvyšky z neolitu strednej Európy (Bogaard 2004, 155), aj slovenské nálezy z doby bronzovej indikujú dlhodobé využívanie trvalých plôch poľí. V prospech toho, že mohli byť polia od ostatných zložiek krajiny v dobe bronzovej oddelené, svedčí prítomnosť druhov, ktoré v časoch, keď na Slovensku ešte existovali medze medzi poľami, často osídľovali uvedené biotopy. Rozloha ornej pôdy je závislá od viacerých faktorov – veľkosti komunity, ktorú musí užiť, výnosov pestovaných plodín a vlastností prostredia (pôdy a klímy). Konkrétne čísla získané z etnografických pozorovaní, experimentov a teoretických výpočtov, čo sa uvádzajú pre pravek strednej Európy, síce varujú, ale v podstate sa pohybujú v podobných rozmedziach. Pre základnú 4–6 člennú rodinu sa pohybujú od 0,8/1 ha pri intenzívnom (neolitickom „záhradnom“) hospodárení po 3,75 ha aj s úhorom (cf. Bogaard 2004, tab. 2.1.; Dreslerová 2011; M. Hajnalová/Danielisová in prep.; Hajnalová/Dreslerová 2010).

V literatúre často uvádzaný názor, že hneď po zavedení radla v neskorom neolite sa mohla rozloha ornej pôdy výrazne zväčšiť, popiera P. Halstead (1995). Uvádza, že extenzívnejšie pestovanie na väčších plochách s možnosťou dopestovať nadprodukt je možné len vtedy, ak pluh ťahajú špecializované zvieratá (voly), no a tie sa vo väčšej miere v archeozoologickom materiáli neobjavujú skôr než v dobe bronzovej (Pollex 1999). Do tohto obdobia sa preto orba radlom vníma len ako inovácia bez výraznejšieho dosahu (Halstead 1995).

V mladšej fáze staršej doby bronzovej na Slovensku zaznamenáva C. Ambros (1965, 134–135) v porovnaní s neolitom a eneolitom zvýšený počet nálezov sploštených rohov, ktoré sú podľa neho dokladom použitia hovädzieho dobytky v záprahu. Na tomto mieste nešpecifikuje, či ide o kastrátov, alebo nie. V záverečnej kapitole tejto práce však konštatuje, že „...Podľa niektorých častí skeletu, u ktorých je známy sexuálny dimorfizmus, sme zistili, že okrem pohlavných jedincov – bykov a kráv – chovali na sídliskách [mladšej fázy staršej doby bronzovej] aj kastrátov. Cieľom kastrácie bola akiste zmena úžitkovosti (použitie hovädzieho dobytky ako záprahových zvierat; vyššia produkcia mäsa)“ (Ambros 1965, 212). Preto je možné uvažovať o zväčšovaní rozlohy ornej pôdy už od tohto obdobia. Limitujúcim faktorom, ktorý toto ešte v staršej dobe bronzovej nemusel umožniť, alebo to umožnil len v obmedzenej miere, je však sortiment pestovaných rastlín. Nároky ozimnej jednozrnky a dvojzrnky a jarných strukovín (hrachu a šošovice) na čas výsevu (orby) a zberu sú veľmi podobné, a preto by zväčšenie plôch muselo (nutne?) viesť k zvýšeným nárokom na mobilizáciu pracovnej sily. To, že k zväčšeniu rozlohy ornej pôdy v tomto období ešte nedochádza, potvrdzujú aj nálezy burín, ktoré indikujú ešte stále „záhradný“ spôsob hospodárenia, viazaný na menšie plochy. Ako som už uviedla, k zväčšovaniu rozlohy ornej pôdy dochádza s veľkou pravdepodobnosťou na konci mladšej a na začiatku neskorej doby bronzovej, kedy už sortiment plodín prestáva byť limitujúcim faktorom. Navyše rozdielne nároky plodín umožnili rozložiť prácu do širšieho časového úseku, čím pravdepodobne nevyvolali potrebu väčšej pracovnej sily. Nevieme však, či tieto formy extenzívnejšieho hospodárstva prežili aj v nasledujúcom halštatskom období. Zúženie spektra plodín na konci doby bronzovej naznačuje, že tomu tak nemuselo byť.

O veľkosti jednotlivých parciel poľí si dokážeme urobiť predstavu tiež na základe etnografických prác a archeologických dokladov, ako sú kamenné ohradenia poľí, ktoré sa dochovali v západnej a severnej Európe a datujú sa do obdobia cca 1000 cal BC až 200 cal AD. Komplexy týchto poľí pokrývajú niekoľko desiatok až niekoľko stoviek hektárov, ale veľkosť jednotlivých parciel sa spravidla pohybuje od 20 x 20 m po 20 x 40 m (cf. M. Hajnalová/Dreslerová

2010, tu aj ostatná literatúra). Tieto rozmery v plnej miere korešpondujú s etnografickými záznamami, kde sa veľkosť jedného políčka pohybuje v závislosti od toho, aby ho bolo možné obrobiť za jeden deň (v čase sejby teda rozrušiť pôdu, vysiať a zakryť osivo, v čase zberu pozbierať za dobrého počasia úrodu zo všetkých polí v potrebnom termíne). U jednozrnky (ale aj iných plodín), ktorá sa pestuje v Rumunsku, sa veľkosť týchto parciel pohybuje od 1 ára po 18 árov, pričom priemerné hodnoty sú 2 a 4 áre (M. Hajanlová/Dreslerová 2010).

Cieľom analýzy v kapitole 7 bolo stanoviť, či je možné rôzne typy lokalít (neopevnené – opevnené, staršie – mladšie...) charakterizovať ako miesta produkcie alebo miesta konzumácie pestovaných rastlín, prípadne stanoviť škálu tejto produkcie/konzumácie. Získané výsledky jasne ukazujú, že obyvatelia všetkých hodnotiteľných osád – neopevnených aj opevnených, starších i mladších, situovaných v nížinách aj vo vyšších polohách – si pestovali plodiny a spracovávali ich sami.

Prítomnosť nevyčistených alebo len čiastočne vyčistených zásob, ktoré sa našli na sídliskách situovaných v exponovaných polohách, kde sa orná pôda nachádzala vo väčšej vzdialenosti (napr. Sitno a Malý Vreten) môže indikovať: 1. nedlhodobé uskladnenie (ochranu?) zásob komunity, ktorá ich sama vypestovala (nečistoty v zásobe skracujú dĺžku jej možného uskladnenia), a 2. zásoby určené na rýchly konzum, ktoré boli odovzdané ako „tribút“ ochrancovi, čo tu sídlil. Ja sama sa prikláňam skôr k prvej možnosti. Žiaľ, na to, aby bolo možné sa priblížiť k odpovedi na túto otázku, by bolo potrebné získať z týchto lokalít aj z lokalít v ich hospodárskom zázemí vzorky, ktoré by predstavovali odpady z procesu spracovania, a výsledky tejto analýzy konfrontovať s ďalšími archeologickými údajmi (napr. výskytom/absenciou luxusných predmetov, stopami trvalého/dočasného sídlenia...).

Pri interpretácii novej škály produkcie použijem kombináciu dosiahnutých výsledkov. Agrotechnické postupy a techniky uplatňované v priebehu doby bronzovej svedčia o tom, že jednotlivé hospodárstva otvorených aj opevnených osád mali takú veľkosť, aby na ich obhospodarovanie stačila základná rodina. Schopnosť týchto základných jednotiek dopestovať v staršej a strednej dobe bronzovej nadprodukt vidím ako niečo málo pravdepodobné alebo ako niečo, čo sa mohlo udiť len nepravidelne – napríklad vplyvom extrémne vhodných klimatických podmienok. Za pravdepodobnejšie to považujem od prelomu mladšej a neskej doby bronzovej. V archeobotanickom materiáli však zatiaľ nenachádzam dôkazy o existencii nadproduktu a tiež nevidím jeho uplatnenie – keďže nemám doklady o existencii osád, ktoré by mohli byť recipientom týchto produktov. Spôsobov, ako naložiť s potravinovým nadproduktom, je široká škála – môže byť skonzumovaný na hostine, môže byť použitý ako krmivo, môže byť vymenený (ak má byť za čo a s kým), môže byť odložený ako zábezpeka, no môže byť aj vyhodnený..

Poľnohospodárstvo a klíma doby bronzovej

Posúdeniu toho, či súčasný stav bádania v archeológii a v environmentálnych vedách vôbec umožňuje hodnotenie vzťahu medzi prípadnými zmenami ľudského správania a prípadnými zmenami prírodného prostredia, sa veľmi podrobne venuje D. Dreslerová (2011). V závere svojej štúdie píše: „... Máme-li tedy hodnotit dopad klimatických změn [ktoré sú najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim podobu a zmeny prírodného prostredia] na pravěké společnosti, dostáváme se do problémů. Na jedné straně stojí prostorově omezená platnost klimatických vlivů, na druhé straně omezená znalost jednání pravěkých populací, které se nemuselo řídit striktně ekonomickými nebo praktickými aspekty existence. Naše současné představy vycházejí z předpokladu, že člověk je (a vždy byl) racionální bytost, a tudíž klimatické změny nějakým způsobem reflektoval a řešil, pravděpodobně podobným způsobem, jakým bychom je řešili dnes. Tento předpoklad se však nemusí zakládat na pravdě. Nadto, jak ukazují historické příklady, nebývají klimatické změny (a většinou ani změny nebo náhlé události počasí, jako jsou povodně, kroupy, jarní přísušky, ranní mrazíky apod.) skutečnou alnebo jedinou příčinou historických události, nýbrž spíše jejich spouštěcím mechanismem v době nahromaděných problémů. Pokud se však společnost nachází ve stavu normalizovaném (zajištěném), pak je reakce na klimatickou změnu/událost počasí mnohem méně dramatická, a tudíž v archeologických pramenech většinou nečitelná.“

Práve uvedomenie si skutočností, ktoré D. Dreslerová tak stručne a zrozumiteľne zhrnula do týchto pár riadkov, ma viedlo k tomu, aby som v úvode tejto knihy načrtla problematiku rekonštrukcie vzťahu klímy a poľnohospodárstva v praveku. Na tomto mieste by som sa rada aspoň čiastočne k tejto problematike vyjadrila.

V kapitole 2 vysvetľujem, prečo som pri hľadaní odpovede na otázku, či mnou zaznamenané zmeny v pestovaní rastlín v dobe bronzovej môžu byť odpoveďou na klimatické zmeny, použila makrofyzikálny klimatický model, a nie doteraz publikované štúdie, ktoré vychádzajú z tzv. proxy dát. V tejto kapitole je model vysvetlený a je tam tiež prezentovaná časť výstupov.

Z modelovaných parametrov klímy, ktoré model MCM ponúka, ovplyvňujú rozhodujúcou mierou veľkosť úrody/výnosov 1. úhrny zrážok a hodnoty potenciálnej evapotranspirácie počas roka a vegetačného obdobia a 2. rozloženie zrážok v roku.

Zrážky, potenciálnu evapotranspiráciu, ale aj dĺžku vegetačného obdobia výrazne ovplyvňuje geografická poloha a nadmorská výška. Za začiatok vegetačného obdobia sa považuje obdobie, keď priemerné denné teploty neklesajú pod 5/10 °C, a vegetačné obdobie trvá dovtedy, kým priemerné denné teploty neklesnú pod 5/10 °C

(Čvančara 1969, 37, 89). Pri teplote 5 °C väčšina plodín ešte/už neasimiluje. V severnejších vyššie položených oblastiach je oproti južným nížinným krajom dnes vegetačná doba kratšia v priemere o 15 (miestami, napríklad na Orave, až o 40) dní.

Pre dosah (paleo)klimatických zmien na poľnohospodárstvo je preto dôležité sledovať najmä lokálne modelovaný chod zrážok v roku, hodnoty evapotranspirácie v jednotlivých obdobiach a prípadné zmeny v poklese/náraste teplôt v kritických jesenných a jarných mesiacoch. Ďalej si je potrebné uvedomiť, že amplitúda holocénnej klimatickej zmeny sa v globálnej miere pohybuje v rozmedzí 1 stupňa Celzia. To je hodnota, ktorá sa na určitom území mohla prejaviť pozitívne (alebo sa nemusela prejaviť vôbec), no inde mohla mať katastrofálny dosah⁸³.

Pri pohľade na vývoj klímy (ako ho modeluje model MCM) je vidieť, že na (juho)západe územia Slovenska patrí staršia fáza staršej doby bronzovej do vlhšieho výkyvu (v porovnaní s predchádzajúcim vývojom klímy v neolite a eneolite), ktorý z dnešného pohľadu optimalizoval podmienky na pestovanie rastlín – znižoval vlhový deficit. Je otázne, ako na toto zvlhčenie mohli reagovať jednozrnka a dvojrznka, ktoré pochádzali z teplejšej a suchšej oblasti na Blízkom východe. V mladšej fáze staršej doby bronzovej sa klíma stáva opäť suchou (a teplou), ale nikdy už nedosiahne (suché) podmienky, aké boli v neolite a eneolite. Na východe územia je trend opačný. V staršej fáze je klíma oproti predchádzajúcemu obdobiu suchšia (z dnešného pohľadu lepšia) a v mladšom období vlhšia (z dnešného pohľadu „príliš vlhká“). Pretože sa od eneolitu až po staršiu dobu bronzovú pestujú stále tie isté plodiny a veľmi pravdepodobne sa pri ich pestovaní uplatňujú rovnaké agrotechnické postupy, bude zaujímavé korelovať zaznamenané fluktuácie v sídliskovej štruktúre (cf. *Kopčeková 2009, Demján 2009*) s namodelovanými fluktuáciami klímy. Cez túto komparáciu sa potom v budúcnosti môžeme pokúsiť hľadať odpoveď na otázku možnosti/schopnosti vtedajšej spoločnosti (ne)produkovať subsistenčný základ alebo dokonca nadprodukt rastlinnej potravy a jeho úlohu, ktorú (ne)zohral pri prehlbovaní sa sociálnej nerovnosti a následne formovaní sa sociálnej stratifikácie spoločnosti (cf. *Halstead 1989*).

Podľa modelu MCM je stredná doba bronzová obdobím, kedy sa oproti predchádzajúcemu obdobiu „optimalizujú“ (z dnešného pohľadu) klimatické podmienky – na západe územia sa vplyvom zvýšených zrážok znižuje vlhový deficit, kým na východe územia sa vlhká klíma vysušuje a hodnoty zrážok a potenciálnej evapotranspirácie sa vyrovnávajú. Nastáva teda obdobná situácia ako na počiatku staršej doby bronzovej, ale s miernejším prejavom. Možno práve zavedenie pestovania prosa (ktorého korene sú v Strednej Ázii a ktoré sa na územie Slovenska dostáva najpravdepodobnejšie cestou po severnom pobreží Čierneho mora) by sa mohlo vnímať ako jedna z možných adaptačných stratégií na zmenu prírodného prostredia.

Z poľnohospodárskeho hľadiska sa klíma mladšej a neskej doby bronzovej javí v kontexte tohto archeologického obdobia ako najideálnejšia. Je pomerne stabilná, s dobrou zrážkovou a teplotnou bilanciou na západe aj východe územia. Jediný (nevýrazný) výkyv nastáva v období 1100–1000 cal BC a je spojený s miernym ochladením a vysušením na západe a miernym ochladením a zvlhčením na východe. Celkovo je toto obdobie charakteristické aj ustáleným chodom zrážok v roku, s prvým zrážkovým maximom v júni a druhým menším v novembri. Práve s týmto pomerne dlhým stabilným obdobím sa synchronizuje aj kvalitatívny (a možno i kvantitatívny) posun poľného hospodárstva. K poslednej klimatickej zmene (charakterom podobnej udalosti, ako bola tá v 11. storočí cal BC) dochádza až v priebehu 8. storočia cal BC, kedy v náznakoch zachytávame aj regresiu poľnohospodárskej výroby.

Keďže na Slovensku zaznamenávame v dobe bronzovej kontinuitu osídlenia (hoci s meniacou sa intenzitou), prípadne s posunmi obytných areálov v priestore, ktoré nie úplne korelujú so zachytenými zmenami v produkcii plodín, je možné predpokladať, že vtedajšie poľnohospodárske stratégie boli viac-menej úspešné. Verím, že ako dokáže tradičná poľnohospodárska spoločnosť flexibilne reagovať na (klimatickú aj kultúrnu) zmenu dnes, tak boli aj v dobe bronzovej, ktorá je plynulým pokračovaním dvojtisícročnej roľníckej histórie, vyvinuté (ekonomické, spoločenské či kultúrne) mechanizmy, ktoré umožnili vtedajšej spoločnosti tieto prekážky prekonávať.

⁸³ Len na ilustráciu uvediem, že zvýšenie teploty o necelý 1 stupeň Celzia za posledné desaťročie umožňuje úspešné pestovanie kukurice a hrozna na Orave (!) (*Šmejlová 2009*); najideálnejšou oblasťou na pestovanie pšenice sa stáva stred Slovenska (okresy Topoľčany, Bánovce nad Bebravou či Piešťany) a nadpriemerné úrody sa zaznamenávajú aj v Poprade a Kežmarku; negatívny dosah má táto zmena na územie tzv. obilnice Slovenska – Podunajskú nížinu, ktorá trpí akútnym nedostatkom vlhky, a to natoľko, že na nezavlažovaných poliach sú úrody nulové (*Haluza 2007*).

10 SUMMARY

The Archaeobotany of Bronze Age Slovakia

This monograph is the first to deal with the use of plants and crops during one age in the territory of Slovakia, also presenting the most recent and modern results of research in a single book. In nine chapters it elucidates farming practices and crop husbandry of the Bronze Age (ca. 2200–750 cal BC)⁸⁴ and addresses the climate and natural vegetation of the period.

Over ten years ago, in their book on the Bronze Age Slovakia, Furmánek, Veličák and Vladár (1999, 130) wrote that the information on cultivated crops and gathered fruits during the Bronze Age in Slovakia is very patchy; information on arable practices, harvesting techniques, further manipulation of crops and productivity is poor or negligible; and that it remains unknown how communities coped with short climate events, like draught periods, or major climate changes, and what is the ratio of animal to crop husbandry.

Since then a series of archaeobotanical (and archaeozoological) analyses have been carried out. This monograph presents all available archaeobotanical and archaeozoological data from finished research projects or other studies. The botanical data⁸⁵ are further analysed by means of a wide variety of research tools and methods. Interpretations of these analyses bring fresh understanding of the history of cultivated crops and the findings are evaluated in a wider socio-economic context.

The book, which is intended for a diverse audience to include archaeologists, botanists, agronomists and historians, presents archaeobotany as a complex discipline effectively tackling questions about the economy and social aspects of prehistoric communities. It seeks to explain the role of arable farming and crop husbandry, a vital part of the Bronze Age economy, because only better understanding of everyday life of farmers in the Bronze Age on a local level can move us toward understanding the role of Slovakian territory in European history.

Chapter 2 (Background setting) presents a general overview of the environmental and cultural situation. Published views on various aspects of the environment, life and societies of the Bronze Age are provided and novel research approaches (e.g. for palaeoclimate reconstructions) are introduced.

In the subchapter on the climate of Bronze Age Slovakia, the following points are stressed. Due to a lack of palaeoclimate research in Slovakia, researchers tend to use the results of palaeoclimate studies from distant parts of Europe. When these have been used, steppe elements present in some local palynological/archaeobotanical and/or malacological records, for instance, have not been taken into account, and the middle Holocene landscape is therefore usually considered to have been dense deciduous/coniferous forests.

Using distant and/or selective data is demonstrated to be inappropriate and instead macroclimate modelling is presented as a tool that more realistically reconstructs the palaeoclimate. How the model works is described in detail and models for six sites in different regions of Slovakia are developed.

Combining the limited but important published evidence and macroclimate models indicates that Bronze Age Slovakia included elements of open park-like landscape, with possible permanent grassland patches in the driest lowland areas. This is also supported by recent research on pollen profiles in Hungary. Magyari et al. (2010) describe the climate in the region as different from what is known elsewhere in Europe, documenting the persistence of wooded steppe from the early Holocene to the Iron Age.

The sections on the cultural background are provided mostly for non-specialists in archaeology. First, the absolute chronology of the period is shown as a prerequisite for understanding the cultural and environmental changes in the Bronze Age. Then, research on the society is discussed, explaining differences in the archaeological evidence available for the various subperiods and subregions in Slovakia (uneven distribution of graveyards, settlements, hillforts, hoards) and the limits of data retrieval and interpretation. Here, also views on the character and complexity of the society are presented, emphasising specific archaeological evidence upon which some common opinions circulating in Slovak archaeology rests. In general, Bronze Age society is thought to be a highly stratified society. Some evidence is thought to suggest the existence of specialised production and consumption sites, a question addressed towards the end of the book.

⁸⁴ Translator note: The Bronze Age in Slovakia is subdivided into four parts as follows: Early (with an early and a later phase), Middle (one phase only), Late (one phase only) and Final (one phase only). Together, the Slovakian/Bohemian Late and Final Bronze Age periods correlate roughly to the Western European Late Bronze Age. Here the Late and Final are distinct and were evaluated separately.

⁸⁵ At present, over 228.000 finds of charred and uncharred seeds are known from 234 contexts at 41 sites; and if 15.000 charcoal fragments are added, the total number of sites increases to 126.

Chapter 2 ends with a conclusion that agriculture is the underpinning of Bronze Age society, because animal and crop husbandry were the primary means of procuring food. The absence of evidence – installations (e.g. silo-pits), artefacts (e.g. sickles) or ecofacts (e.g. plant macro-remains) – is not considered evidence of the absence of certain farming, food procurement and crop-processing activities. Viewing the evidence (or lack thereof) of agriculture in this way may re-form the picture of Bronze Age society in Slovakia.

Chapter 3 (Methods) describes in detail the methods used for collecting soil samples in the field (judgemental vs. systematic) and their processing (wet-sieving, flotation), methods in the laboratory analyses (sorting and species identification) and mathematical (counting) and statistical evaluations (selection of samples for quantitative and statistical analyses, data standardisation).

Chapter 4 (Material) is the catalogue of sites with archaeobotanical, osteological and malacological finds from Bronze Age sites in Slovakia, in which the sites are listed chronologically. For each site the basic facts and literature are given, followed by the list of plant and animal species identified in its analysed samples. Tables 4.1 – 4.20 in the Appendix detail the archaeological and archaeobotanical information for each sample (context, volume, botanical taxa and the counts of each plant taxon).

Chapter 5 (Plant macroremains – general results) features the spectrum of cultivated crops, and wild and gathered plants of Bronze Age Slovakia. Crops are evaluated in terms of their presence/absence and ubiquity through time. Eight cereal crops (einkorn, emmer, spelt, bread and club wheat; naked and hulled barley; millet), four pulse crops (lentil, sweet pea, Celtic bean, common vetch) and two oil/fibre plants (flax, gold-of-pleasure) were identified. Information on domestication and cultivation history in the Old World is given for each of the species, offering information on its time and place of domestication, and the route along which and when it came to East-Central Europe.

Rare finds of gathered plants, mostly edible berries of shrubs and trees (e.g. prune cherry, cornelian cherry, elderberry, raspberry, blackberry, etc.) indicate that they were a part of the diet. Special attention is paid to acorns, which were recovered from what seems to have been a cultic context. Given the accompanying finds (cereal grains and weeds, fish scales, bones, daub fragments, and pottery), it seems the acorns may have entered the context secondarily, as kitchen waste.

The main constituents of the samples (grain, chaff, seeds of legumes, weeds and gathered fruits) demonstrate that mostly burnt residues of crop stores, with some wastes from their processing, form the archaeobotanical samples. Arable weeds are mentioned in this chapter but are discussed in more detail in Chapter 8.

Chapter 6 (Taphonomic analyses) presents taphonomic analyses as a crucial step in further refining interpretation of the data. Processing crops is considered the most important taphonomic process, which strongly effects the composition of archaeobotanical deposits. In order to analyse the comparable variables in the entire assemblage, individual samples were investigated to determine whether they represent a product, by-product (waste) or the mixture of the two, and from which stage of the crop-processing sequence they came. Four methods (of taphonomic analysis) have been employed. The first two separated wastes (by-products) from stores. The third method enabled closer identification of crop-processed wastes, and the fourth more closely identified the contents of stores. Importantly, the third and fourth methods established also from which particular stage of the crop-processing sequence the wastes (third method) or stores (fourth method) originated. It is clear from the analyses that by-products (wastes) comprise only one quarter of the whole assemblage and the rest of the samples are residues of burnt crop stores. The wastes, for which the crop type could be identified, had mostly been a by-product of the processing of einkorn and emmer (glume wheats) and barley. In contrast, burnt crop stores are mostly of spelt, free-threshing wheats, millet, pulses and gold-of-pleasure (cameline). Half of the store samples had been fully cleaned (free of weeds) and half had been semi-cleaned. The latter, along with the waste samples, are used in further evaluation of agricultural practices in Chapter 8.

In **Chapter 7** (Palaeoeconomy - (Crop)Husbandry strategies of the Bronze Age in Slovakia) the results of taphonomic analyses are evaluated in economic terms aiming to classify the sites as places of production or consumption and to assess the scale of any identified production or consumption. Three models were used as theoretical frameworks for investigating the palaeoeconomy.

The first model 'Model A' is rooted in ethnography and claims that place of production and consumption can be distinguished by the presence/absence of residues (wastes) of the early crop-processing stages. Hillmann (1984) and Jones (1984) contend that these wastes would be present at places of production, while they would be absent at sites of consumption; samples containing unprocessed stores belong to the first group.

By application of this model, ten out of the seventeen evaluated sites could be considered places of production. However, the absence of wastes at the other seven does not mean they were sites of consumption. The available samples are limited and cannot be considered representative, thus the results are inconclusive.

The second model (*Fuller/Stevens 2009*), 'Model B', is based on the workforce requirements for processing crops and the ability to mobilise the necessary workforce during agricultural 'bottlenecks' (periods such as harvest time, when activity is greatest). For example, processing crops fully immediately after harvesting demands a larger workforce, and the ability to mobilise it at such a scale is considered to result from a relatively large communal (or centralized) organisation (usually in societies with some level of complexity). On the other hand, processing crops only through the early stages and during harvest time or immediately after requires a smaller workforce. Here, further crop processing takes place later in the year on a daily basis and is suitable for relatively small communities (larger than a household but not the larger communal or centralized organisation assumed above, and generally a marker of less complex societies).

Reviewing the analysed samples against Model B indicates that during the Early Bronze Age and Late/Final Bronze Age communities were unable to mobilise sufficient workforces to fully clean/process all stores; only some were fully cleaned. The portion of semi/fully cleaned stores suggests that the workforce included more than the members of a single household and involved some (communal?) organisation, but not that of a centralized society. The number of semi/fully cleaned stores increased in the Middle Bronze Age. This could (but need not) be a result of different types of storage practices (bulk vs. smaller storage, silos vs. granaries). Archaeobotany on its own, however, cannot determine whether the ability to mobilise labour was the result of a communal or centralized power. It must be combined with other, at present unavailable, archaeological information.

The third model (*Veen/Jones 2006*), 'Model C', analyses the archaeobotanical information in terms of the presence or absence of grain-rich samples, and the distribution of silo pits and above-ground granaries and fortified sites. The result of combining these sources of evidence can identify shifts in the organisation of farming, landscape and policy. This model could not be successfully applied because as yet there is only incomplete data on the distribution of silo pits and above-ground granaries and relationship between (small) open and fortified sites.

In **Chapter 8** (Weed ecology) ecological information on wild plants is used to reconstruct arable practices. Only samples with sufficient numbers of finds to meet the demands of mathematical and statistical calculations were used in the analyses.

First, exploratory multivariate statistical techniques (DCA, CA, DA) are used to find similarities and differences between storages and wastes of individual crops. All three techniques indicate that the differences are much greater between samples of stores and samples of waste than among individual crop types. In the waste samples glume wheats (einkorn, emmer) and barley are mostly present, while in the storage samples there are mostly millet, free-threshing wheats, spelt wheat and pulses, and there are some mixed storage samples with various crops. Most of the twenty-eight samples of wastes (all but three) are from the Early Bronze Age or the Middle Bronze Age, and the most of the thirty-one storage finds (all but three) are from the Late/Final Bronze Age.

The composition of weed species in wastes of einkorn, emmer and barley are similar. Furthermore, and surprisingly, the composition of weed species in stores of certain very different crops (like spring millet or winter spelt) is very similar to each other. But there are a few storage finds of naked wheat, spelt, millet and Celtic bean that are, in weed composition, more similar to wastes than to storage finds. This could be a result of the use of similar arable practices for various crops or the crop-processing techniques of the Bronze Age having a particular pressure on some weed seeds.

In the ecological analyses described below the complete data matrix (comprising all samples) was used with the aim to define whether similarities/differences between storages and wastes and individual crop types can be explained by differences in behaviour of the wild plants in regard to various ecological factors. Ecological characteristics for individual species were taken from local ecological studies (e.g. *Jurko 1992*). If these were unavailable, information from West-Central Europe was used (*Ellenberg 1979*).

The reaction of weed species to climatic factors (light, temperature and continentality) and soil (edaphic) factors (pH, moisture and nitrogen) were investigated. These have been analysed by means of DA and used for reconstruction of the conditions of the fields (light/shade, temperature, soil moisture, soil richness etc.). Biotic factors that were investigated addressed the time of sowing and the presence (or absence) and intensity of care (tillage/weeding) by using information on the time of germination and the life cycle, the beginning and the length of the flowering period, and the occurrence of a given crop in association with vegetation classes of Secalinetea (winter weeds) or Chenopodieta (summer weeds). Anthropogenic factors investigated were the height of harvest and the intensity and timing of tillage. The biotic and anthropogenic factors were also analysed by DA, some of them only by percentages of species with the same characteristic within the sample.

The ecological information led to proposing the following conclusions. Einkorn, emmer, spelt and free-threshing wheats were sown in autumn and were weeded in early spring. Spelt and free-threshing wheats were harvested in the middle of summer; einkorn and emmer later. Pulses, barley and millet were planted in this respective order in spring. Millet and barley were collected first, pulses later. The growing period of Bronze Age pulses was similar to modern varieties of fodder peas. Techniques for soil preparation did not disturb the soil deeply. The practices associated with intensive tilling are evident in all periods and for all crops. The presence of nitrophilous weed species in all crops indicates that soil quality was maintained. Extensive farming methods – fallowing – is also evident. A maximum five-year (grassland) fallow is proposed for the Early Bronze Age and the Middle Bronze Age. Later on, the fallow period is shortened and more intensive use of arable land is indicated. The use of manure is, on some fields, clear in the Early Bronze Age, but is more common in the Late and Final Bronze Age, mostly for the cultivation of free-threshing wheat, spelt wheat and millet. Cereals were harvested high on the stem. The straw was left in the field and grazed/burned (?). Ancient glume wheats (einkorn and emmer) and barley were also harvested low, probably for the use of straw. There were different agricultural practices used for the cultivation of various crops, but the changes over time described above were statistically insignificant. The reason might be the small assemblage (59 samples), but it might also be the use of very similar methods throughout the region and over time. Further new and systematically collected assemblages are needed to test the validity of the recognized differences and trends resulting from this study.

Chapter 9 (Conclusions) is a synthesis of the results within a wider archaeological context. It presents new findings, with implications for interpretation of the existing (and possibly future) archaeological evidence and understanding the cultural history of Bronze Age Slovakia. (The contents of this chapter are presented in more detail than Chapters 2–8 above, with almost the entire chapter translated.)

The aims were to analyse (using mathematical and multivariate statistics) and interpret (through theoretical frameworks) available archaeobotanical data from the territory of Slovakia, in order to better understand the role of arable farming and crop husbandry in the Bronze Age economy. The data used in this study comprise all published and unpublished carbonized seed assemblages from 41 archaeological sites distributed throughout the country, which were available to the author at the time of research and writing.

Although the database for this study consists of 234 samples, which is ca. 126.500 carbonized seeds, it still cannot be regarded as representative of the whole Bronze Age and all parts of the territory. Information for some subperiods/phases or localized cultures is under-represented or absent. With respect to settlement type there is a similar imbalance, with more plant remains collected from fortified settlements than unfortified. Moreover, the studied archaeobotanical remains are mostly residues representing crop storages, with only a few samples representing the wastes from crop processing. Therefore, comparisons and interpretations are hindered on various levels. Certain observations are (only) subregional, the crop cultivation history of any given (micro) region is partial and links between the practices (and economies) of fortified and open settlements remain unclear. Thus, the interpretations and conclusions drawn in this study should be taken as hypotheses, which need to be tested against further new and systematically collected data sets.

The archaeobotanical analyses indicate that, contrary to previously believed, crops were cultivated in all studied subcultures and phases of the Bronze Age, and crop husbandry was at all times fundamental to the society, which appears to be based on subsistence farming until possibly the Final Bronze Age. No site and no subperiod indicate that any culture or community within Slovakia was pastoralist, relying mostly or totally on animal husbandry.

Cultivated crops and arable practices

In the early phase of the Early Bronze Age, the Neolithic crop package of cereals (einkorn and emmer), flax and pulses (lentil and sweet pea) appears to have continued and use of the same arable practices and methods is suggested, even though plant samples are few.

In the later phase of the Early Bronze Age, finds of burned crop stores attest to continued cultivation of the same species. The sudden occurrence of numerous large silo pits in this phase is usually explained by increased productivity in arable farming resulting from new farming methods and better climate conditions of the period. However, the change in arable practices has not yet been archaeobotanically attested. Analyses of weed assemblages suggest that arable practices were (mostly) intensive, with crops cultivated on permanent fields, probably on small-sized individual plots, throughout both phases of the Early Bronze Age. For tillage the ard (and/or hoe) were used, thus the soil was 'scratched' not turned, and the soil disturbance was shallow, not deep. Both of the staple cereals of the period – einkorn and emmer – were sown in the autumn (see Chapter 8). Flax, pulses and probably barley at least in some places (it is found rarely and mostly in the eastern Slovakia) were sown in spring (see Chapter 8). The fields were kept free of weeds, probably by weeding and/or tilling in the spring. The cereals were mostly harvested high on the stem

(under the lowest ear). Very few samples indicate harvesting close to the ground. The presence of low-growing weeds in storage samples indicates that straw and ears were harvested at the same time, and that there were not multiple harvests (first harvest of ears, second harvest of straw). The occurrence of nitrogen-loving weeds (of the rich soils) indicates that soil quality was maintained. Alongside intensive methods (such as the use of farmyard manure, repeated tilling and correct crop rotation), extensive methods (use of fallowing) appear to have been practiced to preserve soil fertility in some fields (see Chapter 8). The very few crops available, allowing only partial crop rotation, suggest that most probably a short fallow was used. The absence of any woodland species and the presence of a high number of plants that grow in permanent grassland communities (meadows) found with crops indicate that the fields were not fallowed for more than *ca* 5 years. Based on the data analysed, it is possible to reject the theory of shifting cultivation (with the use of fallow allowing woodland regeneration and consequent clearing by slash-and-burn) throughout this as well as the following phases of the Bronze Age.

During the Middle Bronze Age a new cereal – millet – was introduced and cultivated next to einkorn and emmer. Millet differs from the previously cultivated cereals mostly by its short growing season, relatively high and reliable yields, even under poor conditions and wider ecologic plasticity (it can grow in dry, rich and poor soils). As it is strictly a summer crop, the farmers of the Middle Bronze Age could experiment with new crop rotation techniques, aiming to increase the use and effectiveness of permanent fields and to secure higher yields in shorter time. The importance of millet in the life of the people of the Middle Bronze Age is also attested by its presence in the Lozorno (cult) hoard of ceramic vessels (Bartík/Hajnalová 2004). Unfortunately, very little is known about cultivation practices (e.g. intensity, use of manure, fallowing, etc.) in the Middle Bronze Age Slovakia as there only are very few samples, and those do not have a sufficient number of finds to perform the needed analyses.

During the Late but mostly at the beginning of the Final Bronze Age (that is in the middle of the European Late Bronze Age) the first significant change in arable farming of early prehistory occurred: at least four (possibly five) new staple crops – bread/macaroni wheat, club wheat, spelt wheat, Celtic bean and gold-of-pleasure – and new arable farming practices were introduced. Methods to intensify cultivation included greater use of farmyard manure and better crop rotation, but most significant was the further shortening of the fallow period. There are also indications for more widespread use of fallowing, which might suggest that larger areas of the landscape came under cultivation. Thus it seems that some fields were cultivated under intensive and some under extensive regimes, but the latter are not connected to particular crops. Data are insufficient to state whether the use of an extensive regime might be connected to (new?) spatial distributions of arable land (e.g. located a greater distance from home) or exploitation of other (new) soil types. The different sowing times and/or growing period for the various crop species enabled farmers to spread their work throughout the year, to stagger the aspects that demand greatest personnel and time (ploughing, sowing and harvesting). At the end of the Bronze Age and at the beginning of the Hallstatt period there is a certain change (regression?) in arable farming, shown in the disappearance of free-threshing wheats and the increased importance of pulse crops.

Field size, arable land extent and cultivated crop surplus

Bronze Age analyses in Slovakia demonstrate the use of permanent plots of arable land, which is similar to Neolithic findings in Central Europe (Bogaard 2004, 155). The delimitation of permanent fields is evident, for example, in the presence of wild plants species typical of hedges. This is particularly noteworthy for Slovakia, where, from the medieval period onwards, such is not apparent in the landscape.

The extent of arable land is influenced by more than one factor – among others the size and needs of a farming community, yields of the cultivated crops and conditions of the environment (soils and climate). The numbers obtained from ethnographic observations, experiments and theoretical calculations for the extent of arable land needed to support the basic needs of a household unit of 4-6 members vary, but only by very little. All sources agree they range from 0.8 to 1 hectare for an intensive ('Neolithic garden agriculture') regime to *ca* 3.75 ha if fallowing is practiced (see Bogaard 2004, tab. 2.1; Dreslerová 2011; M. Hajnalová/Danielisová *in prep.*; Hajnalová/Dreslerová 2010).

There is an often-stated hypothesis, that the introduction of the ard in the Late Eneolithic enabled the (tremendous) increase in farmed area, and therefore the production of surplus. P. Halstead (1995) argues more convincingly that only specialised animals (oxen) used for pulling an ard enabled farming larger plots to produce surplus. Given that oxen are rare in archaeozoological material before the Bronze Age (Pollex 1999) ard ploughing can only be seen as an invention of a little consequence (Halstead 1995). In faunal remains from Slovakia there is a visible increase in finds pointing to the use of cattle for pulling (Ambros 1965, 134-135) in the later phase of the Early Bronze Age. Ambros does not state, however, whether oxen finds are present among these faunal remains. In the concluding chapter of his work, he writes (1965, 212): "...Based on the parts of the skeleton where sexual dimorphism can be demonstrated, we have observed that on the settlement sites [of the later phase of the Early Bronze Age] castrates were present, as well as bulls

and cows. The main reason for castration was surely the change of utility (the use of the cattle as a working animal, higher level of meat production).”

While the presence of oxen as a working animal allows proposing that the extent of arable land could have increased in this period, the narrow spectra of cultivated crops seems to have limited the scale of production. The ploughing/sowing and harvesting times are similar for winter einkorn and emmer and for summer pulses; therefore an increase in cultivated land would have only been possible with a larger workforce. Furthermore, the wild plants from the archaeological samples of this period in fact show that the extent of arable land did not increase. Weeds point to the use of ‘garden’ agriculture, connected to smaller fields. The size of farmed land probably did not increase until the Late Bronze Age, when the crop spectrum widened: their growing regimes allowed a more even distribution of farming works through the year and (probably) precluded the need for a larger workforce during what had been ‘bottleneck’ seasons. It is not known whether farming large areas with less intensive methods, like little or no weeding, and use of, probably grazed, fallow survived in the following Hallstatt period. The narrowed spectrum of crops suggests the opposite.

The approximate size of individual fields throughout the Bronze Age can be derived using ethnographic and archaeological data (e.g. stone walls surrounding plots known from Northern and Western Europe dating 1000 cal BC to 200 AD). The surviving ancient field complexes cover areas of more than several hundred hectares, with individual plot sizes usually ranging from 20 x 20 m to 20 x 40 m (see *M. Hajnalová/Dreslerová 2010*, here also further reading). These sizes fully correspond with ethnographic sources, where the size of an individual plot is stated to match the time it takes to sow it in one day (here ‘sowing’ means ploughing/tilling the soil, planting the seeds in the ground, and covering them with soil) and to harvest all plots in a given time. Einkorn (and other crops) is cultivated under traditional non-mechanised methods in a plot between 1 ar to 18 ares⁸⁶, with the average between 2 and 4 ares (*M. Hajnalová/Dreslerová 2010*).

One aim of the analyses performed in Chapter 7 was to determine whether fortified and open settlements could be characterized as places of production or consumption, and to define the scale of their production. The results show that all the settlement communities evaluated – fortified and unfortified, earlier and later, of the lowlands and the uplands – cultivated and processed their crops. Finds of unprocessed or only partially processed crop storages and wastes from early phases of crop processing are considered indicators of production by a local community, and they were present at all evaluated sites. Because unprocessed or unclean storages are undesirable (numerous weed contaminants shorten the possible length of storage time) they are seen also as possible indicators that a community was unable to mobilize a sufficient workforce during harvest time to proceed further in a crop-processing sequence, which would prevent losses. Semi-clean storages were also found at two hill forts, where arable soils are only available at a distance from them (over a 30-minute walk steeply downhill). At these sites, any waste from crop processing is missing (but only the storage finds were sampled); therefore, it could not be determined whether the stored crops were produced nearby, in the vicinity of the hillforts by their resident communities (and were destined for immediate consumption), or represented tribute (to the ‘protector’) paid by other communities. In either community such a store could be the result of an insufficient workforce to proceed further in cleaning the crop after harvest. To answer such questions, it is necessary to obtain and compare samples of crop-processing residues (wastes) from those hillforts as well as open ‘farming’ settlements in their vicinity, and to interrogate the new results against other archaeological data (presence/absence of luxury items at those sites, signs of permanent/temporary or seasonal settlement, etc.).

For reconstructing the scale of production, the results of several analyses are combined. Arable farming practices and methods used during the Bronze Age in Slovakia show that the extent of farmed land for each household unit was that which could be worked by the members of the household. The ability of households to produce surplus – more than the human members consume for subsistence – is questionable, or something that only happened on an irregular basis – e.g. the result of particularly favourable sowing time and growing conditions in a particular year. The probability of surplus production is higher from the end of the Late Bronze Age, but mostly from the beginning of the Final Bronze Age. However, there are as yet no finds that can be interpreted as crop surpluses, and no proof for settlements (or households) of a size or type that consumed them. While surpluses could be consumed at feasts, used as fodder, traded or left as reserve/security for bad years, environmental archaeology most likely would have detected that the studied settlements were of such complexity.

⁸⁶ 1 ar = 10 x 10 m = 100 m²

Whether or not recent findings in archaeology and environmental sciences enable us to define relationships between (possible) changes in human behaviour and recognized changes in the climate and natural environment is very much debated. A series of detailed analyses to address this issue was recently carried out by D. Dreslerová (2011, 200) who concludes: “...*If we are to evaluate the impact of palaeoclimate changes [which is the most important factor influencing the natural environment] on the evolution of past human societies, we come to a problem. On the one hand climate phenomena are limited to distinct, and often very small, areas; on the other hand there is limited knowledge of human behaviour in the past, and it was not necessarily driven strictly by economic or practical aspects of existence. Our modern concepts and understandings derive from an assumption, that man is (and always was) a rational being, and thus dealt with, or at least in some ways reacted to, climate changes, probably in ways similar to how we do/would today. This assumption, however, is not based on the truth [this can be translated as ‘not necessarily true’ or, in another Czech sense, ‘even if an assumption is not based on the truth it still can have (but does not have to have) the “correct” outcome’]. Moreover, as the historical examples demonstrate climate changes (and often also abrupt weather events like floods, hail storms, morning frosts, etc.) are not usually the real or the only cause of historic events, they are usually only a trigger mechanism during times of already accumulated problems [in the society]. However, if the society is in a secure state [temporary equilibrium] the reaction to climate change/an event will be much less dramatic and thus in archaeological sources usually not recognizable.*”

In response to the work of Dreslerová, reconstruction of the relationship between climate and agriculture in prehistory is explored in Chapter 9. The climate reconstruction produced by the Macrophysical Climate Model (MCM) program of R.A. Bryson (*Bryson/McEnaney DeWall 2007*) has been used to answer the questions of whether there were in fact climate changes and whether the climate changes really influenced crop husbandry of the Bronze Age in Slovakia (and if yes, in what way). Reasons for choosing this source of past climate data and not the reconstructions based on different proxy data models are discussed in Chapter 2.

Looking at the MCM outputs for various sites, in the east, north, centre and west of the studied region, it is clear that the climate of (south and central) west Slovakia during the early phase of the Early Bronze Age was wet (and cold) oscillation (wetter than the climate of the Neolithic and Eneolithic periods), which from a modern perspective would optimize arable farming conditions – reducing the previous moisture deficit. It is unclear how/if the staple cereal crops of the time – einkorn and emmer (originating from dryer and warmer areas of the Middle East) reacted to this change. In the later phase of the Early Bronze Age, the climate became drier (and warmer) again, but never reached the very dry conditions of the Neolithic and Eneolithic.

Conditions in the east of the region were the reverse. The climate of the Neolithic and Eneolithic were wetter and colder (than the west) and became drier in the early phase of the Early Bronze Age. From a modern perspective this climate development again would produce better local farming conditions than in the Neolithic and Eneolithic.⁸⁷ However, during the later phase of the Early Bronze Age the climate deteriorates and becomes (from a modern perspective) ‘too wet’. A similar development is seen in the modelled sites of northern Slovakia.

Because the crop spectrum from the Neolithic to the Early Bronze Age was the same and the cultivation techniques were very similar, a correlation between modelled climate change and recognized fluctuations in settlement patterns might be a fruitful line of future inquiry⁸⁸.

According to the MCM, the Middle Bronze Age is the period when climate conditions became again more optimal. In the (south)west, increased precipitation lowered the moisture deficit, in the east the climate became drier and the values of the precipitation and evapotranspiration equalized. The conditions resemble the situation from the early phase of the Early Bronze Age, but with smaller increments of change. Probably the introduction of a new crop – millet, which originates in the Central Asia and probably migrated westwards via the route along the northern shores of the Black Sea – can be seen as one of the adaptation strategies to the changes of climate and environment. It appears that (not only) Bronze Age farmers tended to experiment with new crops/techniques when the climate and natural environment were optimal and/or when there was social stability, rather than during periods of distress (of any kind). This hypothesis will be pursued in future work.

⁸⁷ It is always necessary to understand the climate and its changes within its local diachronic context. For example, it may be better when it gets wetter in some places because it was previously too dry, and in some places it may be better when it gets drier because it was previously too wet. For the starting climate conditions in Bronze Age Slovakia, which were different in the east and west, see Fig.2.1-2.6; the first three are for west (and west-central), and the last three are for east, and north of the studied territory.

⁸⁸ Kopčėková (2009) and Demján (2009) have used large datasets and GIS methods for finding and defining changes in settlement patterns and settlement density in different time periods and cultures in relatively large areas. Combining their results with those of this study may lead to determining the ability and ways of past societies in Slovakia to produce crops for their subsistence or even surplus, and define the role it played (or did not play) in the process of social stratification and in societal development (see, for example, *Halstead 1989*), which could only be partially addressed at the present time.

The climate of the Late and Final Bronze Age seems to have been the most ideal for farming in the studied period. It is relatively stable, with good precipitation and temperature balance both in the east and in the west of the region. The only (minor) climate event happened 1100-1000 cal BC and is connected with a small drop in temperatures and slight decrease in precipitation in the west, and a slight drop in temperatures and moderate increase in moisture in the east. Also the pace and volume of precipitation during the year is favourable for cultivation through the period, with the precipitation maximum in June and a smaller one in November. The positive qualitative (and probably also quantitative) changes in arable farming occurred during this relatively long and stable climate period. The last climate change/event, similar to one in the 11th century BC, is recorded in the 8th century BC, when some regression/change in farming also took place.

In Slovakia there is a continuity of occupation through the Bronze Age, albeit with fluctuating intensity and shifts of settlement areas, which do not always correspond to the recognized changes in crop production. We can therefore assume that the strategies of the ancient farmers were usually successful, most probably in the same way that modern societies flexibly react to changes (cultural and climatic). Bronze Age societies had their own mechanisms (economic, social and cultural) that helped them to overcome their challenges.