

# MOŽNOST UŽITÍ FENOLOGICKÝCH STUPNIC K DETAILNÍMU POPISU POROSTOVÝCH PŘÍZNAKŮ

## Nástin problematiky

Dražen Šťastný

Sledování porostových příznaků má významné místo v archeologické prospekci. Při splnění určitých podmínek mohou rostliny v polních monokulturách – rozdílností svého vývoje a stavu – velmi dobře indikovat podpovrchové struktury. Pozorování příznaků je prováděno převážně vizuálně letecky, s fotografickým záznamem a následným vyhodnocením vegetačních příznakových struktur. Popis porostových příznaků bývá uváděn jen zhruba, obvykle druhem zemědělské plodiny, stádiem jejího vývoje (stavem porostu) a barvou. To je dáno okolnostmi a potřebami prospekční aktivity. V některých případech však můžeme popis tohoto jevu zpřesnit. Nežřídká nastávají situace, kdy se stejný příznak či příznaky projeví ve více letech, ve stejném roce na více plodinách, nebo máme příležitost sledovat po určité období vývoj příznaku z blízkosti, na okraji pole apod. Pokud je třeba, lze zachytit stav vegetace podrobným popisem charakteristických znaků. Jedním reprezentativním příznakem také můžeme charakterizovat širší plochu.

Růst rostlin je ovlivněn mnoha faktory a výzkum v této oblasti je prováděn příslušnými disciplínami. Některé ze získaných poznatků mají význam i pro archeologii. K projevu porostových příznaků jsou nutné specifické podmínky. Na vznik a intenzitu porostových příznaků má z klimatických faktorů pozitivní vliv vláhový deficit. Závislost růstu rostlin na půdní vlhkosti (vysychání) v různých typech zemin uvádí Penka (1985). Z forem půdní vody je nejdůležitější voda kapilární (též *Křištín et al. 1978*, srov. *Smolík 1957*, v souvislosti s podzemní vodou). Klesne-li její obsah pod určitý stav, nastává zpomalení růstu rostlin (doprovázené dočasným vadnutím). Pokud se obnoví optimální vlhkost půdy, rostliny se opět vrátí k optimálnímu metabolismu, vývoji a růstu. Při stále klesající vlhkosti dojde u rostlin nejdříve k úplnému zastavení růstu a následuje pak nevratný stav trvalého vadnutí. Atmosférické sucho má nepříznivý vliv na rostliny v případě, že jim půdní vlhkost nestačí krýt spotřebu vody (*Penka 1985*).

Zahloubené objekty (různého původu) způsobí oproti přirozené struktuře půdy a podloží z hlediska vegetace především změnu vlhkostních poměrů půdy. Dojde ke změnám mechanických vlastností půdy, k jejímu složení (jiné fyzikální a chemické vlastnosti než okolní podloží). Neulehlá (nezhutnělá) výplň v objektech může podle okolností ovlivnit vodní režim různým způsobem (patrně u moderních liniových staveb nebo drenážních rýh). Hlubších zásahy přes ovlivnění komplexu půdní vody však mohou usnadnit kořenům přístup k souvislé podzemní vodě (zvodni), resp. zvětšit obsah půdní vody v místě objektu, či vyšší pórovitostí snížit výpar (srov. *Smolík 1957*). O využití forem půdní vody rostlinami se zmiňuje Penka (1985), který zároveň odkazuje na klasifikace půdní vody různými autory.

Výplně archeologických objektů se vyznačují, kvůli způsobu zániku, také zvýšenou přítomností humusové a hlinité složky. Mocnější tmavé vrstvy výplní pocházející z horních půdních horizontů mění účinkem jílových částic a humusu také vlhkostní poměry a chemismus půdy pozitivně pro vegetaci. Humus je komplexem vysokomolekulárních organických látek se specifickými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi a ovlivňuje výživu a metabolismus rostlin zprostředkovaně i přímo (*Procházka et al. 1998*). Přímým způsobem jim poskytuje živiny a obsahuje fyziologicky aktivní látky. Humusové látky také zvyšují délku a větvení kořenů a podporují tvorbu vlášení, a tím často intenzivnější příjem živin (o vlášení, příjmu živin kořeny, antagonismu iontů živin stručně *Pazourek 2001*, dále *Křištín et al. 1978*, uvádí též vlastnosti / druhů / půd z hlediska výživy rostlin). Nepřímo působí humus především na tvorbu strukturních agregátů v půdě. Vápenaté soli huminových kyselin stmelují minerální částice půdy, čímž je ovlivněn vzdušný a vodní režim půdy. Dále humus reguluje množství živin v půdě a jejich dostupnost pro rostliny. Humusové látky mají velký podíl na sorpci rostlinných živin, které tak

chrání před vyplavováním. Jejich sorpční schopnost je 8–25× větší než sorpční kapacita jílových minerálů (Procházka et al. 1998).

Půdní voda je však ovlivněna průběhem počasí. Prospěšnou pro rostlinstvo je voda srážková, když se vsákne do půdy. Půda má svými vlastnostmi schopnost zadržovat si vodu. Při větším přísunu srážek, kdy se zvyšuje půdní vlhkost, se rozdíl v její velikosti v porostovém příznaku a mimo něj ztrácí, resp. rostlina od určité hodnoty vlhkosti již změnou stavu nemusí reagovat. Vliv má také atmosférická vlhkost. Pro optimální růst a vývoj rostlin je důležitý poměr objemů půdní vody a vzduchu v pórech k zemní hmotě, nazývaný optimální fyzikální stav půdy. Ten nastává, když je 60 až 80 % z celkového objemu pórů vyplněno vodou a zbylý objem vzduchem. Suchou se půda stává při poklesu provlhčenosti až na 20 % pórovitosti, tj. na 10 % objemu zeminy (Penka 1985). Z pohledu pěstebního mají příznivý vodní a vzdušný režim půdy hlinité (výhodný poměr kapilární a nekapilární pórovitosti). Pro pozorování porostových příznaků vyžadující sušší stav půdy jsou naopak výhodnější písčité půdy. Mají větší propustnost pro vodu a vzduch (což se projeví např. ve větší hloubce provlhčení), takže zadrží méně vláhy (Smolík 1957).

\* \* \*

Pro popis porostových příznaků lze vymezit tři charakteristické vlastnosti porostového příznaku: barvu, výšku a fázi vývoje rostlin. Jde o tři pozorovatelné a dostupným způsobem zjistitelné vlastnosti. V archeologické praxi za pomoci jednoduchých prostředků určíme stav porostu v příznaku a v jeho okolí.

Přesné určení barvy patří v praxi k náročnějším měřením. Spektrální projevy vegetačního pokryvu zkoumá dálkový průzkum Země (Kolář 1990). Obecně měřením barev a konkrétním měřením barevných změn charakteristických pro vývoj obilnin se zabýval Majer (1996). Přesné určení barev porostu jednoduchými prostředky patrně není možné. Buď vystačíme jen se subjektivním popisem barevnosti, nebo bychom mohli porovnávat barvy s barevnými vzorníky, ale jejich použití bývá mnohdy problematické. Příznak pozorovaný z blízkosti je tvořen více odstíny jednotlivých rostlin a nelze odhadnout celkovou (průměrnou) barvu, lépe snad spíše barvu převládající. Řešením je využití možností digitální fotografie. V této oblasti jsou pro přesný záznam barev a jejich reprodukci vypracovány a rozvíjeny metody barevné kalibrace snímků a přístrojů (dříve se prováděla barevná kalibrace negativů). Barevná kalibrace je používána především pro přesnou reprodukci barevných obrazů. Využívá se speciálních barevných terčů s přesně definovanými barvami (barevné kalibrační tabulky). Ty slouží k neutralizaci barev. Pokud se tabulka umístí k fotografovanému objektu, korekce snímku se podle ní provede při počítačovém zpracování. Dále umožňují vytvoření tzv. barevných profilů vstupních zařízení (fotoaparátů, skenerů), čímž se zjistí korigovatelná chybová funkce přístroje při snímání barev. Jako standardizovaný počítačový soubor jsou generovány příslušným software. Při použití těchto metod by u náležitým způsobem vyfotografovaného porostového příznaku bylo možno stanovit barevnost následně pomocí počítače. Vhodný software k takovému vyhodnocení snímku by měl umožňovat vedle odečtení barvy z bodu i její stanovení celkově z vymezené plochy, tj. z vnitřku příznaku a z okolí (srov. Kolář 1990). Určení a měření barevnosti stručně uvádí Schröder (1981). Vzhledem k tomu, že se během dne mění barevná teplota světla, je vhodné zaznamenat kromě data i čas a světelné podmínky při dokumentaci. Barvu porostu mohou změnit nejrůznější choroby rostlin, je třeba v tomto ohledu stav vegetace zhodnotit a je-li možno, pak vybrat k dokumentaci jen zdravou část porostu. Poznamenejme, že vliv světelného záření na růst a vývoj rostlin (např. receptory záření pro různé vlnové délky, fotomorfogeneze, fotoperiodismus atd.) je předmětem zájmu botanických oborů (Procházka et al. 1998; Němec 1943).

Výšku rostlin určíme uvnitř a vně příznaku prostým změřením od průměrného povrchu. V případě obilnin (pšenice) je situace nejsnáze proveditelná, v horizontálním pohledu změříme průměrnou výšku vrcholu klasů. Poznamenejme případný nestejnomyerný vývoj části porostu v příznaku, ubývání příznakového efektu u delších linií apod.

Vývoj rostliny se projevuje morfologickými změnami, které můžeme hodnotit podle stanovených kritérií. Vývojové etapy (stádia) rozdělené do jednotlivých fází jsou nazývány fenologickými, ve smyslu pozorování časového průběhu vnějších periodicky se opakujících projevů vývoje rostlin. Přesněji se označují jako makrofenologické, neboť makroskopicky posuzují stupně ontogenetického vývoje, zatímco mikrofenologické fáze probíhají podstatně dříve na vzrostném vrcholu rostliny (organogeneze).

Fenologické fáze jsou uspořádány do stupnic, vypracovaných pro jednotlivé druhy (příp. skupiny) rostlin a přesně danou fenofází definují a označují. Tyto stupnice jsou využívány v řadě vědních oborů a v agrotechnické praxi. Protože charakteristika a četnost fenofází závisí na potřebách pozorovatele či experimentátora, bylo u některých druhů časem různými autory, upřednostňujícími různá hlediska, sestaveno stupnic několik. Příkladem jsou obilniny. Stupnice se odlišují přiřazením hlavních etap, způsobem

značení (kódem), nebo rozdílným číslováním shodných fází i některými kritérii, takže případná přesná korelace mezi stupnicemi není vždy jednoznačně řešitelná. Nejznámější jsou stupnice Feekesova (FE, užívá desetinného značení) a Zadoksova (používá přehlednějšího dekadického kódu v rozsahu 00–99, značena DC nebo Z). Poněkud odlišnou stupnici pro obilniny, v dekadickém kódu podle Feekese doplněnou a upravenou, sestavil J. Petr (1983); uplatňuje u nás běžné názvy a pojetí některých fází (u zrání). Jinou modifikaci Feekesovy stupnice uvádí Foltýn et al. (1970). Používání dekadického značení je v praktickém používání výhodnější. Toho je také použito v novějších stupnicích BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie), vypracovaných pro množství rostlinných druhů (Meier et al. 2001). Stupnice BBCH byly vypracovány podle Zadoksova systému pro obilniny, avšak v jejich případě se od něho opět odlišují. Vyplývá z toho nutnost vždy uvádět, podle jaké stupnice bylo hodnocení porostu provedeno. Zde uveřejněné stupnice BBCH umožňují popis nejběžnějších polních plodin, ve kterých se porostové příznaky vyskytují. Jsou uvedeny celé. V suchých jarních obdobích se mohou za určitých podmínek projevit rozdíly v porostu podstatně dříve než zrání. Časné fáze mohou být využitelné k zaznamenání růstu plodiny (obilí) před projevem očekávaného příznaku, nebo při jiných aktivitách, kdy chceme označit stav porostu (sběry, geofyzikální či jiná měření).

Fenologické fáze nastávají každý rok v odlišném termínu, což je dáno počasím, které svým průběhem ovlivňuje vývoj rostlin. Vlivy teplot (zvl. teplotní sumy) či množství srážek na vegetaci jsou náplní agrometeorologických výzkumů. Stejně meteorologické prvky mohou na vývoj vegetace působit pozitivně, nebo negativně podle druhu plodiny. Rostliny mají během vývojových etap i několik kritických období, kdy jsou citlivější na výkyvy počasí. Nároky ozimé pšenice, jarního ječmene a kukuřice na optimální vývoj (ve vztahu k výnosu) a nepříznivé vlivy podrobněji hodnotí v jednotlivých fenologických fázích na základě dlouhodobých pozorování *Dunajský – Jenča 1993*. Z hlediska požadavků na vývoj porostu k dobré indikaci příznaků, jsou uváděné optimální podmínky v souladu jen částečně (potřebou vody a teplot zhruba jen do fáze metání až kvetení).

Vztah barvy porostu obilnin a jejich fenologické fáze není pro daný druh obecně platný. Nebereme-li v úvahu abnormální individuální vývoj rostlin (části porostu) vlivem výživy, podloží, hnojení, chorob, postřiků apod., můžeme zvažovat pouze případný odlišný vývoj barevnosti v příznaku a v okolí při dosažení stejné fenofáze, neboli zda a jak či s jakým průběhem se projeví rozdílné půdní podmínky (velikost vlhkosti) ve zbarvení porostu při porovnání shodných makrofenologických fází. Při přesném určování barev lze v tomto očekávat také rozdílnosti dané konkrétní odrůdou plodiny. Poukazuje na to například přesný a podrobný popis odstínů barev při klasifikaci odrůd, jako jeden z mnoha znaků pro posouzení a odlišení odrůdy. Při klasifikaci odrůd v případě pšenice (Foltýn et al. 1970) se hodnotí barvy jednotlivých částí rostliny v různých obdobích vývoje (v rozsahu osmi předepsaných variant), např. barva klasu (zralého), barva klasu po vymetání, barva v době metání, barva porostu v době sloupkování, či barva 1. internodia pod klasem, stanovená v době 5–10 dnů před žlutou zralostí. Je tedy patrná značná variabilita barevnosti podle odrůdy plodiny. Přesto mohou být v období zrání obecné změny v barevnosti stanoveny. Podle barevnosti rostlin však nelze fázi stanovovat (jde pouze o pomocný, orientační znak), rozhodující je vývoj obilky, či jiných znaků definovaných stupnicemi.

#### **Průběh změny barev a dalších znaků u zrající pšenice ve vztahu ke zralosti obilky**

(podle Foltýn et al. 1970, upraveno):

DK 71–77, BBCH 71–77 – mléčná zralost – začínají žloutnout a zasychat spodní listy rostliny a spodní část stébla, všechna kolénka jsou zelená, šťavnatá, klas i obilka jsou zelené, z obilky při stisknutí vytéká mlékovitá tekutina;

DK 83–85, BBCH 83–85 – vosková zralost – rostlina je žlutá (listy i stéblo), někdy jen mírně nazelenalá, kolénka zůstávají slabě nazelenalá, šťavnatá (spodní kolénka jsou tmavá, šťavnatá, horní zelenohnědá), zrno a klas se typicky odrůdově vybarvuje, mají však dosud zelený nádech, zrno je mazlavé, v prstech se hněte, má voskovou konzistenci (obilka při hnětení mezi prsty připomíná voskovou kuličku);

DK 87, BBCH 87 – žlutá zralost – všechny části rostliny, listy i stéblo, jsou typicky slámově žluté, zaschlé, kolénka jsou tmavá (hnědá), ale nezaschlá (šťavnatá), jen spodní kolénka začínají zasychat (scvrkávat se); klas i obilka se typicky odrůdově vybarvují, při vrypu nehtem zůstává v obilce rýha a je možno ji přelomit;

DK 91, BBCH 89 – plná zralost – všechny části rostliny jsou žluté, zcela zaschlé a odumřelé, kolénka jsou na celé rostlině tvrdá, zaschlá (svraštělá), zrno je typicky vybarvené, lesklé, tvrdé, nedá se do něho rýpnout nehtem, těžko se láme, u některých odrůd mohou vypadávat zrna z klasu;

DK 92, BBCH 91 – mrtvá zralost – sláma je křehká, lámavá, zrno je tvrdé suché;

DK 94, BBCH 92 – přezralost;

tzv. vynucená zralost – nastává tehdy, když po odkvětu vlivem sucha rostliny a tvořící se obilky zaschly.

## Makrofenologické růstové fáze obilnin, řepky olejné, jetelovin a kukuřice seté

V přehledu jsou uvedeny úplné stupnice pro vyhodnocení fenologických fází polních plodin, v jejichž monokulturách jsou porostové příznaky pozorovány. U obilnin je uvedena stupnice BBCH (v drobné úpravě) i stupnice Petrova. Zpracováno podle *Bečka et al. 2007; Horáková 2009; Meier (ed.) 2001; Novák – Rovenská – Volfová 1987; Petr et al. 1997; Poole et al. 2005; Říha – Holubář 2009; Stapper 2007*. Převzaté obrázky různým způsobem ilustrují celkový vývoj a stav charakteristických makrofenologických fází některých druhů, pro obilniny byly vyobrazeny fáze v úpravě označeny odpovídajícím kódem stupnice BBCH.

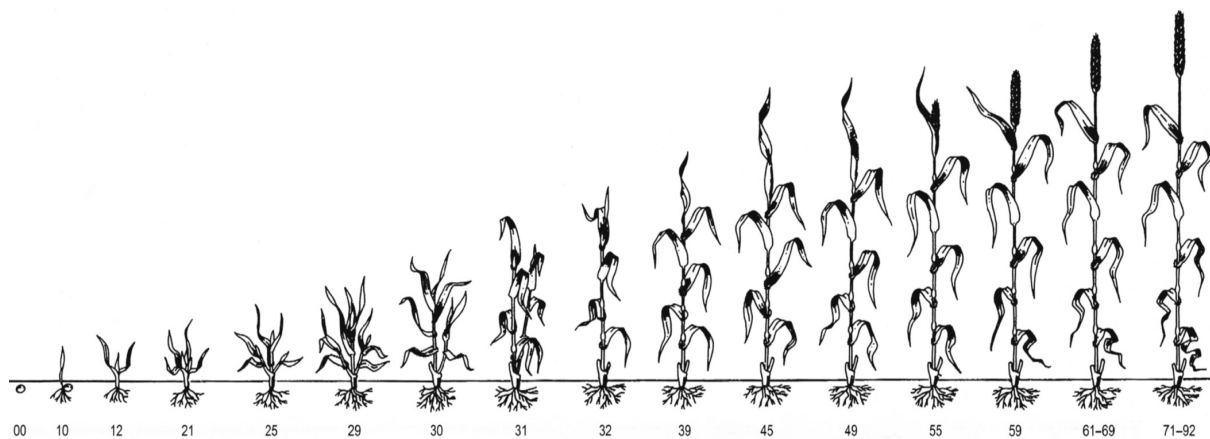
**Obilniny – makrofenologická stupnice (DK)** (podle Feekese doplnil, upravil a sestavil *Petr 1983*):

**klíčení:** 00 – suchá obilka; 03 – nabobtnalá obilka; 05 – vyrašení primárního kořínku; 07 – objevení koleoptile na obilce; **vzcházení – prvé listy:** 10 – objevení koleoptile nad povrchem půdy – 1. list stočen uvnitř; 11 – fáze 1. listu (2. list vyrůstá z pochvy 1. listu); 12 – fáze 2. listu, 3. list vyrůstá; 13 – fáze 3. listu, 4. list vyrůstá; 14 – fáze 4. listu, 5. list vyrůstá; 15–19 – fáze 5. listu a dalších (9. listu); **odnožování:** 20 – neodnožená rostlina, odnož uvnitř pochvy listu; 21 – začátek odnožování, hlavní stéblo a 1. viditelná odnož; 25 – plné odnožování, hlavní stéblo a 5 viditelných odnoží; 29 – konec odnožování, hlavní stéblo a 9 a více odnoží, vytvoření nepravého stébela bez kolénka; **sloupkování:** 30 – začátek sloupkování, hlavní stéblo a odnože se vzpřimují; 31 – 1. kolénko na hlavním stébly je nad povrchem půdy patrné (lze jej nahmatat); 32 – 2. kolénko je patrné (hmatné); 33–36 – 3. až 6. kolénko je patrné; 37 – objevení posledního listu (poslední list vystupuje z pochvy); 39 – objevení jazýčku posledního listu; **naduřování listové pochvy:** 43 – začátek naduřování pochvy horního listu; 45 – naduřelá pochva; 47 – prasklá pochva; 49 – viditelné osiny; **metání:** 51 – začátek metání, první klásek viditelný; 53 – čtvrtina klasu vymetána; 55 – polovina klasu vymetána; 57 – tři čtvrtiny klasu vymetány; 59 – celý klas vymetán; **kvetení:** 61 – začátek kvetení, prvé prašníky se objevují ve středu klasu; 65 – plné kvetení, většina klásků má zralé prašníky; 69 – konec kvetení, většina klásků odkvetlá, ojediněle visí zaschlé prašníky z klasu; **zrání:** 70 – začátek tvorby obilky, prvé obilky dosáhly konečné velikosti, obsah je vodnatý; 71 – mléčná zralost – prvé obilky dosáhly poloviny své konečné velikosti a jejich obsah je vodnatý; 73 – raně mléčná zralost; 75 – středně mléčná zralost, obilky mají konečnou velikost a jejich obsah je mlékovitý; 77 – pozdně mléčná zralost; 83 – raně vosková zralost; 85 – vosková zralost – obsah obilek je měkký, ale mezi prsty se hněte, je tvárný (obilky se dají ohnout přes nehet palce); 87 – žlutá zralost – obsah obilek je pružný až pevný, při vrypu nehtem se tvoří rýha a obilky je možno přelomit nehtem palce; 91 – plná zralost – obilky jsou tvrdé (dají se obtížně přelomit nehtem), rostlina zcela zaschlá, odumřelá; 92 – mrtvá zralost – obilky jsou tvrdé, nedají se nehtem poškodit; 94 – přezralost; 95 – dormance obilek; 96 – životaschopné obilky klíčí z 50 %; 97 – ztráta dormance obilek; 98 – vznik druhého období dormance obilek; 99 – ztráta druhé dormance obilek;

### Makrofenologická stupnice BBCH pro obilniny

(pšenice = *Triticum sp. L.*, ječmen = *Hordeum vulgare L.*, žito = *Secale cereale L.*, oves = *Avena sativa L.*):

**0 – klíčení:** 00 – suché semeno; 01 – počátek bobtnání; 03 – konec bobtnání; 05 – kořínek vystoupil ze semene; 07 – koleoptile vystoupila ze semene; 09 – vzcházení: koleoptile proráží povrch půdy, na špičce koleoptile je již viditelný list; **1 – vývoj listů (1), (2):** 10 – první list vystoupil z koleoptile; 11 – fáze 1. listu: 1. list rozvinutý; 12 – fáze 2. listu: 2 listy rozvinuté; 13 – fáze 3. listu: 3 listy rozvinuté; 1... – vývoj listů pokračuje ... ; 19 – 9 a více listů rozvinutých; **2 – odnožování (3):** 20 – žádné odnože; 21 – počátek odnožování: první odnož viditelná; 22 – druhá odnož viditelná; 2... – vývoj odnoží pokračuje ... ; 29 – 9 a více odnoží viditelných; **3 – sloupkování:** 30 – začátek sloupkování: hlavní odnož i vedlejší odnože se zřetelně napřimují a první internodium se začíná prodlužovat, vrchol klasu vzdálen alespoň 1 cm od odnožovacího uzlu; 31 – 1. kolénko alespoň 1 cm nad odnožovacím uzlem (kolénko nad povrchem půdy, zjištělné, hmatné); 32 – 2. kolénko alespoň 2 cm nad 1. kolénkem; 33 – 3. kolénko alespoň 2 cm nad 2. kolénkem; 3... – fáze pokračují ... ; 37 – poslední (praporcový) list právě viditelný, ještě svinutý; 39 – fáze praporcového



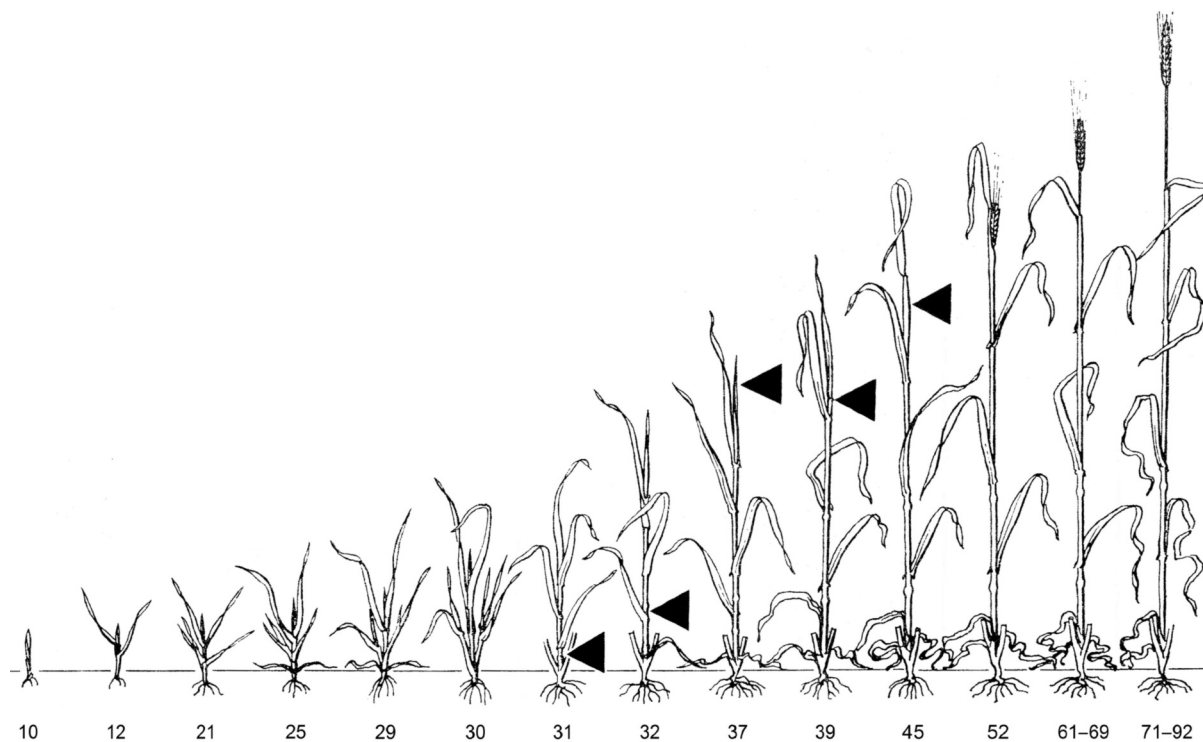
**Obr. 1.** Fenologické růstové fáze obilnin (pšenice) s kódy BBCH (podle spol. Schering – Pflanzenschutz: Houbové choroby v obilnářství, upraveno)

listu: praporcový list plně rozvinutý, jazýček právě viditelný; **4 - naduření listové pochvy:** 41 - pochva praporcového listu se prodlužuje; 43 - klas se ve stéble posunuje vzhůru, pochva praporcového listu začíná duřet; 45 - pochva praporcového listu naduřelá; 47 - pochva praporcového listu se otevírá; 49 - první osiny viditelné (u osinatých forem): špičky osin jsou viditelné nad ligulou praporcového listu; **5 - metání:** 51 - počátek metání: špička klasu vystupuje z pochvy (nebo ji proráží bočně), první klásek právě viditelný; 52 - 20 % klasu vymetáno; 53 - 30 % klasu vymetáno; 55 - střed metání: polovina klasu vymetána (báze ještě v pochvě); 57 - 70 % klasu vymetáno; 59 - konec metání: celý klas viditelný; **6 - kvetení:** 61 - počátek kvetení: první prašníky viditelné; 65 - plné kvetení: 50 % prašníků zralých; 69 - konec kvetení: všechny klásky odkvetlé, některé zaschlé prašníky mohou zůstat; **7 - tvorba zrn:** 71 - vodnatá zralost: první obilky dosáhly poloviny své konečné velikosti, obsah obilek je vodnatý; 73 - raně mléčná zralost; 75 - středně mléčná zralost: obsah obilek je mlékovitý, zrna dosáhla své konečné velikosti, jsou stále zelená; 77 - pozdně mléčná zralost; **8 - zrání:** 83 - raně vosková (těstovitá) zralost; 85 - vosková zralost: obsah zrna ještě měkký, ale suchý, deformace tlakem nehtu reverzibilní (není zachována); 87 - žlutá zralost: obsah obilek je suchý, deformace tlakem nehtu ireverzibilní (je zachována); 89 - plná zralost: zrno je tvrdé, jen s obtíží lze nehtem palce zlomit; **9 - stárnutí:** 91 - mrtvá zralost: zrno již nelze nehtem palce stisknout nebo zlomit, zrno je tvrdé; 92 - přezrálost: zrno velmi tvrdé (nemůže být nehtem palce poškozeno); 93 - zrna se uvolňují; 97 - rostlina plně odumřelá, stéblo se láme; 99 - sklizené zrno;

**pozn.:** (1) List je rozvinutý, když je viditelný jeho jazýček (ligula) nebo je viditelná špička dalšího listu. (2) Odnožování nebo sloupkování může nastat časněji než fáze 13; v tomto případě pokračovat fází 21. (3) Jestliže sloupkování začíná před koncem odnožování pokračuje se fází 30.

**Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) - makrofenologická stupnice BBCH (fáze 4 u řepky se nehodnotí):**

**0 - klíčení:** 00 - suché semeno; 01 - začátek bobtnání; 03 - konec bobtnání; 05 - kořínek proniká ze semene; 07 - hypokotyl s děložními lístky protrhly osemení; 08 - hypokotyl s děložními lístky rostou k povrchu půdy; 09 - vzházení: děložní lístky prostupují povrch půdy; **1 - tvorba listů (1):** 10 - děložní lístky plně vyvinuty; 11 - 1. pravý list vyvinutý; 12 - 2. pravý list vyvinutý; 13 - 3. pravý list vyvinutý; 14-18 - fáze pokračují: 4.-8. pravý list vyvinutý; 19 - 9 a více pravých listů vyvinutých; **2 - formování vedlejších větví:** 20 - žádné vedlejší větve; 21 - začátek tvorby vedlejších větví: první vedlejší větev zjištělná; 22 - 2. vedlejší větev zjištělná; 21 - 3. vedlejší větev zjištělná; 24-28 - fáze pokračují: 4.-8. vedlejší větev zjištělná; 29 - konec tvorby vedlejších větví: 9 a více vedlejších větví zjištělných; **3 - prodlužování stonku (2):** 30 - začátek prodlužování stonku: žádná internodia "růžice"; 31 - 1. internodium viditelné; 32 - 2 internodia viditelná; 33 - 3 internodia viditelná; 34-38 - fáze pokračují: 4-8 internodií viditelných; 39 - 9 a více internodií viditelných; **5 - objevení květenství (butonizace):** 50 - květní poupata se objevují, ještě zakryta listy; 51 - květní poupata viditelná ze shora "zelené poupě"; 52 - květní poupata volná, ve stejné výši jako nejmladší listy; 53 - květní poupata převyšují nejmladší listy; 55 - jednotlivá květní poupata (hlavní květenství) viditelná, ale ještě uzavřená; 57 - jednotlivá květní poupata (vedlejší květenství) viditelná, ale ještě uzavřená; 59 - první korunní plátky viditelné, květní poupata ještě uzavřená ("žluté poupě"); **6 - kvetení:** 60 - první květy otevřeny; 61 - 10 %



**Obr. 2.** Fenologické růstové fáze obilnin (ječmen) s kódy BBCH. Vyznačeny určující znaky dané fáze (podle Skládal et al. 1967, upraveno)



Obr. 3. Vybrané fenologické růstové fáze řepky olejné v kódu BBCH (podle Meier et al. 2001, © BASF AG, 1990)

květů na hlavním květenství otevřeno, hlavní květenství se prodlužuje; 62 – 20 % květů na hlavním květenství otevřeno; 63 – 30 % dtto; 64 – 40 % dtto; 65 – plný květ: 50 % květů na hlavním květenství otevřeno, starší korunní plátky opadávají; 67 – dokvétání, většina korunních plátků opadává; 69 – konec kvetení; 7 – tvorba plodů: 71 – 10 % šesulí dosáhlo konečné velikosti; 72 – 20 % dtto; 73 – 30 % dtto; 74 – 40 % dtto; 75 – 50 % šesulí dosáhlo konečné velikosti; 76 – 60 % dtto; 77 – 70 % dtto; 78 – 80 % šesulí dosáhlo konečné velikosti; 79 – téměř všechny šesule dosáhly konečné velikosti; 8 – zrání: 80 – začátek zrání: semena zelená, nalévání šesulí; 81 – 10 % zralých šesulí, semena tmavá a tvrdá; 82 – 20 % dtto; 83 – 30 %; 84 – 40 % dtto; 85 – 50 % zralých šesulí, semena tmavá a tvrdá; 86 – 60 % dtto; 87 – 70 % dtto; 88 – 80 % zralých šesulí, semena tmavá a tvrdá; 89 – plná zralost: téměř všechny šesule zralé, semena tmavá a tvrdá; 9 – stárnutí: 97 – rostlina mrtvá a suchá; 99 – sklizňová zralost;

**pozn.:** (1) Prodlužování stonku může nastat časněji než fáze 19; v tomto případě pokračovat fází 20. (2) Viditelně prodloužené internodium n se vyvíjí mezi listem n a n+1.

#### Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.), jetel luční (*Trifolium pratense* L.) a další jeteloviny – makrofenologická stupnice BBCH:

0 – klíčení: 00 – suché semeno; 01 – počátek bobtnání semen; 05 – kořínek vystoupil ze semene; 06 – prodlužování kořínků, tvorba kořenových vlásků; 07 – hypokotyl s dělohami nebo klíček protrhl osemení nebo slupku semene; 08 – hypokotyl s dělohami roste k půdnímu povrchu; 09 – vzházení – dělohy prorážejí povrch půdy, klíček nebo list proráží povrch půdy; 1 – tvorba listů: 10 – dělohy plně rozvinuty; 11 – 1. pravý list, pár listů nebo přeslen je rozvinutý; 12 – 2 pravé listy, listové páry, nebo přesleny rozvinuty; 13 – 3 pravé listy, první trojlístek rozvinut; 19 – 9 nebo více listů, (2 pravé listy, 7 nebo více třílístků) rozvinuto; 2 – formování vedlejších větví: 21 – první postranní výhon viditelný; 22 – 2 postranní výhony viditelné; 23 – 3 postranní výhony viditelné; 24 – 4 postranní výhony viditelné; 29 – 9 nebo více postranních výhonů viditelných; 3 – prodlužování stonku: 31 – stonk (růžice) dosáhl 10 % konečné délky (konečného průměru); 32 – stonk (růžice) dosáhl 20 % konečné délky (konečného průměru); 39 – stonk dosáhl konečné délky, nebo růžice konečného průměru; 4 – tvorba sklíditelných vegetativních částí rostliny: 41 – sklíditelné vegetativní části rostliny se začínají vyvíjet; 43 – sklíditelné vegetativní části rostliny dosáhly 30 % konečné velikosti; 45 – sklíditelné vegetativní části rostliny dosáhly 50 % konečné velikosti; 47 – sklíditelné vegetativní části rostliny dosáhly 70 % konečné velikosti; 49 – sklíditelné vegetativní části rostliny dosáhly konečné velikosti; 5 – objevení květenství: 51 – viditelná první květní poupata; 55 – první jednotlivé květy jsou viditelné (ještě zavřené); 59 – první korunní plátky viditelné, květy jsou stále zavřené; 6 – kvetení: 60 – první květy se otevírají (sporadicky v populaci jedinců); 61 – počátek kvetení; 10 % květů otevřených, nebo 10 % kvetoucích rostlin; 63 – 30 % květů otevřených, nebo 30 % kvetoucích rostlin; 65 – plné kvetení: 50 % květů otevřených, hlavní perioda kvetení; 67 – dokvétání, většina květních plátků opadlých nebo zaschlých; 69 – konec kvetení, kvete již jen do 10 % květů, viditelná násada lusků; 7 – tvorba plodů: 71 – malé lusky viditelné (u druhů/odrůd s neomezenou květní periodou – dále /1./), u druhů/odrůd kvetoucích jednorázově (dále /2./) dosáhlo 10 % lusků konečné velikosti; 73 – první lusky dosáhly konečné velikosti /1./, nebo 30 % lusků dosáhlo konečné velikosti /2./; 75 – lusky tloustnou /1./ nebo 50 % zelených lusků dosáhlo konečné velikosti /2./, hlavní období nárůstu lusků; 77 – 70 % lusků dosáhlo konečné velikosti; 79 – téměř všechny lusky dosáhly konečné, pro druh nebo odrůdu typické velikosti; 8 – zrání: 81 – počátek zrání nebo vybarvování lusků, semena začínají zrát; 85 – do 50 % lusků pokročilé zrání nebo pro druh nebo odrůdu typické vybarvování lusků a semen; 88 – 80 % lusků dozralých; 89 – plná zralost, lusky jsou pro druh nebo odrůdu typicky vybarvené, počátek opadávání nebo praskání lusků; 9 – stárnutí: 90 – začátek stárnutí a odumírání nadzemní části rostlin, praskání a vysypávání hnědých lusků; 93 – listy začínají měnit barvu nebo opadávat, začíná odumírání stonků; 95 – 50 % listů změnilo barvu nebo opadlo, odumřelo až 30 % stonků; 97 – konec opadávání listů, rostliny nebo jejich nadzemní části odumřely, nebo jsou v dormanci; 99 – sklizené produkty;

**Kukuřice (*Zea mays* L.) - makrofenologická stupnice BBCH:**

**0 - klíčení:** 00 - suché semeno; 01 - začátek bobtnání; 03 - bobtnání ukončeno; 05 - kořen vystoupil ze semene; 06 - prodlužování kořene, kořenové vlásky a/nebo postraní kořeny viditelné; 07 - koleoptile vystoupila ze semene; 09 - vzházení: objevení se koleoptile nad povrchem půdy; **1 - tvorba listů** (1), (2): 10 - první list vystoupil z koleoptile; 11 - první list rozvinutý; 12 - 2 listy rozvinuté; 13 - 3 listy rozvinuté; 1... - fáze dalších listů ...; 19 - 9 nebo více listů rozvinutých; **3 - sloupkování:** 30 - začátek prodlužování stěbla; 31 - první kolénko viditelné; 32 - 2 kolénka viditelné; 33 - 3 kolénka viditelné; 3... - fáze pokračují až ...; 39 - 9 nebo více kolének viditelných (3); **5 - vývoj květenství, metání lat:** 51 - začátek objevení se laty: v horní části rostliny lata hmatatelná v listové pochvě; 53 - vrchol lavy viditelný; 55 - střed lavy vysunutý: střed lavy se začíná oddělovat; 59 - konec lavy vysunutý: lata plně vysunutá a oddělená; **6 - kvetení, prášení:** 61 - samčí květenství: tyčinky ve středu lavy viditelné, samičí květenství: vrcholek palice vystupuje z listové pochvy; 63 - samčí květenství: začátek opylování (počátek prášení prašníků), samičí květenství: vrcholky blizen viditelné; 65 - samčí květenství: horní a dolní části lat v květu, samičí květenství: blizny plně vysunutý; 67 - samčí květenství: plně kvetení dokončeno, samičí květenství: blizny zasychají; 69 - konec kvetení: blizny zcela zaschlé; **7 - tvorba obilky:** 71 - začátek vývoje obilky: zrna ve fázi puchýřků, cca 16 % sušiny; 73 - raně mléčná zralost; 75 - mléčná zralost: zrna ve středu palice nažloutle bílá (závisí na odrůdě), obsah mlékovitý, cca 40 % sušiny; 79 - téměř všechna zrna dosáhla konečnou velikost; **8 - zrání:** 83 - raně vosková (těstovitá) zralost: obsah zrna měkký, cca 45 % sušiny; 85 - vosková (těstovitá) zralost: zrna nažloutlá až žlutá (závisí na odrůdě), cca 55 % sušiny, listeny palic žloutnou; 87 - fyziologická zralost (žlutá): tmavá skvrna viditelná na bázi zrn, cca 60 % sušiny, listeny zasychají; 89 - plná zralost: zrna tvrdá a lesklá, cca 65 % sušiny; **9 - stárnutí:** 97 - rostlina zaschlá (láme se); 99 - sklizené zrno;

**pozn.:** (1) List může být popsán jako rozvinutý, když je viditelný jeho jazýček (ligula) nebo je viditelná špička dalšího listu. (2) Sloupkování může nastat časněji než fáze 19; v tomto případě pokračovat hlavní růstovou fází 3. (3) Lata se v kukuřici může vyvinout časněji; v tomto případě pokračovat hlavní růstovou fází 5.

**Vysvětlení některých použitých pojmů** (podle *Grau et al. 1998; Slavíková 2002* aj.):

**butonizace** - tvorba květních poupat (od jejich vzniku po dorostlá poupata); **dormance** - klíčící odpočinek semen, období klidu, kdy semena bezprostředně po oddělení od mateřské rostliny neklíčí (je bráněno předčasnému vyklíčení semene v nevhodnou roční dobu); **endosperm** - obsah semene (obilky), pletivo, které vyživuje zárodek v semeni a někdy také hromadí zásobní látky potřebné ke klíčení embrya; **hypokotyl** (podděložní článek) - první lodyžní článek klíčící rostliny mezi kořínkem a dělohami, první článek stonku, který je přítomen již v klíčku semene; **internodium** - část stonku mezi jednotlivými uzlinami (nody); **klásek** - část (díleč) květenství (např. klasu, lavy, palice) lipnicovitých trav, složen z většího počtu květů; **koleoptile** - listová blanitá pochva trav (*Poaceae* - lipnicovité), obalující první pupen nové rostliny a uzavírající uvnitř základy prvních listů, někdy je považovaná za rudimentární ká-povitý primární list; **ligula** (jazýček) - blanitý výrůstek listů trav, lem na přechodu mezi listovou pochvou a čepelí; **nodus** (uzlina) - je místo na stonku, ze kterého vyrůstají listy, úžlabní pupeny nebo větve květenství, uzliny dělí stonk na jednotlivé články, u trav (obilnin) se pro uzliny používá výraz kolénka; **palice** - u kukuřice samičí květenství, přeměněný klas; **šešule** - druh plodu (typický pro brukvovité rostliny - *Brassicaceae*).

Růstové fáze ve sledovaném prostoru nenastávají na všech rostlinách současně. Nástup určité růstové fáze představuje její dosažení u nadpoloviční většiny (50–75 %) rostlin. K hodnocení je přitom třeba použít alespoň 30 rostlin (srov. *Novák - Rovenská - Volfová 1987* s odkazem na *Petr et al. 1983a*). Pokud by fáze v posuzovaném místě byly nejednoznačné, museli bychom provést početní rozbor dané situace ve vzorku porostu; takový stav však pravděpodobně nenastane.

Fotografické snímkování doplňující dokumentaci vývoje porostových příznaků je vhodné provádět ze stejného (pevného) stanoviště ve vhodných časových intervalech (srov. *Bareš - Možný - Nekovář 2007*).

\* \* \*

Působení nejrůznějších činitelů (klimatických, půdních, agrotechnických) na vývoj a růst rostlin a na tvorbu porostových příznaků lze zkoumat prováděním některých analýz a měřeními. Můžeme určovat vlastnosti vnějšího prostředí ovlivňující porost a také změnu stavu rostliny samotné. Z mnoha měřitelných faktorů (vlastností a veličin), které vedou ke konkrétnímu projevu příznaku, uveďme vedle fyzikálních a chemických vlastností zeminy, půdní vlhkosti (využít lze nové technologie elektromagnetických metod), také elektrickou kapacitu kořenového systému.

Kořenový systém rostliny vykazuje elektrickou kapacitu, kterou můžeme poměrně snadno měřit (řádově desítky až desítky, příp. stovky nF). Velikost kapacity je dána velikostí kořenového systému, resp. jeho aktivní (živé) částí. Rozdílnost ve velikosti kořenového systému rostlin v příznaku a mimo něj (způsobená různou půdní vlhkostí a složením půdy), ve vztahu ke stavům nadzemních částí rostlin, by mohla být dalším parametrem pro posouzení porostových příznaků, případně by mohla být využitelná v oblasti prospekce. Na možnost měření kapacity kořenového systému rostlin porostu upozornil již počátkem 90. let A. Majer (ústní sdělení). Měřeními kapacity kořenového systému se zabýval Chloupek (1972; 1977), na něž svými pracemi navazují ve světě další autoři (např. *Dalton 1995; van Beem - Smith - Zobel 1998; Rajkai - Végh - Nasca 2005*; u nás v poslední době např. *Dostál - Chloupek 2007; Středa - Dostál*

– Ullmanová 2009; Hajzler – Středa – Klimešová 2010). Rozmach metody v poslední době byl umožněn vývojem měřicí techniky, použitím ručních digitálních přístrojů. V uvedených pracích (různého zaměření, věnovaných určitým druhům rostlin) je problematika měření velikosti kořenového systému pomocí jeho kapacity popsána obecně i konkrétním způsobem provedení, z hlediska druhu plodin, vlivu půdních podmínek na měření atd. Významné poznatky z pokusů s ječmenem v různých vláhových prostředích uvádějí Hajzler – Středa – Klimešová 2010. Konstatují nárůst kapacity ve fázi sloupkování, při vláhovém deficitu (stresu) značný pokles již od fáze metání, bez nebo s mírným vláhovým deficitem kapacita významně klesá až od fáze mléčné zralosti. Ukončení aktivity (odumírání) kořenového systému ve vztahu k růstovým fázím je tedy dáno vláhovými poměry. Jinými měřeními je hodnocena velikost kořenového systému ve vztahu k odrůdě polní plodiny (např. Dostál – Chloupek 2007; Středa – Dostál – Ullmanová 2009). Výhodou metody je její snadná proveditelnost, rychlost, dostupnost přístrojového vybavení a nedestruktivnost. K detekci některých typů podpovrchových struktur by bylo možno využít například porostů kukuřice (srov. van Beem – Smith – Zobel 1998).

Uvedené poznatky z mnoha oborů, jakož i možnost podrobnějšího zkoumání a popisu porostových příznaků lze využít pro archeologii nejen k posunutí hranic poznání, ale také k možné přesnější predikci vegetačních příznaků.

### Závěrečné shrnutí

Popis porostových příznaků bývá v rámci prospekce uváděn obvykle jen zhruba (barva, stav porostu). V některých případech, je-li třeba, je vhodné popis zpřesnit a zachytit stav vegetace podrobně.

Můžeme vymezit tři charakteristické vlastnosti porostového příznaku, v porovnání se stavem okolního porostu: barvu, výšku a fázi vývoje rostlin. Určíme je s dostatečnou přesností (v průměrné hodnotě) za pomoci jednoduchých prostředků. K přesnému určení barvy je možno využít možností digitální fotografie (metody barevné kalibrace) a provést vyhodnocení barvy ze snímku. Výšku rostlin určíme změřením. Ke stanovení fáze vývoje rostlin využijeme fenologických stupnic, které jsou vypracovány pro jednotlivé druhy (příp. skupiny) rostlin a přesně definují a označují jejich vývojovou fenologickou fázi. Použijeme standardizované a dnes všeobecně používané stupnice BBCH (rozsah 0–99).

Vliv různých činitelů na vývoj rostlin zkoumají příslušné vědní obory a jejich poznatků lze využít také v oblasti archeologické prospekce. Pro bližší poznání jevu vegetačních příznaků by vedle stanovení fyzikálních a chemických vlastností zeminy nebo půdní vlhkosti, bylo možné měřit také elektrickou kapacitu kořenového systému rostlin ve vztahu ke stavu porostu indikujícího podpovrchové struktury jako nehomogenity.

## LITERATURA

- Bareš, D. – Možný, M. – Nekovář, J. 2007: Monitoring fenologických fází digitální kamerou. In: Marková, E. (ed.), Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí. 28. konference. Úpice.
- Bečka, D. et al. 2007: Řepka ozimá. Pěstitelský rádce. Praha.
- Beem, J. van – Smith, M. E. – Zobel, R. W. 1998: Estimating root mass in maize using a portable capacitance, *Agronomy Journal* 90, 566–570.
- Dalton, F. N. 1995: In-situ root extent measurements by electrical capacitance methods, *Plant and Soil* 173, 157–165.
- Dostál, V. – Chloupek, O. 2007: Kvalita odrůd pšenice ozimé vzhledem k velikosti kořenového systému In: MendelNet '07 Agro – Proceedings of International Ph.D. Students Conference, MZLU, Brno (elektronická verze, ve sborníku abstraktů s. 24).
- Dunajský, E. – Jenča, V. 1993: Závislosti nástupu a trvania fenologických fází na meteorologické prvky u vybraných plodin z agrometeorologického observatória Trebišov-Milhostov. In: Litschmann, T. – Rožnovský, J. (eds.), Agrometeorologická konference 93. Sborník referátů, Česká bioklimatologická společnost. Brno, 70–77.
- Foltýn, J. et al. 1970: Pšenice. Praha.
- Grau, J. – Kremer, B. P. – Mösel, B. M. – Rambold, G. – Triebel, D. 1998: Trávy. Lipnicovité, šachorovité, sítinovité a rostliny podobné travám Evropy. Praha.
- Hajzler, M. – Středa, T. – Klimešová, J. 2010: Hodnocení kořenového systému metodou měření elektrické kapacity a analýzy obrazu. In: MendelNet 2010 Proceedings of International Ph.D. Students Conference, MZLU, Brno, 48–55 (elektronická verze).
- Horáková, V. 2009: Metodika zkoušek užitné hodnoty. VCU2/2.1.7 – Lesknice kanárská. ÚKZÚZ, Brno.

- Chloupek, O. 1972: The relation between electric capacitance and some other parameter of plant roots, *Biologia Plantarum* 14, 227–230.
- Chloupek, O. 1977: Evaluation of the size of a plant's root system using its electrical capacitance, *Plant and Soil* 48, 525–532.
- Kolář, J. 1990: Dálkový průzkum Země. Praha.
- Křištín, J. et al. 1978: *Nauka o prostředí rostlin*. Praha.
- Majer, A. 1996: Porostní příznaky z hlediska barevného procesu ve vegetaci, *Archeologické rozhledy* 48, 264–272.
- Meier, U. (ed.) 2001: Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2. Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Berlin.
- Němec, B. 1943: *Jak rostou rostliny*. Praha.
- Novák, J. – Rovenská, B. – Volfová, A. 1987: *Strukturální biologie významných obilnin*. Praha.
- Pazourek, J. 2001: *Vyprávění o rostlinách*. Praha.
- Penka, M. 1985: *Transpirace a spotřeba vody rostlinami*. Praha.
- Petr, J. et al. 1983: *Biologie vývoje a tvorba výnosu u obilnin*. Praha.
- Petr, J. et al. 1983a: *Intenzivní obilnářství*. Praha.
- Petr, J. et al. 1997: *Speciální produkce rostlinná. 1. Obecná část a obilniny*. Praha.
- Poole, N. et al. 2005: *Cereal Growth Stages. The Link to Crop Management*. Grains Research & Development Corporation. Barton–Canberra (poř. č.: GRDC237, elektronická verze).
- Procházka, S. – Macháčková, I. – Krekule, J. – Šebánek, J. a kol. 1998: *Fyziologie rostlin*. Praha.
- Rajkai, K. – Végh, K. R. – Nacs, T. 2005: Electrical capacitance of roots in relation to plant electrodes, measuring frequency and root media, *Acta Agronomica Hungarica* 53, 197–210.
- Říha, P. – Holubář, J. 2009: *Metodika zkoušek užitné hodnoty. ZUH/11 – Jeteloviny*. ÚKZÚZ. Brno.
- Schröder, G. 1981: *Technická optika*. Praha.
- Skládal, V. et al. 1967: *Sladovnický ječmen*. Praha.
- Slavíková, Z. 2002: *Morfologie rostlin*. Praha.
- Smolík, L. 1957: *Pedologie*. Praha.
- Stapper, M. 2007: *Crop monitoring and Zadoks growth stages for wheat*. CSIRO Plant Industry. Canberra (elektronická verze).
- Středa, T. – Dostál, V. – Ullmannová, K. 2009: Kořenový systém jako faktor tvorby výnosu řepky olejné. In: *MendelNet '09 Agro – Proceedings of International Ph.D. Students Conference, MZLU, Brno, 141–146* (elektronická verze).

## ON THE POSSIBILITY OF THE USE OF PHENOLOGICAL SCALES FOR A DETAILED DESCRIPTION OF CROPMARKS

### *A brief introduction*

*Within the framework of archaeological prospection, description of cropmarks is usually done only approximately (colour, state of vegetation). In certain cases it seems to be advisable to make the description more accurate and to document the state of vegetation in detail. We are able to distinguish three characteristic properties of a cropmark, when compared with the state of the surrounding herbage: the colour, the height and the stage of development of the plant. We can determine it with a sufficient level of accuracy (in the average value) with the help of simple means. The exact colour shade can be determined thanks to the use of digital photography (colour calibration methods). Thus, the determination of the colour can be based on a photograph. Plant heights can be determined by measurement. The determination of the stage of development of the plant is possible with the help of phenological scales which have been elaborated for the individual plant species (or groups of plants) and which precisely define and describe their phenological development stage. We use the standardised and nowadays generally used BBCH scale (code 0–99).*

*The influences of different agents on the development of plants are investigated by the appropriate branches of science and their findings can be used in the field of archaeological prospection as well. In order to learn more about the cropmark phenomenon, in addition to the determination of the physical and chemical properties of soil and of soil moisture, it would also be possible to measure the electric capacity of the root system of the plant in relation to the state of vegetation indicating the sub-surface structures as non-homogeneous.*

**Fig. 1.** Phenological growth stages of cereals (wheat) with BBCH codes

**Fig. 2.** Phenological growth stages of cereals (barley) with BBCH codes. In the picture determined marks showing certain stage

**Fig. 3.** Selected phenological growth stages of oilseed rape in BBCH code