

VODNÍ REŽIM PŮDY A ONTOGENEZE SÓJI

Water Regime of Soil and Ontogenesis of Soya

Jaroslav Štranc¹, Přemysl Štranc², Daniel Štranc

¹ ZEPOR⁺, zemědělské poradenství a soudní znalectví Žatec

² Česká zemědělská univerzita v Praze, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby

Summary: In consequence of its origin soya has genetically coded increased requirements on moist environment, in particular on soil moisture. Success of its cultivation under agroecological conditions of the Czech Republic, in region with Atlantic-Continental to Continental-Europe climate, especially in lowland, warmer and more arid regions, depends considerably on soil properties. Our results show that from these properties the most positive effect has convenient water regime. Therefore in our study we define, quantify and classify the water regime. As well we mention other factors which participate in its formation. In conclusion of our paper we characterize water regime of soil in relation to soya ontogenesis.

Keywords: *soya, climate, soil, water regime, growth, development*

Souhrn: V důsledku svého původu má sója geneticky zafixovány zvýšené nároky na vlhkost prostředí, především na vlhkost půdy. Úspěšnost jejího pěstování v agroekologických podmínkách ČR, v oblasti atlanticko-kontinentálního až kontinentálně-evropského klimatu, zejména v níže položených, teplejších a sušších polohách proto podstatně závisí na vlastnostech půdy. Z nich, jak ukazují výsledky našeho sledování, nejpozitivněji působí příznivý vodní režim. V práci je proto věnována pozornost jeho definici, kvantifikaci a klasifikaci. Jsou uvedeny rovněž další faktory, podílející se na jeho utváření. V závěru je charakterizován vodní režim půdy ve vztahu k ontogenezi sóji.

Klíčová slova: *sója, klima, půda, vodní režim, růst, vývoj*

Úvod

Území ČR náleží do oblasti přechodného atlanticko - kontinentálního (převážně Čechy) až kontinentálně - evropského klimatu (převážně jihovýchodní Morava). V létě, tj. v hlavním vegetačním období, však u nás převažuje kladná odchylka od tzv. pásmové teploty, to znamená, že se uplatňuje zčásti kontinentální ráz v jejím průběhu, čímž se zvyšuje jak samotná evaporace, tak i evapotranspirace. Tím vzrůstá celková aridnost území, zejména nižších poloh.

Úspěšnost pěstování sóji, která má geneticky zafixovány značně velké nároky na vlhkost prostředí,

zejména na vlhkost půdy, proto v uvedených klimatických poměrech podstatně závisí právě na vlastnostech půdy. Z našich sledování vyplývá, že v agroekologických poměrech ČR, v podmínkách bez umělé závlahy, má pro zdárný růst a vývoj sóji v nejproduktivnějších polohách největší význam příznivý vodní režim půdy. Z tohoto důvodu jsme proto problematice vodního režimu našich půd věnovali velkou pozornost.

Specifikace vodního režimu půdy (VRP)

VÁŠA a DRBAL (1975) definují vodní režim půdy (VRP) jako prostorové a časové uspořádání vody v půdě, které je výsledkem jevů vnikání vody do půdy, jejího pohybu a zadržení v půdě, vyplývající ze vzájemné souvislosti půdy jako pedosféry s ostatními sférami (litosférou, atmosférou, hydrosférou, biosférou atd.). Vlivem zmíněných jevů podléhá prostorové uspořádání vody v půdě časové měnlivosti.

Vodní režim půdy úzce souvisí s vertikálním pohybem vody – sestupným a vzestupným – čímž významně ovlivňuje půdotvorný proces, tj. tvorbu určitého genetického půdního profilu, resp. genetického půdního typu. Vertikální pohyb vody sestupný svým hloubkovým dosahem a frekvencí charakterizuje promyvný, periodicky promyvný, či nepromyvný VRP, kdežto vzestupný pohyb vody charakterizuje výparný, bažinný či polobažinný VRP (VYSOCKIJ, 1930; RODE, 1956; VÁŠA a DRBAL, 1975). Tím tak podstatně

ovlivňuje produkční schopnost půd a výnosy pěstovaných plodin. Ukazuje se, že z hlediska pěstování sóji v našich nejproduktivnějších oblastech je VRP zcela jednoznačně nejvýznamnějším půdním režimem.

Jak jsme již naznačili, VRP se týká půdního profilu ve smyslu genetickém, tj. souboru genetických horizontů, vč. spodiny až po hladinu podzemní vody. V polohách, kde je podzemní voda hluboko zakleslá a pro půdní profil hydrologicky nevýznamná a rovněž tak při absenci podzemní vody, se VRP zpravidla sleduje do maximální hloubky infiltrace. Uvedený hloubkový rozsah sledování se označuje jako půdně - horninová vrstva anebo jako pedohydrologický profil. Podle časového vymezení hovoříme o denním, týdenním, dekadním, měsíčním a ročním průběhu vodního režimu. Jsou to tzv. elementární vodní režimy, z nichž po dlouhodobém sledování a statistickém zpracování se získává průměrný dlouhodobý vodní režim.

Kvantitativní vyjádření VRP, bilance vody v půdě

Kvantitativním vyjádřením VRP, vedle grafického zpracování, je bilance vody v půdě, a to buď celková, pro sledovaný interval vcelku, nebo dílčí.

Celková bilance vody v půdě zahrnuje položky aktivní, tj. přítokové, neboli zdroje ovlhčení půdy a položky pasivní, tj. odtokové (všechny položky jsou zpravidla uváděny v mm vodního sloupce).

Aktivní položky:

- ovzdušné (atmosférické) srážky vertikální (déšť, sníh) /S/,
- ovzdušné srážky horizontální (především kondenzace vodní páry, mlha a rosa) /K/,
- povrchový přítok (povrchová voda přitékající z výše umístěných terénních poloh; v údolních, inundačních polohách se rovněž jedná o „záplavovou“ vodu při jejím vyběžení z vodotečí, dále přichází v úvahu voda ze sněhových návějí) /Ppv/,

- podzemní přítok laterální a vertikální (vzlínáním) z hladiny podzemní vody /Ppz/.

Pasivní položky:

- výpar z půdy (evaporace) /E/,
- spotřeba vody vegetací (především transpirace) /T/,
- povrchový odtok, odvatí sněhu /Opv/,
- podzemní odtok /Opz/.

Je-li Zz zásoba vody v profilu na začátku bilančního období a ZK zásoba vody na jeho konci, je základní bilanční rovnice v tomto tvaru:

$$Zz + S + Ppv + Ppz + K = E + T + Opv + Opz + Zk$$

Jsou-li přítokové a odtokové složky v rovnováze, jde o vyrovnanou bilanci. Při převaze přítokových složek je bilance aktivní, při převaze odtokových složek pasivní. Vlhkost půdy, a tím její vodní zásoba, buď stoupá nebo klesá.

Klasifikace VRP

Kvalitativní stránka VRP se hodnotí jednak podle hydrologických kritérií (směr a intenzita pohybu vody v půdě), jednak podle kritérií ekologických (stupeň vlhkosti horní: 0 - 0,3 m a spodní: 0,3 - 1,0 m vrstvy půdního profilu, délka trvání jednotlivých vlhkostních intervalů a stratifikace vlhkosti v půdním profilu, tj. rozdíl vlhkosti horní a spodní vrstvy půdního profilu). Podle hydrologické klasifikace VRP jsou na území ČR (GLET, 1986) čtyři typy vodního režimu:

1. nepromyvný (2 subtypy)
2. periodicky promyvný (2 subtypy)
3. promyvný (4 subtypy)
4. výparný (2 subtypy)

V ekologické klasifikaci (KUTÍLEK, 1978) se celý rozsah vlhkosti půdy člení podle hydrolimitů do šesti intervalů (řazeno sestupně od plného nasycení půdy vodou po vlhkost půdy nižší než je číslo hygroskopicity:

1. aquatický stav
2. uvidický interval
3. semiuvidický interval
4. semiaridní interval
5. aridní interval
6. hyperaridní interval

Další faktory utvářející VRP

Pro důkladné posouzení VRP musíme vzít v úvahu i další faktory, které se na jeho utváření podílejí. Nejvýznamnější jsou (upraveno podle RODEHO, 1956):

- poloha pozemku (půdní lokality) v reliéfu terénu
- vodní vlastnosti půdy a spodiny
- podzemní voda
- klimatické podmínky
- vliv předplodiny
- antropogenní činnost

Poloha pozemku v reliéfu terénu

Zde je důležité brát v úvahu v jaké části nebo částech terénu se pozemek zvolený pro pěstování sóji nachází. Zda se jedná o horní (vyvýšenou), svahovou či údolní partii. Podle toho lze usuzovat na zastoupení jednotlivých formací vody (voda zavěšená, podzemní, vzlínající), na chování vody v době jarního tání sněhu, po vydatných deštích a jak tyto vody budou ovlivňovat hladinu podzemní vody. Lze odvozovat i vztah těchto vod k vodoteči atd. V konkrétních podmínkách členitého terénu má na poměry zavěšené a podzemní vody

podstatný význam utváření pedohydrologického profilu, zejména však geologická stavba spodiny. Nelze opomenout ani význam sklonu a expozice pozemku.

Vodní vlastnosti půdy a spodiny

Tyto vlastnosti jsou do značné míry určeny texturou (zrností) pedohydrologického profilu, zejména jeho zvrstvením, resp. sledem různě mocných vrstev o různé zrnosti, dále pak strukturou, především v povrchových (horních) částech půdního profilu. Pro VRP je velmi důležitá infiltrační schopnost půdy, tj. schopnost půdy přijímat srážkovou vodu. Při vysoké využitelnosti srážek půdou se snadno doplňuje zásoba půdní vody, snižuje se povrchový odtok, který by na svahových partiích působil erozivně a snižuje se i neproduktivní výpar z půdy.

Zrnost a dále pak i struktura jsou rozhodující a určující pro kapilární a filtrační vodivost ve vertikálním i laterálním směru, jak z pohledu pedohydrologického profilu jako celku, tak i jeho jednotlivých vrstev. Filtrační vodivost je v úzkém vztahu se spádem hladiny podzemní vody, resp. s konfigurací její hladiny

ve vztahu ke konfiguraci terénu. Kapilární vodivost pak rozhoduje o intenzitě vztlínání z hladiny podzemní vody. Ta je významná zvláště tehdy, jestliže se vztlínající voda dostává až do nasávací kořenové sféry rostlin a dále pak pro výstup vody z půdních zásob kapilaritou (v kapilárních pórech), vyvolanou jednak evaporací, jednak fyziologickými potřebami rostlin.

Podzemní voda

Pro VRP má význam jen alochtonní (cizí) podzemní voda, která je doplňkovým zdrojem vláhy pro půdu a vegetaci v dolní části svahu a v údolní rovině. Do těchto míst voda podzemně přitéká od tzv. sytící oblasti a od vodoteče. Pod různými terénními partiemi má tato voda různé vlastnosti, zejména vzhledem ke kolísání její hladiny a různou měrou koresponduje s geologickou stavbou území, členitostí zemského povrchu, s podmínkami klimatickými, hydrologickými, půdními a s vegetačními krytem.

Podzemní voda bývá různé zakleslá. Pro VRP, a tím pro budoucí porost sóji je důležité, aby její hladina se nacházela ve spodní části půdního profilu, event. jen mělce pod ním. Tato voda pak slouží jako vodní podpora, na kterou se navrstvuje vláha z atmosférických srážek. Význam podzemní vody nepříliš zakleslé se zvyšuje právě v našich nížinných, teplejších oblastech, kde koeficient zavlažení (poměr úhrnu srážek k úhrnu výparu z volné vodní hladiny) KZ má nízké hodnoty. V obdobích kdy je $KZ < 1$, se vzestupný tok z hladiny podzemní vody zesiluje a jeho intenzita je tím větší, čím blíže k povrchu je fronta kapilárně vztlínající vody. Nesmí však dojít ke druhému extrému, kdy příliš vysoká hladina podzemní vody výrazněji snižuje mocnost půdního fyziologického profilu půdy, a tím limituje mocnost kořenové sféry pěstovaných rostlin.

Klimatické podmínky

Z klimatických podmínek mají pro VRP největší význam srážky, výpar a teplota. Jejich vliv může být vyjadřován různými způsoby, např. koeficientem

Nároky sóji na VRP

Na základě dosažených výsledků lze rámcově konstatovat, že sóje, posuzováno z hlediska celé její vegetační doby, nejvíce vyhovuje semiuvidický interval vlhkosti půdy. Ten je vymezený hydrolimity polní vodní kapacitou a bodem snížené dostupnosti vody. V uvedeném intervalu je v půdě zpravidla dostatek vzduchu, resp. kyslíku (kromě extrémně těžkých půd) pro relativně intenzivní kořenové dýchání úspěšně nodulované sóji, přičemž voda je pro sóju lehce přístupná. Její sací tlak odpovídá rozpětí $pF = 2,4 - 3,3$. Zmíněné rozpětí vlhkosti je rovněž velmi vhodné z hlediska fyzikálních a chemických vlastností půdy, neboť umožňuje téměř optimální vývoj vodně-vzdušných a oxidačně-redukčních podmínek v půdě. Tím dochází i k intenzivní mikrobiální činnosti.

Ve vegetačním období se semiuvidický interval častěji vyskytuje ve středně těžkých nivních a lužních půdách, dále pak v černozemích a v typických hnědozemích na spraši, avšak za předpokladu příznivého vývoje počasí, zejména při bohatších srážkách a jejich

zavlažení KZ (viz. předchozí odst.), nebo indexem zavlažení Iz podle KONČEKA. Jestliže je $KZ < 1$ dochází k deficitu vláhy. A tento deficit je tím větší, čím KZ má nižší hodnotu.

Vliv předplodiny

Při posuzování VRP je třeba přihlídnout mimo jiné i k charakteru předplodiny. K mohutnosti a hloubce jejího kořenového systému, k délce její vegetační doby, ke koeficientu transpirace a k celkové spotřebě vody. Důležitá jsou i hustota a rychlost zapojení rostlin (porostu) a charakter a doba olistění, a tím potenciální zastínění povrchu půdy, snižující neproduktivní výpar.

Je třeba si uvědomit rozdílné působení na VRP u půdy s vegetačním pokryvem a půdy holé, bez tohoto pokryvu. Rostliny spotřebovávají (odčerpávají) vodu značně intenzivněji a z podstatně větších hloubek než je tomu u výparu, při němž se spotřebovává voda jen z nejsvrchnějších vrstev půdy, do doby, než je dosaženo lentokapilárního bodu. Potom dochází k prosychání půdy po vrstvách.

Vegetační (rostlinný) pokryv půdy může však pozitivně působit na VRP nejen zastíněním povrchu půdy, ale zpravidla i příznivým ovlivněním infiltrace a v některých případech i influkce, tj. vtékáním vody trhlinami a chodbičkami po zoedafonu nebo odumřelých kořenech rostlin.

Antropogenní činnost

Pomineme-li hluboké zásahy člověka do krajiny (meliorace, důlní činnost, rekultivace, zakládání či kácení lesů apod.), pak z hlediska zemědělského obhospodařování má vliv na VRP kromě odvodňování, závlah, využívání trvalých travních porostů atd. i vlastní způsob obdělávání půdy. Ten se v podstatě týká jen orníční vrstvy, avšak významně ovlivňuje jak infiltraci povrchové vody tak i výpar. Proto je třeba přihlížet k tomu, zda je uplatňováno redukované anebo tradiční zpracování půdy, jaká je jeho intenzita a hloubka atp.

rovnoměrnejším rozdělení. Zásoby využitelné vláhy v hnědých půdách, zejména na neovulkanitech, již velmi úzce souvisí se srážkovou činností, která je v polohách s vyšší nadmořskou výškou samozřejmě větší. Lepší situace je pouze u hnědých půd eutrofních, s vyšším obsahem humusu a s většími sorpčními schopnostmi. Za tohoto stavu VRP a při příznivém zastoupení ostatních vegetačních faktorů, jsou vytvořeny předpoklady pro docílení vysokých výnosů sóji. Z podrobnější analýzy VRP ve vztahu k ontogenezi sóji v průběhu vegetačního období vyvozuje následující:

1. V době od zasetí po vzejití, lépe však do rozvinutí prvních dvou trojlístků (navázání symbiotického vztahu s hlízkovými bakteriemi) je pro sóju vhodný semiuvidický interval vlhkosti. Ten umožňuje rychlé nabobtnání a vyklíčení osiva, dobré zakořenění, rovnoměrně vzejití a růst mladých rostlin. Rovněž tak je jedním z významných předpokladů úspěšné nodulace i další aktivity rhizobií fixujících atmosférický dusík.

- Zhruba od počátku symbiózy sóji s hlízkovými bakteriemi do tvorby květních pupenů až počátku květu je pro optimální růst a vývoj sóji nejpříznivější opět semiuvidický interval vlhkosti. Z výsledků sledování však vyplývá, že v tomto období, pro zajištění rentabilního výnosu sóji, postačuje VRP blížící se rozhraní semiuvidického a semiaridního intervalu vlhkosti, resp. Je-li na úrovni bodu snížené dostupnosti vláhy, kdy její sací síla pF dosahuje hodnoty téměř 3,3 MPa. Za této situace se půdní voda vyznačuje menší pohyblivostí a sníženou dostupností pro sóju. Je využívána jen ta část zásoby vody, která je v bezprostředním styku s jejími kořeny. Rostliny sóji jsou zpravidla dobře zakořeněné, avšak tvorba nadzemní hmoty je více či méně retardována. Není-li retardace příliš výrazná, je třeba pozitivně hodnotit příznivý poměr hmotnosti kořenů k hmotnosti nadzemních částí pro tvorbu výnosu.
- Od počátku květu, zejména v průběhu plnění lusků a po celé stadium zelených lusků, kdy sója má absolutně nejvyšší nároky na vodu, by měl být VRP v semiuvidickém intervalu. Téměř ideální by bylo nasycení půdy vodou na úroveň polní vodní kapacity, tzn. téměř na uvidický interval vlhkosti. Voda je za této situace rostlinám sóji snadno dostupná a její sací tlak pF se pohybuje zpravidla v rozmezí 2,4 - 2,9 MPa. V těžších půdách, s poněkud nižší zásobou humusu, kde by mohl nastat určitý deficit vzduchu, který by omezil nejen kořenové dýchání sóji, ale i fixaci atmosférického dusíku rhizobii je vhodný poněkud nižší obsah vody v půdě, při sací síle pF = 2,8 - 3,3 MPa (postačuje zde semiuvidický interval vlhkosti).
- V průběhu zrání, kdy se nároky sóji na vodu postupně snižují, semiuvidický interval vlhkosti může plynule přecházet v interval semiaridní, v rozmezí bodu snížené dostupnosti vody a bodu vadnutí. Sací síla půdní vody často dosahuje hodnoty až pF = 4,2 MPa. V uvedeném intervalu je voda v půdě již méně pohyblivá a pro sóju méně dostupná. Tato situace je poměrně běžná v našich nižších a teplejších oblastech koncem druhé poloviny léta. V nejsušších oblastech ČR (SZ Čechy, Jižní Morava) v uvedeném období klesá obsah vody v půdě až na aridní interval vlhkosti. Hodnoty pF se pohybují od 4,2 MPa výše, což znamená, že jsou v intervalu bodu vadnutí až čísla hygroskopicity. Jestliže je sója v této době již v pokročilém stupni zralosti (žlutá zralost), dozrání semen proběhne obvyklým přirozeným (fyziologickým) procesem, případně se jen mírně urychlí.
- Za těchto podmínek mají semena příznivou vlhkost a zpravidla i dobrou nutriční a biologickou hodnotu a velmi dobře se i sklízí. Pokud jsou však rostliny sóji ještě plně vegetující, zejména pozdnější odrůdy, zastavují růst a výrazně snižují turgor a začínají vadnout, neboť jejich transpirace výrazně převýšila příjem vody z půdy. Dochází k rychlým změnám jejich metabolismu, včetně fotosyntézy. V rostlinách se hromadí nevyužité asimiláty, mění se aktivita enzymů. Zrychluje se hydrolýza škrobu a naopak se zpomaluje redukce nitrátů. Snižuje se tvorba cytokininů a naopak stoupá obsah kyseliny abcisové, ovlivňující uzavírání průduchů. Se stupňujícím se nedostatkem vody se tvoří prolin, který pravděpodobně zvyšuje osmotický tlak v buňkách a působí jako ochrana před objektivně existujícím stavem.
- Jestliže vodní stres trvá delší dobu, event. se dále zvyšuje a obsah vláhy v půdě klesá k hranici hyperaridního intervalu (pF = 4,8 MPa a více) a vláha je tak pro sóju zcela nedostupná, je fotosyntéza nejen zcela zastavena, ale je vážně narušen celkový metabolismus rostlin. Prudce vzrostou katabolické procesy (hydrolýza zásobních látek, dýchání, exkrece), urychlí se redistribuce organických látek, zejména ze starších spodních pater výškového profilu sóji do mladších orgánů, hlavně do semen. Tento fyziologický stav (resp. urychlená senescence) rostlin je provázen žloutnutím, zasycháním a opadem listů, které postupuje od bazální části lodyhy směrem k vegetačnímu vrcholu.
- Při velmi silném vodním stresu, kdy sací síla půdy pF přesahovala hodnotu 5 MPa a relativní vlhkost klesala pod 40 %, jsme v letošním roce, na lokalitě Všetudy, zaznamenali u sóji i opadávání lusků. V uvedených podmínkách došlo nejen k výrazné redukci výnosových prvků (počtu lusků na rostlině, počtu semen v luscích a HTS), a tím k poklesu výnosu, ale i k negativnímu ovlivnění anatomicko-morfologické stavby semen a jejich chemického složení. Tyto změny budou mít nepochybně dopad i na jejich biologickou hodnotu (horší skladovatelnost, snížení vitality, horší růst a nižší aktivita kořenového systému rostlin sóji v následující generaci). Při extrémně nízké relativní vlhkosti vzduchu (35 - 30 %) jsme zjistili i poměrně silné vylušťování semen z lusků.

Použitá literatura

Použitá literatura uvedena u posledního příspěvku autorů - „Vodní režim některých půdních typů ve vztahu k nárokům sóji na vodu“

Adresa autora

Ing. Jaroslav Štranc, CSc.	
ZEPOR ⁺ , zemědělské poradenství a soudní znalectví Žatec Elišky Krásnohorské 2497 438 01 Žatec	Tel.: 415 74 06 86 Fax: e-mail: stranc@af.czu.cz