

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Vliv zamokření půdy na vzcházivost plevelů**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Veronika Lísalová**

**Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru**

**Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv zamokření půdy na vzháživost plevelů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.7. 2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Josefu Holcovi, Ph.D. za cenné rady a veškerou pomoc při psaní diplomové práce. Poděkování také patří mé rodině a přátelům za podporu při studiu.

# Vliv zamokření půdy na vzcházivost plevelů

## Souhrn

Nežádoucí rostliny vyskytující se na orných půdách, zahradách a dalších lidstvem využívaných půdách, označovány jako plevelé, jsou podstatným problémem po celém světě. V minulých letech jsme se na orné půdě často mohli setkat s výskytem lokálně zamokřených míst, ze kterých pěstovaná plodina často ustupuje. Na těchto lokalitách některé plevelné druhy přežívají, adaptují se nebo se objevují druhy vlhkomilnější.

V této diplomové práci byly založeny nádobové pokusy, kde se zjišťovalo, jaký vliv má zamokření půdy na vzcházivost plevelů. Vzorky půdy byly odebrány ze šesti lokalit v Jihočeském kraji, 2 lokality byly zahrady a 4 pole. Byly založeny 3 varianty různého zamokření půdy ve 4 opakováních. První varianta byla kontrolní, druhá ve stálém zamokření 6 cm pod povrchem půdy a třetí 2 cm pod povrchem půdy. Výsledky této práce ukázaly, že intenzita zamokření půdy ovlivňuje počty vzcházejících plevelů. Nejvíce rostlin se na zahradách vyskytovalo na kontrolní variantě, zatímco na orné půdě to bylo na variantě (-6). Počet rostlin se díky zvyšující vlhkosti snižoval, a proto varianta (-2), kde bylo silné zamokření, obsahovala menší počty rostlin. To se projevilo u druhů, jako například lipnice roční nebo ptačinec prostřední, který rostl nejlépe na kontrolní variantě, zatímco se zvyšující vlhkostí se jeho výskyt rapidně snižoval. Rostly zde také rostlinné druhy, kterým zvyšující se vlhkost vyhovovala, jako například sítina žabí. Tento druh se vyskytoval na všech lokalitách a variantách. Její nejčastější výskyt byl na variantě (-2) a (-6). Byla také zastoupena u kontrolní varianty, ovšem v malém počtu.

**Klíčová slova:** polní plevelé, stanovištní podmínky, zamokření, vzcházení

# The influence of soil waterlogging on weed emergence

## Summary

Undesirable plants, so called weeds, growing on arable grounds, in gardens and on another soils used by mankind, are significant problem all around the world. In past years, we could have often encountered locally wet places on arable grounds, from where the originally grown crop has completely receded. In those locations, some kinds of undesirable plants are surviving, adapting or new kinds of more humidity-loving plants appear.

In this diploma thesis were established container experiments, in which the impact of soil humidity on emergence of undesirable plants was observed. Soil samples were taken from six locations in South Bohemian region - 2 locations were gardens, 4 locations were fields. Three variations of soil humidity were set up in 4 sets. First variant was control one, second was permanently wet 6 cm under the soil surface (-6) and the third one was permanently wet 2 cm under the soil surface (-2). Results of this thesis are showing, that the soil humidity has impact on the amount of weeds growing. In gardens, the biggest amount of plants was on control sample, while on arable grounds, the most plants were on variant (-6). With the growing humidity, less plants were growing, therefore variant (-2), with high humidity, had the smallest amount of plants. That was observed with *Poa annua* and *Stellaria media*, as they were growing the most on the control variant, while with growing humidity, the presence was rapidly reducing. Plants as *Juncus bufonius*, which also like humidity, were present as well. This species was represented in all locations and variants. Their highest occurrence was on variant (-2) and (-6), smaller amount was on control variant.

**Keywords:** field weeds, habitat conditions, wetting, emergence

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Literární přehled.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Charakteristika plevelu.....</b>	<b>9</b>
3.1.1 Polní plevel .....	10
<b>3.2 Klíčení semen.....</b>	<b>11</b>
3.2.1 Základní a specifické podmínky .....	12
<b>3.3 Stres u rostlin.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Biotické faktory .....	16
3.3.2 Abiotické faktory .....	17
<b>4 Metodika práce.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Charakteristika zájmového území.....</b>	<b>23</b>
4.1.1 K-Z, K-POL1, K-POL2 .....	24
4.1.2 T-Z, T-POL1, T-POL2 .....	25
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Zaznamenané druhy rostlin .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Vlhkost půdy.....</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Počet vzešlých rostlin .....</b>	<b>31</b>
<b>5.4 Počet rostlinných druhů .....</b>	<b>32</b>
<b>5.5 Zastoupení jednotlivých druhů.....</b>	<b>34</b>
<b>5.6 Nejčastěji vyskytující se druhy .....</b>	<b>37</b>
<b>5.7 Stanovení sušiny .....</b>	<b>37</b>
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>39</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>41</b>
<b>8 Literatura.....</b>	<b>42</b>
<b>9 Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Plevelné rostliny jsou nedílnou součástí našeho každodenního života, a to při obdělávání půdy, ať už se jedná o ornou půdu, zahrady či ovocné sady. Obvykle se jedná o nežádoucí rostliny, které svým růstem negativně působí na cíleně pěstované rostliny (Jursík et al. 2011). Dochází ke značné konkurenci mezi pěstovanou rostlinou a rostlinou nežádoucí, přičemž plevele odebírají důležité živiny a vodu, zabraňují přístupu světla a ubírají tak růstovou plochu plodin (Werle et al. 2014). Některé druhy plevelů mohou být hostitelským organismem pro rozvoj a následné šíření chorob a škůdců kulturních plodin (Hron & Kohout 1988). Plevelné druhy se rozdělují do několika skupin jako například plevele polní, lesní, luční nebo také plevele okopanin či obilnin (Mikulka 2014).

Schopnost klíčení a vzházení semen plevelů se značně liší od semen kulturních plodin. Ta jsou po mnohá léta šlechtěna člověkem, čímž je u nich dosaženo lepšího klíčení, vzházení i růstu. Zatímco u plevelných rostlin může být klíčivost nepravidelná, a to díky působení vnějších vlivů. Mezi tyto vlivy patří například světlo, teplo, vláha nebo živiny (Hron & Kohout 1988).

Na rostliny působí mnoho abiotických i biotických stresových faktorů, které ovlivňují jejich celkový vývoj (Bláha et al. 2003). Jedním z hlavních faktorů zajišťujících správný růst rostliny je voda. Voda je důležitá pro většinu metabolických procesů probíhajících uvnitř rostlinného těla, účastní se transportu živin a také udržuje tlak uvnitř buněk, takzvaný turgor. Množství vody v půdě ovlivňuje výskyt jednotlivých druhů plevelů, kdy při nízkém obsahu vody se objevují spíše suchomilné druhy. Naopak při vysokém obsahu vody v půdě většina rostlin odumírá, jelikož nejsou adaptovány na vysoké zamokření. Tento jev je zapříčiněn například vysokou hladinou podzemní vody, nadměrným utužením půdy, kdy se voda nemůže vsáknout přes utuženou vrstvu nebo v důsledku nadměrných srážkových úhrnů a povodní. Na takto zamokřené půdě dochází k výskytu vlhkomilných druhů rostlin, pro které jsou tyto podmínky ideální (Procházka et al. 1998). Mezi další stresové faktory ovlivňující růst rostlin patří například nízké či vysoké teploty, nedostatek kyslíku v půdě, nebo toxicita půdy (Bláha et al. 2003).

## 2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Vlivem utužení půdy a nepropustnosti podorničí pro vodu mohou po silnějších srážkách na polích vznikat místa s vysokým obsahem vody v půdě. Na takto zamokřených místech plodina obvykle ustupuje, vybraným druhům plevelů se zde ale může dařit a zamokření tak může přispět k jejich vyššímu výskytu na pozemku. Cílem práce bude zjistit, jak se vysoká hladina spodní vody projeví na vzcházivosti jednotlivých druhů polních plevelů (nádobové pokusy).

Hypotézy:

1. Intenzita zamokření půdy ovlivňuje počty vzcházejících plevelů.
2. Existují rozdíly v reakci na zamokření půdy mezi jednotlivými plevelnými druhy.



## 3 Literární přehled

### 3.1 Charakteristika plevelu

Plevelem je nazývána jakákoliv rostlina rostoucí na daném stanovišti a je brána jako nežádoucí vegetace (Jursík et al. 2011). Nepříznivý ekonomický či ekologický vliv těchto rostlin může mít dopad jak na přírodní, tak zemědělské systémy (Booth et al. 2003). Mezi ovlivňované stanoviště se řadí polní porosty, okrasné výsadby, vinice nebo trvalé travní porosty. Patří sem také rostliny vyskytující se na zastavěných plochách, chodnicích, dopravních komunikacích nebo odlišných místech sloužících k jinému využití (Jursík et al. 2011).

Plevelu jsou problémem, který se každoročně vyskytuje napříč celým světem na zemědělských půdách (Werle et al. 2014). Jelikož klíčí v různém období roku, růst těchto rostlin je velice špatně kontrolovatelný (Burnside et al. 1996). Nepříznivou vlastností plevelů je ovlivňování pěstovaných plodin. Tyto rostliny si mohou konkurovat například zmenšením jejich porostu, odebíráním živin, světla a vody, což zapříčiňuje jak kvalitativní, tak kvantitativní ztráty na výnosu z pěstované plodiny (Werle et al. 2014). Semena produkovaná nežádoucími rostlinami se hromadí v půdě a vytvářejí tak zásoby, které při příznivých podmínkách mohou v půdě přežít i po několik let (Burnside et al. 1996). Další nepříznivou vlastností některých druhů plevelů je schopnost poskytovat hostitelský organismus při rozvoji a šíření rostlinných chorob a škůdců kulturních plodin (Hron & Kohout 1988). Plevelu jsou odjakživa významným problémem rostlinné výroby. V dnešním zemědělství má jejich kontrola, popřípadě redukce velký význam nejen pro bezpečnost potravin, ale i pro snížení ztrát na výnosech (Bajwa et al. 2015). Již od začátku zakládání porostu se klade důraz na agrotechnická opatření, a to především na předseťovou úpravu půdy a aplikaci herbicidů (Jursík et al. 2011). Metody odplevelování porostů vyžadují značné finanční náklady, přičemž samotné náklady na herbicidy tvoří přes 60 % celkových celosvětových nákladů vynaložených na pesticidy (Kohout 1993), protože plevelu jsou dobře přizpůsobeny podmínkám na zemědělských půdách (Presotto et al. 2017). Davis et al. (2008) uvádí, pokud by všechna semena plevelů klíčila ve stejný čas, bylo by mnohem snazší a levnější aplikovat herbicidní prostředky na snížení růstu plevelů. Herbicidy jsou v likvidaci plevelů velmi efektivní, ale s jejich používáním jsou spojena také určitá rizika. Při jejich aplikaci mohou vznikat populace, které budou na daný herbicid rezistentní. Dále může docházet ke kontaminaci spodních vod. Používání herbicidů se odrazí na ceně vypěstované plodiny, jelikož musí být brány v úvahu i náklady spojené s nástupem a aplikací herbicidních látek (Seefeldt et al. 1994). Hlavním cílem není v dnešní době totální likvidace veškerého plevelu, ale především jeho snížení na únosnou hranici, kdy jejich konkurenceschopnost nebude významně škodit pěstované plodině (Boström & Fogelfors 2002).

Plevelu lze rozdělit do několika skupin. Podle místa výskytu jsou děleny na plevelu polní, luční, lesní a vodní. Dále mohou být členěny podle kulturních plodin v jejichž porostech se vyskytují, a to například na plevelu okopanin, obilnin, luskovin apod. V neposlední řadě také podle stupně škodlivosti, a to především podle biologických vlastností, které jsou pro praktické využití a pro zemědělce nejužitečnější (Mikulka 2014).

### 3.1.1 Polní plevel

Na mnoha místech je dosud možné najít pestré barevně rostoucí rostliny travobylinných porostů, které mohou být často i ohrožené. Mezi tyto patří i skupina polních plevelů (Martiška & Martišková 2010). Polní plevely jsou tedy planě rostoucí rostlinné druhy, které se na pozemek dostaly neúmyslně a dále jsou schopny rozmnožovat se v polních podmínkách. Jsou schopny autoreprodukce tedy rozmnožování se bez přispění člověka (Jursík et al. 2018). Jedná se především o rostliny, které se vyskytují na pravidelně opracovávaných plochách. Mnoho z těchto plevelů zde bylo zavlečeno spolu s jinými kulturními plodinami v průběhu historie. Jedná se o archeofyty, tedy o rostliny zavlečené a dnes již zdomácnělé. Jako příklad lze uvést prorostlík okrouhlolistý (*Bupleurum rotundifolium*), chrpu polní (*Centaurea cyanus*) nebo hlaváček letní (*Adonis aestivalis*). Zatímco naše původní druhy jsou vrabečnice polní (*Thymelaea passerina*) nebo bělolist rolní (*Filago arvensis*) (Martiška & Martišková 2010). Vitalita některých plevelů může klesat, a tudíž se stávají vzácnějšími jako například starček jarní (*Senecio leucanthemifolius* subsp. *Vernalis*) nebo tetlucha kozí pysk (*Aethusa cynapium*). Mezi další důvody ústupu plevelů patří vývoj zemědělského sektoru, zdokonalují se agrotechnická opatření, mechanizace nebo kvalita osiv. Důsledkem těchto zlepšení v zemědělství došlo ke snížení výskytu jílku mámivého (*Lolium temulentum*), koukolu polního (*Agrostemma githago*) nebo sveřepu obilného (*Bromus secalinus*). Tyto druhy se zde v dnešní době nacházejí pouze ojediněle (Deyl & Ušák 1956). Ačkoliv se zemědělství v dnešní době čím dál více spoléhá na moderní technologie, znalost základních biologických systémů rostlin je stále klíčová k aplikaci těchto opatření (Werle et al. 2014).

Polní plevely tvoří pestrý soubor rostlinných druhů, které jsou schopné prosadit se v kulturních porostech. Mezi vlastnosti polních plevelů patří celkové sjednocení životního cyklu s plodinou. V případě jednoletých druhů rostlin to mohou být vlastnosti, jako jsou rychlý růst rostlin, klíčení v prostředí se širokým rozpětím podmínek, vysoká konkurenceschopnost, rychlý nástup generativní fáze, dozrávání plodů a produkce semen po takovou dobu, jak dlouho budou trvat vhodné podmínky nebo schopnost tvořit dlouhodobou zásobu semen v půdě. Vytrvalé druhy plevely disponují navíc možností regenerace z malých fragmentů, vegetativní šíření je u nich intenzivní a také setrvávají dlouho v půdě díky odolnosti vůči mechanickému odstranění (Jursík et al. 2018).

Mezi další zvláštní skupinu patří takzvané zaplevelující plodiny. Jedná se o kulturní plodiny, které se uplatňují v porostech dalších běžně pěstovaných druhů rostlin. Tyto rostliny, které jsou označovány jako výdrol vyrůstají mnohdy ze semen, hlíz či plodů vypadaných před sklizní nebo v jejím průběhu na povrch půdy. Následně mohou být zapraveny do hlubších vrstev půdy nebo mohou okamžitě vzcházet v následující plodině. Jsou-li semena zapravena do půdy, vytváří dlouhodobou půdní zásobu a následně zaplevelují plodiny i po několika letech poté co byly na dané lokalitě pěstovány, jako příklad lze uvést brukev řepku (*Brassica napus*). Každá pěstovaná plodina může být zaplevelující rostlinou buď ve formě semen nebo vegetativních částí. V dnešní době mezi nejproblematictější rostliny patří obilniny, jelikož dokáží značně potlačit počáteční vývoj pěstovaných rostlin například u ozimé řepky. Problematickou zaplevelující rostlinou širokořádkových plodin je brukev řepka (*Brassica napus*) stejně jako slunečnice (*Helianthus*) nebo mák setý (*Papaver somniferum*). Mezi okopaniny patří brambory jako nejčastěji zaplevelující rostliny, které se mohou v dalších letech hojně vyskytovat

v porostech jařin. Zaplevelující rostliny nejsou nebezpečné jen kvůli jejich konkurenci, ale také z hlediska přežívání chorob a škůdců. Také je potřeba vnímat riziko znečištěného osiva a sadby příměsí jiných odrůd u semenářských a sadbových porostů (Jursík et al. 2018).

### 3.2 Klíčení semen

Oplozením vajíčka vzniká nová část neboli zárodek, který tvoří základ rostliny. Skládá se z radikuly neboli základu kořene a základu klíčku listu, který tvoří hypokotyl, plumula a epikotyl. V průběhu zrání jsou růstové procesy semene pozvolna ukončovány a semeno přechází z aktivního stavu do klidového stavu. V tomto přechodu dochází ke ztrátě vody ze všech buněk. Ve stavu latentního života se nacházejí nepoškozená embrya suchých semen, u kterých je vývoj látkové výměny snížen na ten nejmenší rozměr. Klíčením semen se ruší klidový stav a začíná proces, při kterém dochází k příjmu vody neboli bobtnání. Během klíčení se v semeni vysoce zvyšuje obsah vody a to ze 12-15 % na 114 % (Jablonský 2005).

Klíčení semen zahrnuje mnoho složitých, biologických, biochemických a fyziologických procesů (Copeland & McDonald 1995). Zvětšování embryonálního kořínku je prvním patrným růstovým projevem klíčení a růst plumuly je zpočátku vlivu kořínku zpomalen. Pokud kořínek dosáhne dané velikosti, plumula začíná růst a poté co proroste osemením, vzniká zde vývojový proces klíčení, kdy klíčící semeno se stává klíčící rostlinou. Tento proces nastává, když klíčící semena přijdou do kontaktu s vodou za vhodných podmínek jako je přiměřená teplota a dostatečná zásoba kyslíku. Mnoho druhů semen klíčí poté, co projdou obdobím dormance. Některá semena mohou klíčit pouze ve tmě, jiná jen na světle. Světlo je náznakem toho, že se semena nacházejí na povrchu půdy (Luštinec & Žárský 2003).

Klíčení a vzcházení plevelů se značně liší od klíčení a vzcházení semen kulturních rostlin. Kulturní rostliny mají vysokou klíčivost, a to díky jejich šlechtění, na rozdíl od plevelů, u kterých to není pravidlem. Po uzrání semen má vysokou klíčivost pouze nepatrný počet plevelů jako jsou například pcháč oset (*Cirsium arvense*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*) a další. Některé druhy plevelů mají etapovou klíčivost, ale většina plevelů má klíčivost nepravidelnou, která může být zapříčiněna celou řadou vlivů. Mezi vlivy vnější patří například světlo, teplo, vláha nebo živiny. Vlivy vnitřní zahrnují například propustnost osemení pro vodu, obsah zásobních látek, činnost enzymů a mnoho dalších (Hron & Kohout 1988).

Plevele mají při klíčení rozdílné požadavky na teplotu půdy, obsah vody a vzduchu. Časně jarní a ozimé plevele klíčí při nízkých teplotách okolo 3 °C, naopak pozdně jarní plevele klíčí při vyšších teplotách okolo 10 °C. Dostatek vzduchu je důležitým faktorem pro klíčení semen plevelů a nejvíce vhodné pro klíčení jsou mělké vrstvy půdy (Kohout 1997). Plevele klíčící na povrchu půdy vyžadují dostatek světla, ale také dostatečné množství vzduchu. Patří sem například lipnice roční (*Poa annua*), chundelka metlice (*Apera spica - venti*), hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), merlík bílý (*Chenopodium album*) a další (Deyl & Ušák 1956).

Klíčivost je uváděna v procentech a značí počet klíčících semen způsobilých dalšího vývoje. Podíl klíčivých semen ve zkoumaném vzorku vyjadřuje procento klíčivosti (Jursík et al. 2011). Ve zkoumaném vzorku jednotlivá semena klíčí odlišně. Důležitým znakem pro rozpoznání vysoké či nízké kvality semen jsou značné rozdíly jednotlivých druhů v rychlosti

a vyrovnanosti klíčení (Houba & Hosnedl 2002). Klíčivost semen se stanovuje pomocí laboratorní zkoušky, která probíhá během stanovené doby na filtračním papíře, případně vatě. V první etapě je stanovena energie klíčení probíhající podle normy v přesně určených dnech. Druhá etapa stanovuje vlastní klíčivost, která je vyjádřena v procentech (Procházka et al. 1998).

### 3.2.1 Základní a specifické podmínky

Klíčení semen závisí na velkém množství podmínek (Kincl & Krpeš 2000). Mezi základní a naprosto nezbytné podmínky klíčení patří voda, teplota a kyslík. Na některé druhy rostlin mohou také působit specifické podmínky, jako jsou například světlo nebo chemické látky (Jablonský 2005). Je-li v prostředí vhodná teplota a dostatečné množství vody při konečném dozrávání semen, aktivují se v živém pletivu zásobní gibereliny a auxiny, které přecházejí do klíčku a podílejí se na jeho růstu. Jestliže jsou semena rostlin na vhodném stanovišti a mají dobré podmínky, začínají klíčit. Pro různé druhy rostlin se mohou vhodné podmínky velmi lišit (Lack & Evans 2005).

V produkci plodin je klíčení prvním a zásadním krokem. Z tohoto důvodu je nezbytné poskytnout a zajistit rostlinám podmínky, které určitý druh vyžaduje. Mezi hlavní faktory klíčení v životním prostředí patří voda a teplota, které jsou důležité pro všechny druhy rostlin. Tyto faktory ovlivňují rychlost a konečné procento vyklíčených rostlin (Dürr et al. 2015). Vzházivost plevelů lze zásadním způsobem ovlivnit kultivačními zásahy, kdy dochází k provzdušnění a semena rostlin jsou vynesena na povrch. Dochází ke klíčení semen, které potřebují kyslík a světlo (Jursík et al. 2011).

#### 3.2.1.1 Voda

Voda je pro rostliny velmi důležitá, protože je součástí všech buněk, které jsou nezbytné pro biochemické procesy (Lack & Evans 2005). Přijímáním vody nastává proces bobtnání, dochází ke zvětšení objemu semene a začíná klíčení semen (Pavlová & Fisher 2011). Při přerušení procesu klíčení semene, tedy opakovaném vyschnutí a bobtnání v dané době, nemusí dojít k poškození klíčku. Pokud je klíčení ve fázi buněčného dělení a růstu klíčku, může při následném nedostatku vody dojít k poruše klíčení (Houba & Hosnedl 2002). Úmrtnost semen plevelů může být způsobena i vysokým množstvím vody obsaženým v půdě. Se zvyšujícím se zamokřením stoupá aktivita mikroorganismů, které zapříčiňují špatné vzházení nebo dokonce úplné odumření semen. Snižována je tímto i schopnost semen setrvávat v půdě po delší dobu (Mickelson & Grey 2006).

Ke zvětšování objemu semen dochází při procesu zvaném bobtnání a ten je způsoben hydratací semenných pletiv. Bobtnání může nastat i u semen dormantních, neživotaschopných nebo abortovaných. Díky hydrataci jsou obnoveny transportní i selekční funkce buněčných membrán. Voda je v rostlině nezbytně důležitá pro mnoho procesů a funkcí, jako transportní médium slouží k ředění a vyplavování škodlivých látek ze semene, a také pro dlouhivý růst buněk (Pavlová & Fisher 2011).

K nejvyššímu stupni hydratace dochází v embryu, stoupne-li v něm obsah vody více jak nad 60 %, dojde k aktivaci metabolických systémů semene, čímž se nastartují přípravné procesy pro objemový růst embryonálních buněk. S příjmem vody do embrya se transportují i organické látky pocházející ze zásobních částí semene. Když kořínek embrya projde skrz osemení, zvýší se rychlost příjmu vody (Procházka et al. 1998).

### 3.2.1.2 Teplota

Teplota klíčení semen se u jednotlivých druhů značně liší a probíhá v určitém rozmezí. Délku klíčení značně ovlivňuje teplota. Jsou rozlišovány hlavní tři teplotní body, a to minimum, optimum a maximum (Jablonský 2005). Důležité jsou také teplotní výkyvy, které nastávají během dne a noci, u některých druhů mohou zlepšit jejich klíčivost. Teplotním výkyvům jsou nejvíce vystavovaná semena nacházející se do 2 cm pod povrchem půdy (Main et al. 2006).

Teplota také ovlivňuje rychlost respirace a rehydratace (Pavlová & Fisher 2011). Plané rostliny mají nižší teplotní nároky na rozdíl od kulturních rostlin. Stejně tak rostliny mírného pásma mají nižší teplotní nároky oproti tropickým rostlinám. Optimální teplota klíčení pro většinu semen bývá nižší, a to v rozsahu 15 – 30 °C, oproti optimální teplotě pro růst (Houba & Hosnedl 2002). Nízké teploty pozitivně ovlivňují klíčení u některých druhů rostlin, jako jsou například merlík bílý (*Chenopodium album*) nebo kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa – pastoris*). Stratifikace je proces, kdy se semena vystavují nízkým teplotám, což urychluje a synchronizuje klíčení. Často se tohoto procesu využívá v praxi (Pavlová & Fisher 2011). Rostliny rozmnožující se generativně (semenem), mají semena uschována v genobankách, kde se dlouhodobě ukládají při teplotě – 18 °C (Zámečník & Faltus 2009).

Jako příklad lze uvést svízel přítulu (*Galium aparine*), kdy klíčení těchto semen značně ovlivňuje teplota. Semena, která jsou vystavena nízkým teplotám s pozvolným nástupem klíči pomaleji. Zatímco semena, která jsou vystavena vysokým teplotám, klíčí hromadně (Pavlová & Fisher 2011). Jako další příklad lze uvést semena vystavena ve fermentačním zařízení na výrobu plynu při vysoké teplotě 55 °C, která nebyla schopna klíčit. V případě, že došlo ke snížení teploty na 37 °C, nedošlo k takovému poškození semen, a tudíž mohly mnohé druhy klíčit (Johansen et al. 2013).

### 3.2.1.3 Kyslík

Další nezbytnou podmínkou pro klíčení semen je kyslík, snížením jeho obsahu v prostředí se odráží na intenzitě dýchání semene. Při nahromadění oxidu uhličitého dochází ke zbrzdění klíčení a dalším navyšováním jeho koncentrace semena hynou (Jablonský 2005).

Intenzita dýchání se zvyšuje s příjmem vody, pro většinu rostlinných semen je důležitý dostatečný přístup kyslíku, aby proces klíčení probíhal správně. V půdách, které trpí kyslíkovým deficitem, se indukují produkty anaerobního metabolismu, přičemž jedním z nich je ethanol, jehož odstranění je rozhodující pro klíčivost (Jursík et al. 2011).

Kyslík je nezbytný pro proces respirace, při kterém rostlina získává velké množství energie ve formě ATP a také metabolity, potřebné pro tvorbu nových látek. Tyto látky jsou tvořeny z látek zásobních, uložených v endospermu nebo v embryu (Pavlová & Fischer 2011). Adenosintrifosfát jakožto nezbytný zdroj energie pro klíčení je tvořen pomocí substrátové nebo oxidační fosforylace (Šebánek et al. 1983).

Existují i takzvané bažinné rostliny, které mohou klíčit téměř bez potřeby kyslíku. Například u rýže klíční rostliny využívají energii glykolýzy a na její správný průběh není potřeba žádný kyslík (Procházka et al. 1998). Bylo zjištěno, že semena plevelných rostlin mohou vydržet i několik desetiletí zasypána ve značné hloubce, přičemž po znovuoobnovení vhodných podmínek začínají okamžitě klíčit. Semena těchto rostlin se jen zřídka musí vypořádávat s bakteriemi. Osemení těchto druhů vylučuje látky s antibiotickými účinky, které zabírají bakteriálním a plísňovým chorobám uchytit se na jejich povrchu. Antibiotické látky vytvářejí pouze živá semena, proto semena mrtvá téměř okamžitě podléhají rozkladu za působení bakterií (Kincl & Krpeš 2000). Pro úspěšné klíčení musí být dodržena správná hloubka setí tak, aby byla respektována náročnost jednotlivých rostlin na množství přítomného kyslíku (Procházka et al. 1998).

#### 3.2.1.4 Světlo

Pro většinu rostlin není světlo nezbytnou podmínkou klíčení i přes skutečnost, že intenzita a spektrální složení ho ovlivňuje (Houba & Hosnedl 2002). Například podle některých studií nažky bolehlavu (*Conium maculatum*) klíčí bez světelné energie statisticky lépe než na světle. Z výsledku této studie vyplývá, že klíčivost nažek bolehlavu je negativně ovlivňována světlem, tudíž lze tuto rostlinu považovat za negativně fotoblastickou (Winkler 2007). U některých odrůd salátu semena klíčí pouze za přítomnosti světla a lze je označit za pozitivně fotoblastická (Houba & Hosnedl 2002). Pěťour malolobný (*Galinsoga parviflora*) nebo kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa – pastoris*) dokážou klíčit jak za světla, tak za tmy, ale světlo příznivě ovlivňuje proces klíčení. Oproti tomu existují i rostliny, u kterých není klíčení ovlivňováno ani světlem ani tmou, jedná se například o obilniny a olejniny (Hron & Vodák 1959). Fotoblastické vlastnosti semen rostlin mají velký adaptační význam. Světlem stimulovaná semena mají obvykle nedostatek zásobních látek, a proto je pro klíční rostliny důležité, aby byly co nejrychleji schopny přejít na autotrofní výživu (Houba & Hosnedl 2002).

Z viditelného spektra záření je klíčení ovlivňováno modrou a červenou oblastí. Význam červené složky je při klíčení větší, než význam složky modré (Procházka et al. 1998). Světlem stimulovaná semena mají neaktivní fytochrom P-660, který je pomocí krátkovlnného červeného světla převáděn na aktivní formu fytochromu P-730 vyvolávající proces klíčení. Při klíčení světlem inhibovaných semen je pravděpodobně koncentrace aktivní formy fytochromu P-730 i ve tmě dostatečně vysoká, aby klíčení mohla stále vyvolat. Osvětlením těchto semen pak převažuje vliv dlouhovlnného červeného světla, které převede fytochrom P-730 na neaktivní formu P-660 (Šebánek et al. 1983).

### 3.2.1.5 Chemické a fyzikální ovlivnění klíčení semen

Chemické látky mohou značně ovlivňovat klíčení semen. Semena mohou být buď podrážděna nebo působením vysokých koncentrací chemických látek značně poškozena. U dezinfekce semen je důležité postupovat opatrně. Mezi další nepříznivé působení patří zvýšený obsah soli ve vodě (Jablonský 2005). Na koncentraci dusičnanů mohou být některá semena obzvláště citlivá, a to v případě, že potřebují při klíčení vyšší obsah dusičnanů (Lack & Evans 2005). Semena ihned po sklizni nejsou schopna klíčit, ale použití roztoku giberelinu může napomáhat přerušení odpočinku a umožnit jejich klíčení (Šebánek 2004). Působení giberelinu mělo pozitivní vliv na klíčivost osiva fenyklu a pastináku. Klíčení semen může také ovlivňovat radioaktivní záření, které napomáhá ke stimulaci růstu rostlin, jako příklad lze uvést smrk (*Picea*) nebo tykev (*Cucurbita*) (Procházka et al. 1998). Jestliže jsou semena vystavena mikrovlnnému záření, mají odlišnou klíčivost, kde jsou v jisté míře závislá na dosažené teplotě při záření (Velázquez-Martí et al. 2006).

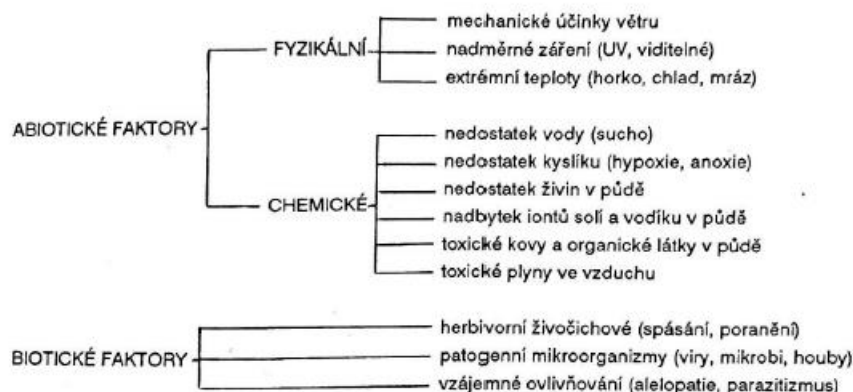
## 3.3 Stres u rostlin

Stres je definován jako působení přírodních faktorů potencionálně škodlivých pro živý organismus (Levitt 1980). Podle Asraf et al. (2005) má stres přesně definovanou fyzikální vědní definici popisující sílu na jednotku plochy, která působí na materiál a vede k rozměrové změně. V nejšířším biologickém smyslu může být stresem jakýkoliv faktor, který vyvolává nepříznivý účinek na jednotlivé organismy, populace nebo společenství.

Stres působí na rostlinu jako silný tlak, který ovlivňuje normální funkce individuálního života nebo podmínky, za nichž rostliny nemohou plně vyjádřit svůj genetický potenciál pro růst, vývoj a reprodukci. (Levitt, 1980). V zemědělském kontextu byl stres formulován jako jev, který omezuje nebo ničí biomasu (Grime 1979).

Označení stres je používáno pro odchylky od „běžného fyziologického stavu“, které jsou považovány za odezvu na nevhodné nebo škodlivé množství faktorů v prostředí. Reakce rostlin vyvolané stresem lze eventuelně použít jako měřítko síly nebo intenzity stresu. V přírodě se nicméně také objevuje vícenásobný stres, kdy se jedná o společné působení více odlišných stresorů (Schulze et al. 2005).

Stres rostlin lze rozdělit na dvě hlavní kategorie, a to na biotický a abiotický. Biotický stres vzniká interakcí mezi organismy, zatímco abiotický stres je takový, který závisí na interakci mezi organismy a fyzickým prostředím (Fitter & Hay 1987).



Obrázek 1: Přehled stresových faktorů působící na rostlinu (Zdroj: Procházka et al. 1998).

### 3.3.1 Biotické faktory

Biotické stresory zahrnují různé druhy bakterií, virů, hmyzí škůdce a také člověka. Živé organismy (rostliny) vzájemně působící s ostatními organismy a prostředím vytváří svojí činností neživé prostředí, ve kterém následně žijí. Jedná-li se o negativní vliv, mluvíme tedy o biotických stresorech (Bláha et al. 2003).

Velmi důležitá pro zemědělskou výrobu je znalost alelopatických vztahů. Tyto vztahy při vzájemném působení některých jetelovin a trav mohou mít značný vliv na růst a vývoj travních porostů. Z tohoto důvodu je důležité zabývat se správným složením travních směsí. Jako příklad je uveden jetel plazivý (*Trifolium repens*), kterému vyhovuje růst v rostlinném společenstvu stejného druhu trav oproti prostředí, ve kterém jsou vysázeny rozdílné druhy trav (Bláha et al. 2003).

Mezi další biotické faktory patří parazitismus, kdy jedna populace cíleně napadá druhou (hostitele) za účelem využití živin z hostitele způsobem pro něj škodlivým. Parazité mohou vylučovat různé zplodiny z vlastního metabolismu do těla hostitele, které jsou pro něj škodlivé. Cílem parazita není okamžité zahubení hostitele, jelikož z jeho těla sám čerpá energii (Bláha et al. 2003).

Mezi další biotické faktory patří patogeny, kteří velmi dobře pronikají buněčnou stěnou, která jim brání v průniku do rostliny. Proniknou-li houby buněčnou stěnou, dojde k její poranění a do rostliny se snadno dostane infekce (Procházka et al. 1998).

V přírodě se objevuje mnoho organismů, kteří se živí rostlinami a ty jsou neustále vystavovány stálému stresu. Rostliny si musely vytvořit obranné způsoby, kvůli býložravým živočichům. Mezi ně jsou zahrnuty trichomy, trny nebo také schopnost rychlé obnovy orgánů. Organismy živící se rostlinami rozdělujeme do dvou skupin. První skupinou jsou selektivní herbivoři, jenž si vybírají pouze některé druhy rostlin či jejich části. Druhá skupina je nazývána neselektivní herbivoři, kteří naopak poškozují celou rostlinu. Dalšími způsoby jsou různé biochemické adaptace, které mohou působit odpudivě nebo až toxicky. Rostliny nevytvářejí tyto toxické látky stejným způsobem. Jsou rozděleny na kvantitativně a kvalitativně významné.



Kvantitativně významné látky jsou v rostlině obsaženy ve větším množství a nejsou toxické. Syntéza těchto látek je značně náročná na energii. Takové rostliny mají většinou pomalejší růst. Tato ochrana je značně účinná a málokterý živočich ji dokáže překonat. Kvalitativně významné látky jsou v rostlinách pouze v malých koncentracích, pro živočichy bývají toxické a patří sem například kyanovodík, některé alkaloidy a další látky (Procházka et al. 1998).

### 3.3.2 Abiotické faktory

Abiotické neboli chemické a fyzikální stresy zahrnují například nepřiměřené množství vody, míru slunečního záření, nedostatek živin, toxicitu nebo kolísání teplot (vysoké a nízké teploty). Jedním ze stresových faktorů může být i dané roční období, kdy konkurenční tlak působí na rostliny jako stresor. Tyto vlivy mohou narušit a zpomalit jejich vývoj, rozmnožování nebo poškodit celé rostliny či jen jejich části. Modifikace nebo mutace rostlin může být způsobena také změnou prostředí. Negativní vlivy těchto faktorů mohou vést až k odumření celé rostliny. Pro každou rostlinu je třeba hodnotit stresor individuálně. Podmínky, které se zdají optimální pro konkrétně daný druh rostliny, mohou pro jiný druh znamenat nevratné poškození či zánik. Jestliže nastane situace, kdy variabilita negativních vlivů okolí přesáhne akceptovatelnou hranici, jde o takzvanou toleranci rostliny. V této fázi dochází ke strukturálním poruchám rostliny a poškození jejich orgánů (Bláha et al. 2003).

Stresová reakce nastává spuštěním mnoha reakcí, ke kterým dochází pod vlivem působení stresu. První fáze je nazývána poplachová, začíná okamžitě po začátku působení stresových faktorů na rostlinu. Vlivem stresu dojde k poškození životních funkcí rostliny. Další fáze stresové reakce začíná za takových podmínek, kdy nedojde ihned k úhynu rostlin po první fázi. Ve druhé části neboli restituční fázi nastává spuštění mechanismů, které zapříčiní zvýšení odolnosti rostliny proti vlivu stresu. Fáze vyčerpání nastává, jestliže zvýšení odolnosti rostlin vzhledem k působícím stresorům není dlouhodobého charakteru, poté dochází k poklesu odolnosti. Výsledkem procesu může být aklimace nebo tolerance. Aklimace je provizorní stupeň odolnosti ke stresovým abiotickým faktorům. Tolerance nastává, jestliže se rostlina snaží o zavedení tolerance ve vztahu ke stresu (Bláha et al. 2003).

#### 3.3.2.1 Vodní stres

Vodní stres je pro rostliny nejvíce omezujícím faktorem. V ekosystému má voda velice rychlý koloběh a její zásoba vydrží jen na krátkou dobu. Pomocí nepravidelných srážek je voda doplňována do systému, proto může docházet k dlouhým periodám bez deště. Listy jsou vždy nejvíce postiženým orgánem vodního stresu. Ke zpomalování růstu dochází při nedostatku vody v rostlině. V tomto procesu může docházet až k zastavení růstu rostliny, následného vadnutí listů a ovlivnění metabolických procesů včetně fotosyntézy. V důsledku těchto procesů se nevyužitá asimiláty hromadí v rostlině a dochází v buňkách ke zvýšené koncentraci kyseliny abscisové. Tato kyselina má za následek zavírání průduchů. Tímto procesem se snižuje rychlost výměny plynů fotosyntézy a transpirace. Aminokyselina prolin se začíná vytvářet při neustále se snižujícím vodním potenciálu rostlin, kde dále dochází k vážným metabolickým změnám. Transportní procesy v buňkách se zpomalí a fotosyntéza se zcela zastaví. Ve straších orgánech

si rostliny zachovávají vodní rezervy, které v nepříznivé situaci posílají mladším orgánům, aby mohly ukončit reprodukční proces. V případě, že nedostatek vody stále přetrvává, nastává poslední fáze, kdy odumírá celá rostlina nebo její části. Jestliže dojde v pokročilé fázi vodního stresu k doplnění vody, obnovení všech funkcí může trvat i několik dní (Procházka et al. 1998).

Jestliže rostlina roste od počátku svého vývoje v relativním suchu, dopady na metabolismus nebudou tak velké jako u rostliny, která se vyvíjela v ideálních podmínkách a v průběhu růstu byla zasažena suchem. V prvotních fázích růstu s deficitem vody dochází k vytváření hlubších kořenových systémů, přičemž je redukována listová plocha a počet průduchů, čímž dochází ke snížení transpirace a následně dalším ztrátám vody. Jestliže dojde k vodnímu stresu v průběhu růstu a dozrávání plodů, vývoj vegetativních orgánů nebude nijak ovlivněn. Zprvu dojde ke snížení distribuce vody do generativních orgánů a následně může dojít k opadu plodů, tím se zajistí větší množství vody pro přežití rostliny. Jednou z možností, jak se vyrovnat s nedostatkem vody je adaptační strategie. Tato strategie je vhodná především pro stanoviště s velkou pravidelností srážek, kdy reprodukce a růst rostlin probíhá pouze v daném období (Bláha et al. 2003).

V zemědělství je vodní stres rostlin jedním z nejzávažnějších rizik, ohrožujících výnosnost rostlin. Z tohoto důvodu zemědělci budují rozsáhlé zavlažovací systémy, které napomáhají minimalizovat dopad sucha a napomáhají ke zvyšování výnosů. Při aplikaci zavlažovacích zařízení je důležité vhodně zvolit čas a množství vody, neboť náklady na provoz jsou značně vysoké. Pro stanovení času a dostatečného množství vody se využívá několik metod, jako jsou evaporace, transpirace, vlhkost půdy a další (Schueller et al. 2017).

### 3.3.2.2 Nadbytek vody v půdě

Mezi další vodní stresový faktor je zařazen nadbytek vody v půdě. Zamokřená půda není dostatečně provzdušněná a má nekvalitní nebo nedostatečný odvodňovací systém. Nadbytek vody může být zapříčiněn mnoha způsoby, mezi které patří například vysoká hladina podzemní vody, nadměrné utužení půdy, vyšší množství srážek nebo povodně. Ty mohou vznikat v důsledku rychlého tání. Na mnoho druhů rostlin může mít zamokřená půda devastující účinky, neboť nejsou schopny se přizpůsobit takovýmto podmínkám. Při velké koncentraci vody v půdním prostředí může dojít k poškození nebo i zániku rostliny. V důsledku zamokření půdy dochází k poklesu koncentrace kyslíku v půdě a tím vzniká riziko oslabení obranných mechanismů rostliny. Vznikající stres nadbytkem vody v půdě má za důsledek praskání a zduření kořenů rostlin, které poté ztrácí živiny z kořenových pletiv (Kůdela & Veverka 2005).

Voda jako primární složka se nachází v půdě v různých formách a množství. V půdním profilu se voda rozkládá do několika vrstev, kde ve stanovené hloubce dochází k dostatečnému nasycení a vytvoření souvislé hladiny podzemní vody. Tento proces nalezneme především v lehčích půdách. Od této hloubky pak voda stoupá kapilárami do vyšších vrstev v půdě. Spojitě vzlíná však pouze do určité výšky, která je označena jako spojitě kapilární pásmo. Nad tuto výšku vzlíná voda už jen částečně jemnějšími póry, a tato výška je označena jako vzdušné kapilární pásmo. Vzdušné pásmo je na rozhraní podzemní vody a orniční vrstvy, která je

ovlivňována dešťovými srážkami vsakujícími se do půdního profilu. Jedním z dalších důležitých faktorů je, aby vrstva vegetačního profilu obsahovala dostatečné množství vody a vytvářela tak dobré podmínky pro růst a vývoj rostliny. V ideálních podmínkách by měl být celkový objem půdních pórů tvořen ze 60 – 80 % vodou a zbývajících 20 – 40 % vzduchem. Půdní vlhkost, tedy rozsah vody v půdních pórech je důležitá pro správný průběh transpirace a zásobení rostlin vodou. Jestliže dojde k většímu objemu vody v půdě, nastane částečné nebo úplné zamokření půdy. Obvykle je míra vlhkosti půdy vyjadřována v objemových procentech zeminy vysušené při teplotě 105 °C. Mezi další důležité pojmy je zařazena dostupná a nedostupná voda. Dostupná voda je obsažena v dobře přístupné části půdy obsahující nasycenou vodu. Tato voda je snadno přístupná pro kořeny rostlin a jejich další absorbování. Naopak nedostupná voda není dobře dostupná, ale intenzivně zadržena voda v půdě. Kořeny rostlin ji nemohou dobře absorbovat (Kúdela & Veverka 2005).

### 3.3.2.3 Nízké teploty

K poškození rostlin dochází zejména při působení nízkých teplot, a to především těch pod bodem mrazu. Jsou-li rostliny citlivé vůči nízkým teplotám, rozlišujeme mezi citlivostí na mraz a chlad. Mraz má velký vliv, a to zejména kvůli změně skupenství vody, která během mrznutí podstatně mění fyziologické funkce rostlin. Tvorbě ledu v buňkách je důležité zabránit. Jestliže se tak stane, led zapříčiní téměř vždy neobnovitelná poškození, která vedou k rychlému úhynu rostliny. Toto poškození se vyskytuje však velmi málo. Dochází k němu při podmínkách, kdy dojde k rychlému poklesu teploty nebo kde se nachází neodolné rostliny. Mrazuvzdornost je schopnost rostlin zamezit vzniku ledu uvnitř buněk. Rostlina je díky tomu schopna se dlouhodobě bránit tvorbě ledu uvnitř buňky a snášet dehydrataci při zmrznutí vody v apoplastu. Otužování je vhodné u rostlin, které si jím zvyšují odolnost vůči mrazu, především pak pro rostliny, které se nacházejí v oblastech s velkou proměnlivostí počasí. Otužování probíhá různým způsobem, u mnoha druhů rostlin velmi složitým procesem. Koncem léta se dřeviny začínají připravovat na chlad zpomalujícím růstem. V průběhu snižujících teplot se připravují na mraz. Byliny si naopak vytváří odolnost teprve při teplotách okolo 0°C. Příchodem jara se odolnost vůči mrazu opět ztrácí (Bláha et al. 2003). U rostlin pocházejících z teplejších oblastí jako například okurky (*Cucumis*), rajčata (*Solanum lycopersicum*), kukuřice (*Zea*) lze pozorovat stresové reakce při klesajících teplotách už těsně pod 10°C. Vývojové období rostliny má velký vliv na citlivost vůči chladu. Ten má vliv především na fyzikálně – chemické vlastnosti membrán, protože převážná část proteinů není náchylná vůči chladu (Procházka et al. 1998).

Během stresu z nízkých teplot rostlina zintenzivní rychlost dýchacího procesu a snaží se snížit poškození a přizpůsobit se novým podmínkám. Tím však dojde k narušení rovnováhy mezi jednotlivými metabolickými procesy a dochází k odumírání buněk. Dočasně může rostlina zvýšit svojí rezistenci vůči chladu tvorbou osmoticky aktivních látek a zvýšením koncentrace nenasyčených mastných kyselin za současné tvorby chladových proteinů a fytohormonů (Bláha et al. 2003).

#### 3.3.2.4 Vysoké teploty

Teplotu vzduchu ovlivňuje sluneční záření. Teplý vzduch cirkuluje kolem rostlin a mění jejich teplotu povrchu. Hlavní změny fyzikálně – chemických vlastností rostlin nastávají při teplotách vyšších nad 40 °C. U rostlin, které mají zvýšenou citlivost, mohou pak tyto změny nastat při teplotách od 35 °C. Existují také skupiny rostlinných druhů, které dobře snášejí vysoké teploty. Tyto rostliny se především nacházejí na slunných a suchých stanovištích, kde dokážou snést teploty až do výše 60–70 °C (Bláha et al. 2003).

Na tvorbu stresových proteinů má také vliv vysoká teplota, která ovlivňuje jejich složení, podobně jako aktivitu enzymů a dalších nepostradatelných životních funkcí. Stresové proteiny se nacházejí v buňkách a k jejich aktivaci dochází při působení vysokých teplot. Je-li jaro a začátek léta poměrně chladnější, rostliny se takovým podmínkám snáz přizpůsobí. V případě zvyšování teplot dojde ke snížení výkonu porostů a jejich růst se zpomalí. Jestliže teploty během vegetace byly více proměnlivé či nadprůměrné, nedojde k takovému snížení výkonu porostů poté, co nastoupí vysoké teploty. V průběhu roku je tolerance k vysokým teplotám odlišná. Rostliny jsou velmi choulostivé na vysoké teploty ve fázi růstu. Izolace je velmi krátkodobý mechanismus, kterým se rostliny brání proti nízkým, ale také vysokým teplotám. Jestliže se nachází uvnitř koruny orgány jako listy, pupeny nebo květy, jsou chráněny. Dalším způsobem ochrany rostlin proti vysokým teplotám je redukce tepla, která probíhá odrazem slunečního záření a ochlazováním v průběhu transpirace. Rostliny jsou schopny stáčet listy, eventuálně je ohýbat během silného slunečního záření. Brání se tak, aby sluneční svit dopadl na co nejmenší rostlinnou plochu (Bláha et al. 2003).

#### 3.3.2.5 Nedostatek kyslíku

Dostatečné zásobení půdy kyslíkem hraje zásadní význam pro život rostlin, neboť bez přijatelného množství kyslíku v půdě nemůže probíhat aerobní respirace v buňkách. Aerobní respirace je hlavním procesem pro všechny životně významné funkce rostlin. Poněvadž kyslík v půdě obsahuje nižší koncentraci než kyslík ve vzduchu, může docházet k nedostatečnému množství obsahu v podzemních orgánech rostlin. Kromě toho je spotřeba kyslíku v půdě větší než průběh kyslíku z ovzduší do půdy, který je velmi pomalý, a to díky respiraci kořenů a spotřebě dalších organismů. Z tohoto důvodu je vývoj kořenů rostlin značně omezen a ohrožen. Těžké jílovité půdy jsou vyznačovány nedostatkem kyslíku, obsahují malé množství velmi jemných půdních pórů. Dále k tomuto problému dochází v utužených a zaplavených půdách, ve kterých jsou póry zaplaveny vodou, a tudíž neobsahují vzduch. V opačném případě, v půdách obsahujících dostatečně velké póry nedochází k nedostatku kyslíku v takových rozměrech. V tomto případě je dostatek kyslíku ve vzduchu udržován difúzí. Jestliže nastává ztráta kyslíku z důvodu zaplavení vodou, dochází k hypoxii nebo anoxii (Luštinec & Žárský 2003).

Hypoxie je jedním z nejběžnějších typů stresového působení související s utužením nebo zaplavením půdy. Je definována jako proces, kdy koncentrace kyslíku v půdě klesá pod optimální úroveň (Ponnamperuma 1984). Hypoxie se také může objevit v průběhu krátkodobých záplav, kdy kořeny jsou ponořeny pod vodu, ale výhon zůstává nad hladinou.

Dále se také vyskytuje v případech, kdy kořeny rostlin odolávají pod vodou dlouhotrvajícím záplavám (Kůdela & Veverka 2005). Koloběh dusíku v půdě je v tomto procesu velmi narušen. Mineralizace dusíku je zpomalována a to zapříčiňuje, že podstatná část dostupného dusíku zůstává ve stavu amonných iontů, které vlivem nedostatku kyslíku nemůžou projít procesem oxidace. Obsah iontů je závislý také na celkovém množství organické hmoty obsažené v půdě. Při vysoké koncentraci těchto iontů může dojít k poškození rostliny vlivem jejich toxického účinku (Ponnamperuma 1984). Další vliv má zamokřené prostředí na obsah uhlíku v půdě. Na trvale zamokřených půdách je v organických látkách obsaženo množství uhlíku okolo 10 %, jako například gleje. Naopak v polopropustných typech půd je obsaženo množství uhlíku 0,8 %. Hodnoty jsou naměřeny ze svrchních 20 cm půdy (Kutílek 2001).

Půdní anoxie je proces, ve kterém dochází k úplnému nedostatku kyslíku zapříčiněnému zavodněním nebo utužením půdy. Anoxie se především projevuje v častém období záplav, při dlouhotrvajících deštích nebo během oblev, kdy dochází k výraznému snížení koncentrace kyslíku v půdě. Nejčastěji tento problém postihuje těžké půdy, a to především jílovité. V tomto prostředí je schopné růst jen velice malé množství rostlin, protože neobsahuje značné množství kyslíku. Tato situace nastane v dlouhodobě zaplaveném prostředí, u rostlin ponořených zcela pod vodou nebo u rostlin, které jsou zcela pokryté vrstvou ledu. Při dlouhotrvajícím zaplavení dochází k vývoji spíše anaerobních mikroorganismů, které nevyužívají kyslík jako elektronový akceptor. Poté z důvodu nedostatku kyslíku v půdě a nadbytku oxidu uhličitého dochází k takzvané asfyxii neboli udušení a následnému kolapsu buněk kořene (Kůdela & Veverka 2005).

#### Půdní změny – anoxické prostředí

Změny chemického složení půdy jsou dalšími následky nedostatku kyslíku v půdě, ve které dochází k nepřímému působení na rostliny. Mnoho mikroorganismů žijících v půdě má schopnost využívat nejen kyslík, ale i jiné látky při respiračních procesech, příkladem jsou denitrifikační bakterie. Tyto bakterie redukují nitráty na molekulární dusík. Nedostatek kyslíku v půdě zamezuje činnosti nitrifikačních bakterií, důsledkem tohoto procesu se většina dusíku vyskytuje ve formě amonných iontů, které při vyšší koncentraci působí na rostliny až toxickým účinkem. Mezi hlavní problémy zaplavení rostlin patří produkty anaerobního metabolismu, které se hromadí v kořenech a působí toxicky. Například etanol poškozuje buněčné membrány rozpouštěním jejich lipidické složky, a to má za následek rozpad membránových struktur buňky (Procházka et al. 1998).

Přeměna rozkladu organické hmoty je další změnou, která probíhá v zaplavené půdě. Za ideálních podmínek v dobře provzdušněné půdě dochází k rozkladu organické hmoty za působení mnoha mikroorganismů, mezi které patří aerobní bakterie nebo také houbové organismy. V těchto podmínkách bude proces rozkladu probíhat velmi rychle, díky dostatečnému množství dostupného kyslíku potřebného pro aerobní respiraci. V zaplavené půdě dochází ke snížení obsahu kyslíku, což zapříčiní zpomalení aerobních procesů a rychlost rozkladu organické hmoty se snižuje (Ponnamperuma 1984).

### 3.3.2.6 Toxické látky

Rostliny se nacházejí v prostředí, ve kterém je obsaženo mnoho různých chemických sloučenin. Některé z těchto sloučenin mohou na rostliny působit toxickými účinky, jako například oxid siřičitý. Koncentrace tohoto oxidu se neustále v atmosféře zvyšuje. V nízkých koncentracích nemá oxid siřičitý škodlivý vliv na rostliny, na rozdíl od vyšších koncentrací, kdy může zpomalovat činnost některých karboxylačních enzymů, a tudíž i průběh fotosyntézy. Jehličnaté stromy patří mezi nejvíce ohrožené druhy, poněvadž v zimních měsících jsou u nich naměřeny nejvyšší koncentrace toxických látek (Bláha et al. 2003).

Jako další je vysoce toxický plyn ozon, který je nebezpečný pro vegetaci nacházející se ve vyšších polohách. Postihuje především rostliny, které mají intenzivní výměnu plynů v listech. Ochranné antioxidační systémy přestávají stačit, pokud je zvýšená koncentrace ozonu a jeho působení. Dochází tak k poškození buněčných součástí, u nichž se v první fázi napadení objevují světlé skvrny na listech a následně dochází k jejich žloutnutí a odumírání.

Jako další toxické látky jsou zahrnuty některé kovy, které se do půdy dostávají pomocí lidské činnosti. Jedná se především o látky z odpadních vod, zemědělských hnojiv nebo z průmyslových činností. Jelikož rostliny neumějí dělat rozdíl mezi těmito prvky, jsou přijímány kořenovým systémem. Převážná část těžkých kovů zůstává v kořenovém systému, ale některé kovy se mohou přesunout do nadzemní části a tam zapříčinit změnu některých z fyziologických procesů (zejména fotosyntézu) (Procházka et al. 1998).

### 3.3.2.7 Kyselé půdy

Dalším velkým problémem je nadměrná kyselost půdy, která může mít nepříznivé důsledky pro rostliny. Špatný způsob hospodaření na půdě jako například nadměrné hnojení dusíkem nebo pěstování monokultur je jednou z příčin okyselení půdy. Na růst a vývoj rostlin nemá nízké pH přímý vliv, ale může se podílet na jeho ovlivnění. Některé sloučeniny mohou být v kyselé půdě lépe rozpustitelné, poté může docházet k vyplavování důležitých prvků z půdy, které rostlinám chybí a trpí jejich nedostatkem. Rozpuštěné sloučeniny mohou posléze uvolňovat vysoce toxické ionty (Procházka et al. 1998).

## 4 Metodika práce

Na orné půdě jsme se v minulých letech mohli poměrně často setkat s výskytem lokálně zamokřených míst. Na těchto plochách obvykle ustupuje pěstovaná plodina, některé druhy plevelů jsou ale schopny zde přežít a při delší době zamokření se objevují vysloveně vlhkomilné druhy.

Pro testování vlivu zamokření na vzcháživost plevelů byla využita přirozená zásoba semen a plodů plevelů v půdě, odebrané na různých stanovištích a následně kultivované ve vegetační hale ve formě nádobového pokusu.

Založení nádobových pokusů bylo provedeno na konci srpna 2018 a sledování probíhalo po dobu 2 měsíců. Kontrola nádob a doplňování vody (zálivka) probíhala v pravidelných intervalech, a to dvakrát až třikrát za týden. Odběry zeminy se uskutečnily na šesti různých lokalitách v Jihočeském kraji, které nebyly postižené zamokřením, jednalo se o čtyři pole a dvě zahrady.

Vzorky byly rozděleny do nádob o rozměrech 9×8×9 cm (šířka, výška, hloubka), a poté byly zcela naplněny zeminou. Vzorky byly rozděleny do tří variant. První varianta byla kontrolní (běžná zálivka bez zamokření), druhá varianta byla stále zamokřena do 6 cm pod povrchem a třetí 2 cm pod povrchem půdy. Každá z těchto variant obsahovala čtyři opakování s označením A, B, C, D. Tyto nádoby byly umístěny do podmisek, které udržovaly úroveň hladiny vody v požadované výši.

Pokus byl po celou dobu pozorování umístěn na závětrném, zastřešeném místě (vegetační hala KARP v prostoru demonstračního pokusného pozemku FAPPZ v areálu ČZU na Suchdole), aby nedocházelo k nechtěnému ovlivňování okolními podmínkami prostředí. Vyhodnocovalo se druhové spektrum, počty vzešlých jedinců a měřila se vlhkost půdy pomocí vlhkoměru HH2 Moisture Meter. Měření se uskutečnilo na konci pokusu, kdy se zjišťovaly hodnoty vlhkosti půdy v hloubce 2 a 6 cm. Vážila se biomasa jednotlivých druhů plevelů jak v čerstvém, tak v sušeném stavu z každé nádoby a výsledky hmotností byly sečteny a zprůměrovány. Statistická analýza byla provedena metodou analýzy rozptylu (ANOVA) v programu Statistica.

### 4.1 Charakteristika zájmového území

Všechna zkoumaná území leží v Jihočeském kraji. První tři odebrané vzorky zeminy pochází z okresu Český Krumlov a České Budějovice. První vzorek byl odebrán a označen K-Z (zahrada) se nachází ve městě Vyšší Brod. Nadmořská výška této lokality je 571 m n. m. a velikost katastrálního území činí 6975 ha. Druhý vzorek K-POL1 byl odebrán na okraji zaniklé vesnice Kleštín, která spadá pod katastrální území Vyšší Brod. Nadmořská výška této lokality je 625 m n. m.. Poslední odebraný vzorek K-POL2 byl odebrán na okraji obce Včelná nedaleko města České Budějovice. Nadmořská výška této lokality je 438 m n. m. a velikost katastrálního území činí 371 ha.

Lokality, kde byly odebrány další tři vzorky zeminy s označením T-Z (zahrada), T-POL1, T-POL2 se nachází nedaleko obce Libořezy, která je jednou z částí obce Stříbřec a Mníšek.

Tato lokalita se nachází v okrese Jindřichův Hradec. Nadmořská výška této lokality je 442 m n. m. a velikost katastrálního území Libořez činí 2,44 km<sup>2</sup>. Libořezy spadají do Chráněné krajinné oblasti (CHKO) Třeboňsko, nacházející se na okraji III. Zóny.

#### 4.1.1 K-Z, K-POL1, K-POL2

Lokalita K-Z se nachází v okrajové části Vyššího Brodu na Českokrumlovsku, jedná se o soukromý pozemek využívaný jako zahrada. Zbylé dvě lokality K-POL1 a K-POL2 jsou využívány jako orná půda, K-POL1 se nachází na území zaniklé vesnice Kleštín spadající pod Vyšší Brod a K-POL2 se nachází na okraji obce Včelná v okrese České Budějovice (Národní geoportál 2020).

Oblasti K-Z a K-POL1 jsou částí Českého masivu, patřící do referenční skupiny kambisolů, která je charakterizována svým jasným hnědým kambickým horizontem tvořící souvislou vrstvu zpevněných či pevných hornin z přemístěných zvětralin se širokou škálou zrnitostí. Půdním typem je kambizem – KA (Němeček et al. 2001). Tento typ půdy je v České republice nejvíce rozšířený, vyskytuje se především na vrchovinách, pahorkatinách ale i na horách, v nížinách je pak zastoupen minimálně. Kambizemě neboli hnědé půdy jsou nejvíce rozšířeny mezi 450 – 800 m. n. m. a vyskytují se téměř všechny druhy hornin jako jsou žuly, ruly, čediče, pískovce, břidlice a další. Nejčastěji jsou vázány na členitý reliéf například svahy, vrcholy, hřebeny nebo také na terasových štěrcích a písčích, které jsou uplatňovány nejvíce v nízkých rovinatých polohách. Půdy mohou být lehké či středně těžké nebo i těžké. Obsah humusu silně kolísá a jeho složení je obvykle méně kvalitní. Půdní reakce může být slabě kyselá až kyselá. Sorpční vlastnosti se mohou měnit v závislosti na zrnitostním složení a obsahu humusu (Tomášek 2014).

K-POL2 patří do referenční skupiny stagnosolů, který se dělí na pseudogleje a stagnogleje. Tato oblast patří do půdního typu pseudogleje, které se nejčastěji objevují ve středních výškových stupních, kde se nejčastěji střídají s luvizeměmi. Mezi půdotvornými substráty patří nejčastěji hlinité a jílovité uloženiny, sprašové hlíny, zrnitostně těžší zvětralinou pevných hornin a další. Pro Českobudějovickou a Třeboňskou pánev je pseudoglej nejtypičtějším půdním typem, kde může být povrch písčité měnící na těžší směrem hlouběji. Oglejení je hlavním půdotvorným procesem, vedle kterého je iliimerizace jako vedlejší půdotvorný proces. Vzhledem pomalému rozkladu při omezeném provzdušňování může být obsah organických látek poměrně vysoký. Půdní reakce je nejčastěji kyselá až silně kyselá a sorpční schopnosti nejsou příznivé (Tomášek 2014).

Lokalita K-Z se nachází v mírně teplé oblasti, která je označována MT, konkrétně MT3. Tyto oblasti jsou hodnoceny za sledované období 1961 - 2000 dle Quitta. V těchto lokalitách je průměrně 20 – 30 letních dní, 120 – 140 dní s teplotou alespoň 10°C, 130 – 160 mrazivých dní a 40 – 50 dní ledových. Za sledované období se průměrná teplota v lednu pohybovala mezi -3 – -4 °C, v dubnu 6 – 7 °C, v červenci 16 – 17 °C a v říjnu 6 – 7 °C. Srážkový úhrn ve vegetačním období činí 350 – 450 mm a v zimním období 250 – 300 mm. Sněhová pokrývka se zde nachází v průměru 60 – 100 dní. Počet jasných dní je přibližně 120 – 150 a zatažených 40 – 50 (Květoň & Voženílek 2011).



Lokalita K-POL1 se nachází v chladné oblasti, která je označována CH, konkrétně CH7. Tyto oblasti jsou hodnoceny za sledované období 1961 - 2000 dle Quitta. V těchto lokalitách je průměrně 10 – 30 letních dní, 120 – 140 dní s teplotou alespoň 10°C, 140 – 160 mrazivých dní a 50 – 60 dní ledových. Za sledované období se průměrná teplota v lednu pohybovala mezi -3 – -4 °C, v dubnu 4 – 6 °C, v červenci 15 – 16 °C a v říjnu 6 – 7 °C. Srážkový úhrn ve vegetačním období činí 500 – 600 mm a v zimním období 350 – 400 mm. Sněhová pokrývka se zde nachází v průměru 100 – 120 dní. Počet jasných dní je přibližně 150 – 160 a zatažených 40 – 50 (Květoň & Voženílek 2011).

Lokalita K-POL2 se nachází v mírně teplé oblasti, která je označována MT, konkrétně MT5. Tyto oblasti jsou hodnoceny za sledované období 1961 - 2000 dle Quitta. V těchto lokalitách je průměrně 30 – 40 letních dní, 140 – 160 dní s teplotou alespoň 10°C, 110 – 130 mrazivých dní a 40 – 50 dní ledových. Za sledované období se průměrná teplota v lednu pohybovala mezi -4 – -5 °C, v dubnu 6 – 7 °C, v červenci 16 – 17 °C a v říjnu 6 – 7 °C. Srážkový úhrn ve vegetačním období činí 350 – 450 mm a v zimním období 250 – 300 mm. Sněhová pokrývka se zde nachází v průměru 60 – 100 dní. Počet jasných dní je přibližně 120 – 150 a zatažených 50 – 60 (Květoň & Voženílek 2011).

#### **4.1.2 T-Z, T-POL1, T-POL2**

Jedná se o pozemky nacházející se na okraji vesnice Libořezy, kde T-Z je využíván jako soukromá zahrada a T-POL1, T-POL2 jsou orné půdy. Nachází se na území jižní části Českého masivu (Národní geoportál 2020) tvořeného z regionální jednotky moldanubikum (Petránek et al. 2016).

Lokality T-Z a T-POL1 jsou součástí referenční skupiny glejsoly obsahující půdní typ glej. Glej je rozšířený po celém území České republiky, především v nivách vodních toků a zamokřených úpadech. Při vzniku této půdy je hlavním půdotvorným procesem takzvaný glejový pochod. Zajímavý mazlavý glejový horizont je neustále ovlivňovaný vysokou úrovní hladiny podzemní vody. Nachází se obvykle pod mělkým humusovým horizontem, který může být v některých případech zrašelinělý. Byl vytvořen redukčním pochodem probíhajícím za dostupnosti většího množství organických látek v trvale zamokřeném prostředí. Subtypem, který se na této lokalitě nachází je glej histický, charakterizován 30 – 60 cm hlubokým humusovým horizontem, tvořeným především organickou zrašelinělou hmotou (Tomášek 2014). Nejčastěji vyskytující se substrát je jílovopísčité a písčitojílový (Národní geoportál 2020).

Poslední lokalita z této oblasti T-POL2 je součástí referenční skupiny kambisoly a jejím půdním typem je kambizem – KA. Tato skupina je podrobně popsána u předešlých lokalit K-Z a K-POL1 (Národní geoportál 2020).

Zmíněné lokality se nacházejí v mírně teplé oblasti, která je označována MT, konkrétně MT7. Tyto oblasti jsou hodnoceny za sledované období 1961 - 2000 dle Quitta. V těchto lokalitách je průměrně 30 – 40 letních dní, 140 – 160 dní s teplotou alespoň 10°C, 110 – 130 mrazivých dní a 40 – 50 dní ledových. Za sledované období se průměrná teplota v lednu pohybovala mezi -2 – -3 °C, v dubnu 6 – 7 °C, v červenci 16 – 17 °C a v říjnu 7 – 8 °C. Srážkový

úhrn ve vegetačním období činí 400 – 500 mm a v zimním období 250 – 300 mm. Sněhová pokrývka se zde nachází v průměru 60 – 80 dní. Počet jasných dní je přibližně 120 – 150 a zatažených 40 – 50 (Květoň & Voženílek 2011).

## 5 Výsledky

### 5.1 Zaznamenané druhy rostlin

V tomto pokusu bylo napočítáno celkem 28 druhů rostlin. Tabulka 1 obsahuje jednotlivé druhy s českým a latinským názvem, čeleď a ekologickou indikační hodnotu pro vlhkost. Nejvíce zastoupenou čeledí je čeleď *Asteraceae* se 7 druhy. Dále byly také zastoupeny čeledi *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Plantaginaceae*, *Geranaceae*, *Urticaceae*, *Amaranthaceae*, *Typhaceae*, *Boraginaceae*, *Euporbiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Juncaceae*, *Hypericaceae*, *Violaceae*, *Rubiaceae*. Vzešly také druhy rostlin, které se podařilo určit pouze jen do čeledi *Poaceae*.

Indikační hodnota vlhkosti je definována podle Ellenberga et al. (1991) a je vyjádřena stupnicí od 1 do 12. U 14 druhů se nejvíce vyskytuje hodnota 5, která označuje rostliny, které jsou indikátory čerstvých půd, rostliny vázané na půdy s průměrnou vlhkostí a často chybí na vlhkých a vysychajících půdách. Hodnota 6 se vyskytovala u 5 druhů a hodnota 4 u 4 druhů, tyto hodnoty nemají na stupnici slovní hodnocení. U dalších druhů se také objevují hodnoty 7, 8, 9 a 10. Hodnota 7 je typická pro rostliny, které jsou vázané na půdu dobře zásobenou, ale nikoliv mokrou. Rostliny s hodnotou 9 jsou indikátory mokrých, vodou nasycených a špatně provzdušněných půd. Hodnota 10 označuje vodní rostliny přežívající delší období na nezaplavené půdě.

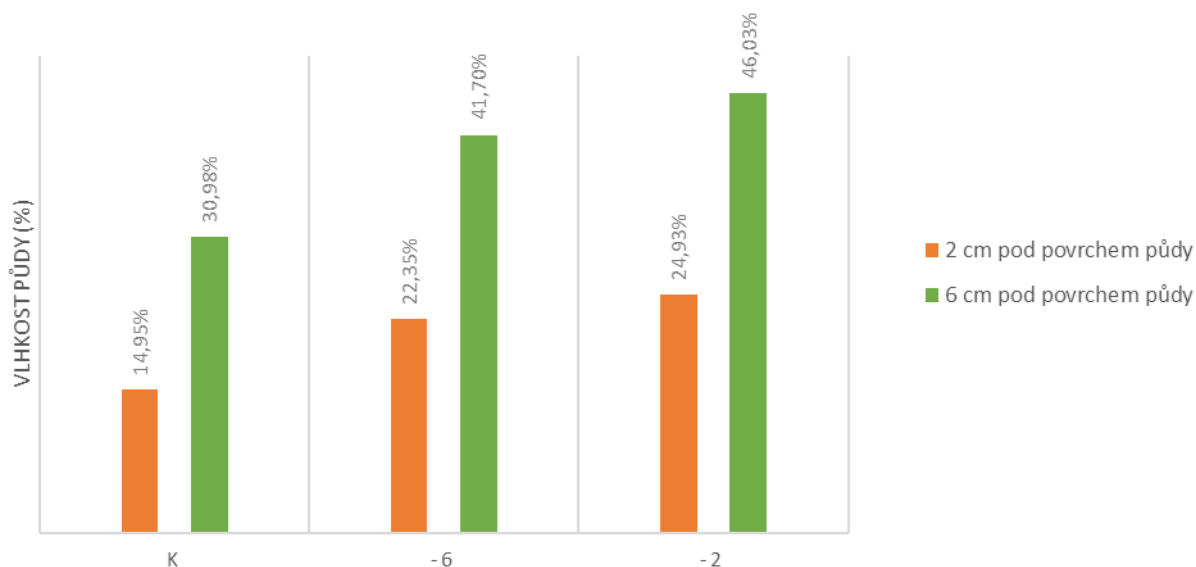
Tabulka 1: Přehled zaznamenaných rostlin.

ČESKÝ NÁZEV	LATINSKÝ NÁZEV	ČELEĎ	INDIKAČNÍ HODNOTA PRO VLHKOST
brukev řepka	<i>Brassica napus</i>	<i>Brassicaceae</i>	6
heřmánkovec nevonný	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	<i>Asteraceae</i>	5
hluchavka nachová	<i>Lamium purpureum</i>	<i>Lamiaceae</i>	5
ježatka kuří noha	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Poaceae</i>	5
jitrocel	<i>Plantago sp.</i>	<i>Plantaginaceae</i>	-
kakost maličký	<i>Geranium pusillum</i>	<i>Geranaceae</i>	4
kokoška pastuší tobolka	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	5
kopřiva dvoudomá	<i>Urtica dioica</i>	<i>Urticaceae</i>	6
lipnice roční	<i>Poa annua</i>	<i>Poaceae</i>	6
merlík bílý	<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthaceae</i>	5
merlík sivý	<i>Chenopodium glaucum</i>	<i>Amaranthaceae</i>	6
mléč drsný	<i>Sonchus asper</i>	<i>Asteraceae</i>	5
orobinec širokolistý	<i>Typha latifolia</i>	<i>Typhaceae</i>	10
pampeliška lékařská	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	5
pět'our maloubořný	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Asteraceae</i>	5
pcháč obecný	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Asteraceae</i>	5
pomněnka rolní	<i>Myosotis arvensis</i>	<i>Boraginaceae</i>	5
protěž bažinná	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	<i>Asteraceae</i>	7

prýšec okrouhlý	<i>Euphorbia peplus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	4
ptačinec prostřední	<i>Stellaria media</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	5
rožec rolní	<i>Cerastium arvense</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	4
rukev bažinná	<i>Rorippa palustris</i>	<i>Brassicaceae</i>	9
sítina žabí	<i>Juncus bufonius</i>	<i>Juncaceae</i>	8
svízel přítula	<i>Galium aparine</i>	<i>Rubiaceae</i>	5
škarda dvouletá	<i>Crepis biennis</i>	<i>Asteraceae</i>	5
třezalka tečkovaná	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Hypericaceae</i>	4
úrazník položený	<i>Sagina procumbens</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	6
violka rolní	<i>Viola arvensis</i>	<i>Violaceae</i>	5

## 5.2 Vlhkost půdy

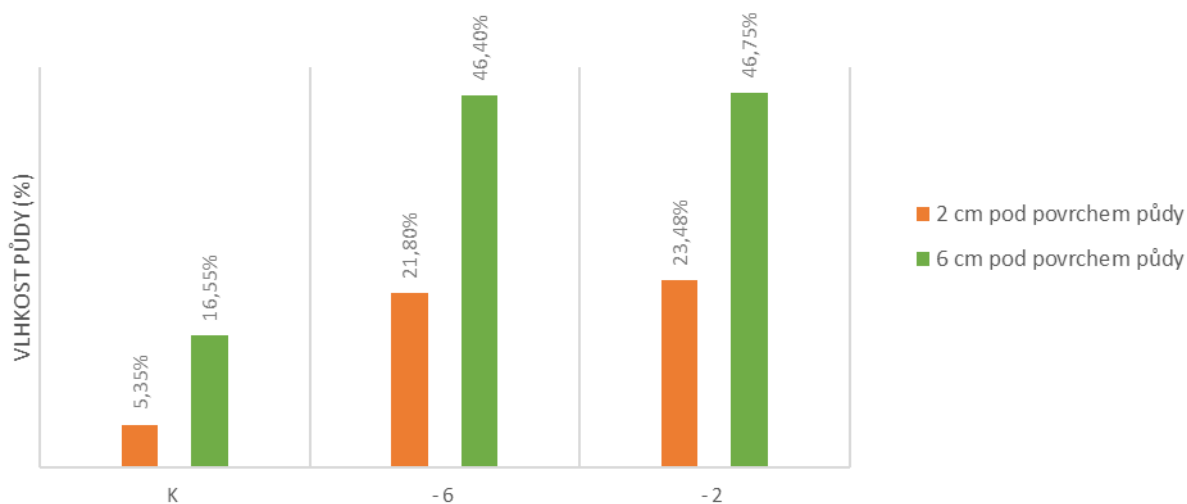
Vlhkost půdy byla měřena ve dvou hloubkách a to 2 cm a 6 cm pod povrchem půdy. Jak je možné vidět na Grafu 1, na první lokalitě u kontrolní varianty K-Z (K) se hodnota vlhkosti měřená ve 2 cm průměrně pohybovala na 14,95 %. Naopak hodnota měřená v 6 cm byla dvakrát vyšší a to 30,98 %. U varianty K-Z (-6) byla hodnota měřená ve 2 cm v průměru 22,35 % a hodnota měřená v 6 cm byla 41,70 %, což bylo téměř dvakrát vyšší než u hodnoty měřené ve 2 cm. U třetí varianty K-Z (-2) byla průměrná hodnota vlhkosti měřená ve 2 cm 24,93 %, a hodnota naměřená v 6 cm byla 46,03 %.



Graf 1: Vlhkost půdy měřená na lokalitě K-Z ve třech variantách (K, -6, -2).

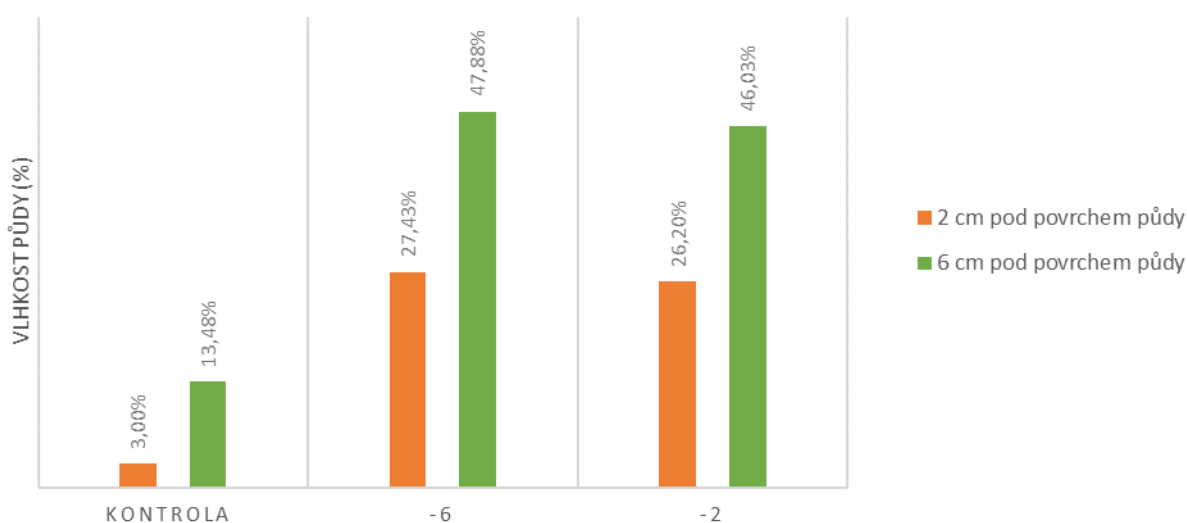
Na druhé lokalitě K-POL1 (K) u kontrolní varianty ve 2 cm byla naměřena průměrná hodnota vlhkosti 5,35 %, zatímco v 6 cm byla průměrná hodnota třikrát vyšší a to 16,55 % (viz Graf 2). U varianty K-POL1 (-6) byla naměřená hodnota ve 2 cm 21,80 % a v 6 cm také byla průměrná hodnota téměř dvakrát vyšší a to 46,40 %. U třetí varianty K-POL1 (-2) byla

průměrná hodnota naměřená ve 2 cm 23,48 % a průměrná hodnota naměřená v 6 cm byla dvakrát vyšší a to 46,75 %.



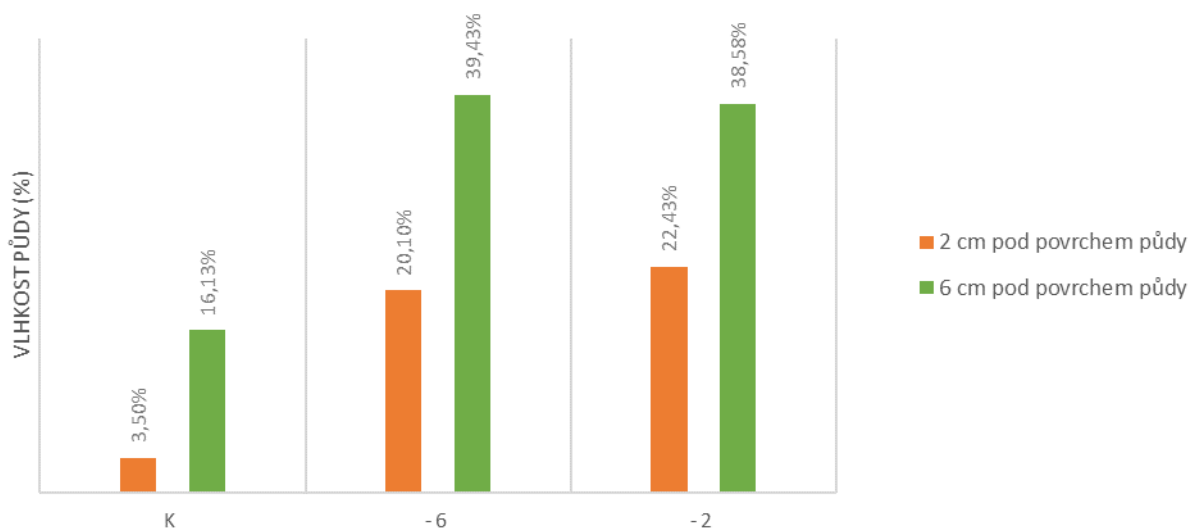
Graf 2: Vlhkost půdy měřená na lokalitě K-POLI ve třech variantách (K, -6, -2).

Na Grafu 3 je možné vidět, že na další lokalitě T-Z (K) byla u kontrolní varianty průměrná hodnota měřená ve 2 cm 3 %, naopak průměrná hodnota měřená v 6 cm byla téměř čtyřikrát vyšší a to 13,48 %. Naměřená hodnota ve 2 cm u varianty T-Z (-6) byla 27,43 %, zatímco hodnota měřená v 6 cm byla téměř dvakrát vyšší a to 47,88 %. U další varianty T-Z (-2) byla naměřená hodnota ve 2 cm 26,20 % a v 6 cm 46,03 %.



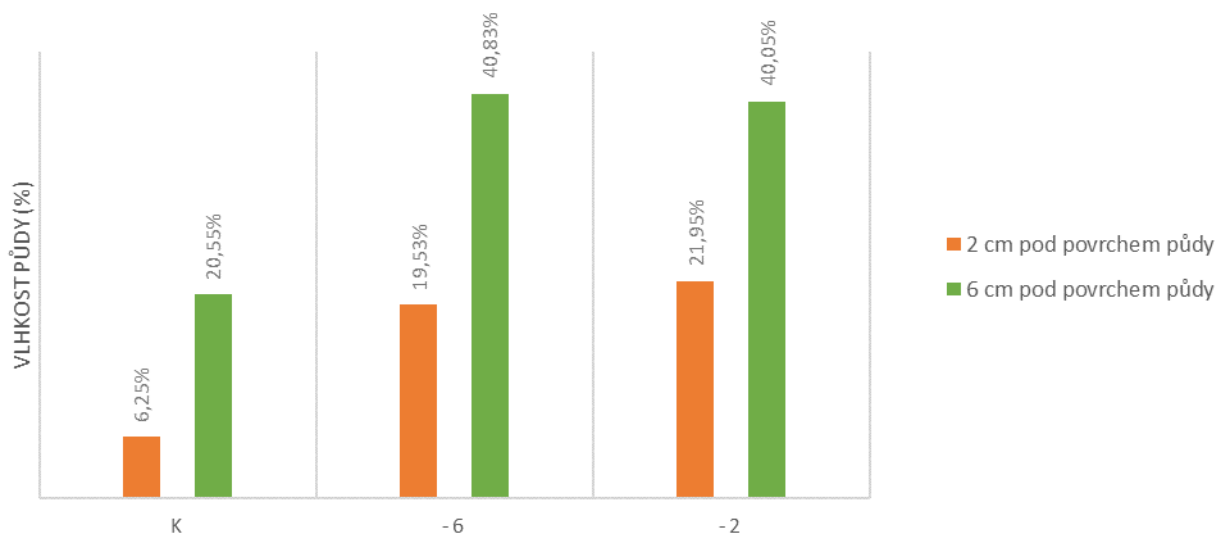
Graf 3: Vlhkost půdy měřená na lokalitě T-Z ve třech variantách (K, -6, -2).

Na lokalitě T-POL1 (K) byla naměřená průměrná hodnota ve 2 cm 3,50 %, naopak u měření v 6 cm byla průměrná hodnota téměř čtyřikrát vyšší než u předchozí a to 16,13 %. U T-POL1 (-6) byla naměřená ve 2 cm průměrná hodnota vlhkosti 20,10 % a hodnota naměřená v 6 cm byla 39,43 %. U varianty T-POL1 (-2) byla hodnota naměřená ve 2 cm téměř dvakrát nižší 22,43 %, než u hodnoty naměřené v 6 cm, která byla 38,58 % (viz Graf 4).



Graf 4: Vlhkost půdy měřená na lokalitě T-POL1 ve třech variantách (K, -6, -2).

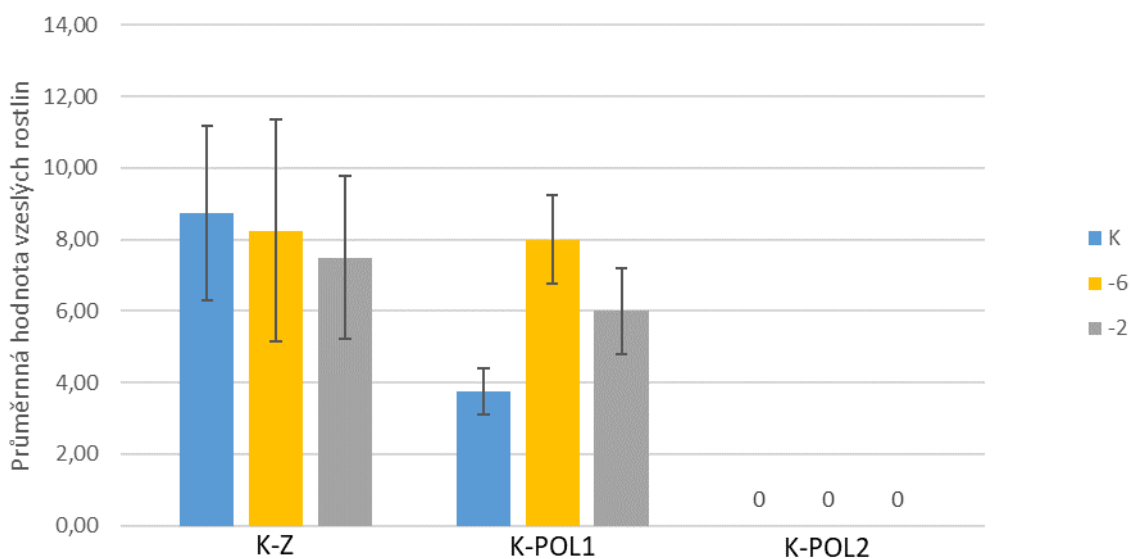
U poslední lokality T-POL2 (K) u kontrolní varianty, jak je možné vidět na Grafu 5 byla naměřená hodnota ve 2 cm v průměru 6,25 %, což bylo téměř třikrát nižší než hodnota 20,55 % naměřená v 6 cm. U varianty T-POL2 (-6) byla naměřená hodnota ve 2 cm 19,53 %, oproti měření v 6 cm, kde byla hodnota 40,83 %. U další varianty T-POL2 (-2) byla naměřená hodnota ve 2 cm 21,95 % srovnatelná jako u varianty předtím, a to dvakrát nižší než hodnota naměřená v 6 cm 40,05 %.



Graf 5: Vlhkost půdy měřená na lokalitě T-POL2 ve třech variantách (K, -6, -2).

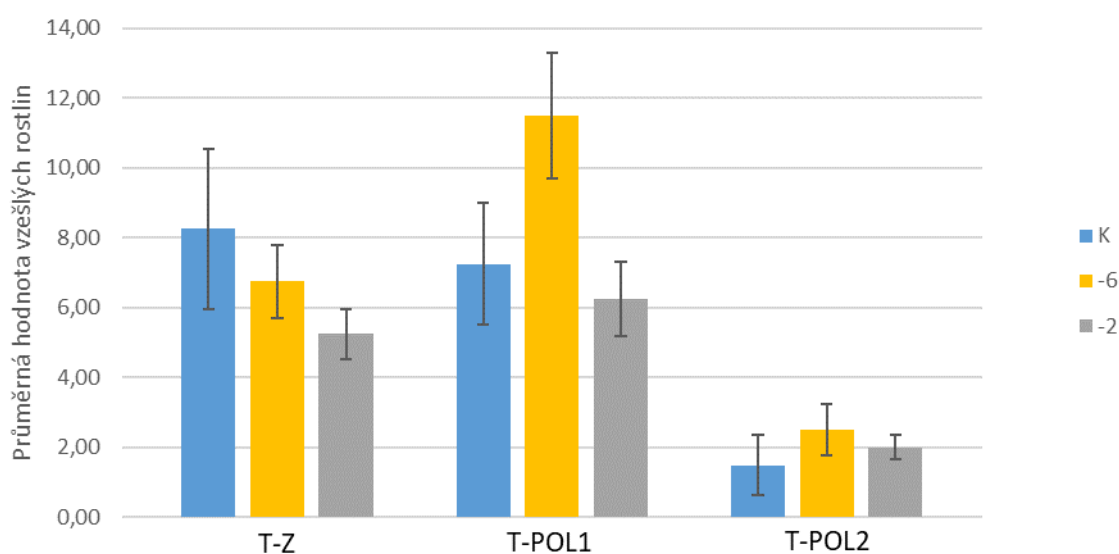
### 5.3 Počet vzešlých rostlin

Vyhodnocení pokusu probíhalo na konci října, kdy se sčítalo množství rostlinných druhů v jednotlivých nádobách (A, B, C, D), které se poté zprůměrovalo. Na Grafu 6 je možné vidět, že u varianty K-Z (K) průměrná hodnota činila 8,75 rostlin. Varianta měření K-Z (-6) měla průměrný počet vzešlých rostlin 8,25. U třetí varianty K-Z (-2) průměrně vzešlo 7,5 rostlin. U kontrolní varianty K-POL1 (K) vzešlo v průměru 3,75 rostlin. Ve variantě K-POL1 (-6) vyrostlo 8 rostlin. Mezi variantami K-POL1 (K) a K-POL1 (-6) byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ). U varianty K-POL1 (-2) vzešlo v průměru 6 rostlin. Na lokalitě K-POL2 nevzešel žádný rostlinný druh.



Graf 6: Počet vzešlých rostlin na jednotlivých lokalitách s chybovou úsečkou.

V měření u kontrolní varianty T-Z (K) je možné vidět na Grafu 7, že průměrně vzešlo 8,25 rostlin. V případě varianty T-Z (-6) průměrně vzešlo 6,75 rostlin. U třetí varianty T-Z (-2) vzešlo 5,25 rostlin. U kontrolní varianty T-POL1 (K) byl průměrný počet 7,25 rostlin. U měření v T-POL1 (-6) vzešlo 11,5 rostlin a v T-POL1 (-2) byl počet rostlin 6,25. Mezi variantami T-POL1 (-6) a T-POL1 (-2) byl zjištěn významný statistický rozdíl ( $P < 0,05$ ). Při měření u kontrolní varianty T-POL2 (K) vzešlo průměrně 1,5 rostlin. Varianta T-POL2 (-6) měla v průměru 2,5 vzešlých rostliny a u T-POL2 (-2) vzešly 2 rostliny.

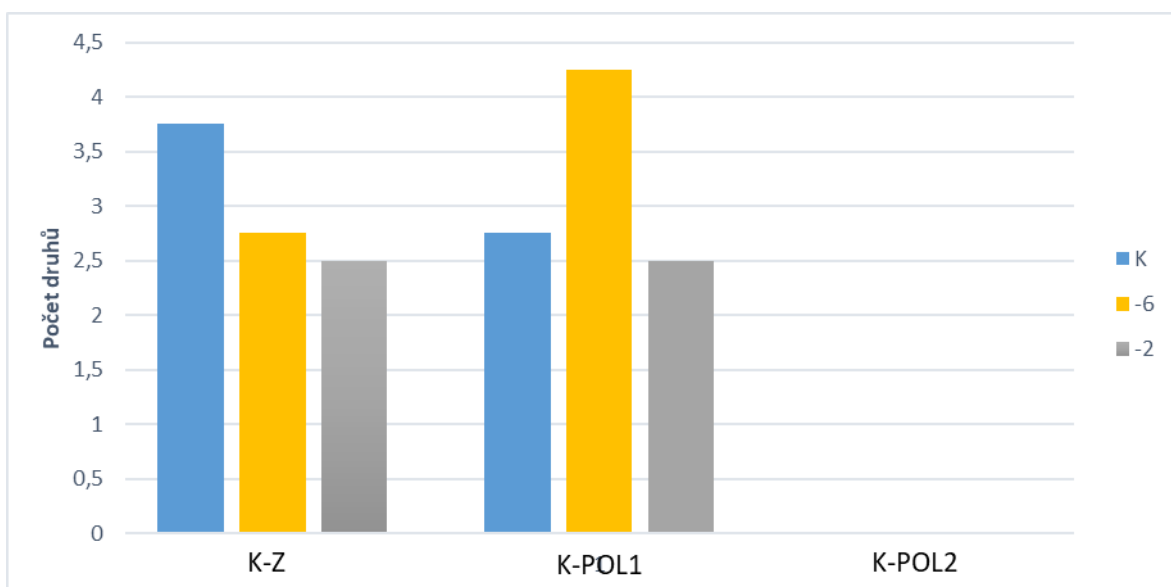


Graf 7: Počet vzešlých rostlin na jednotlivých lokalitách s chybovou úsečkou.

## 5.4 Počet rostlinných druhů

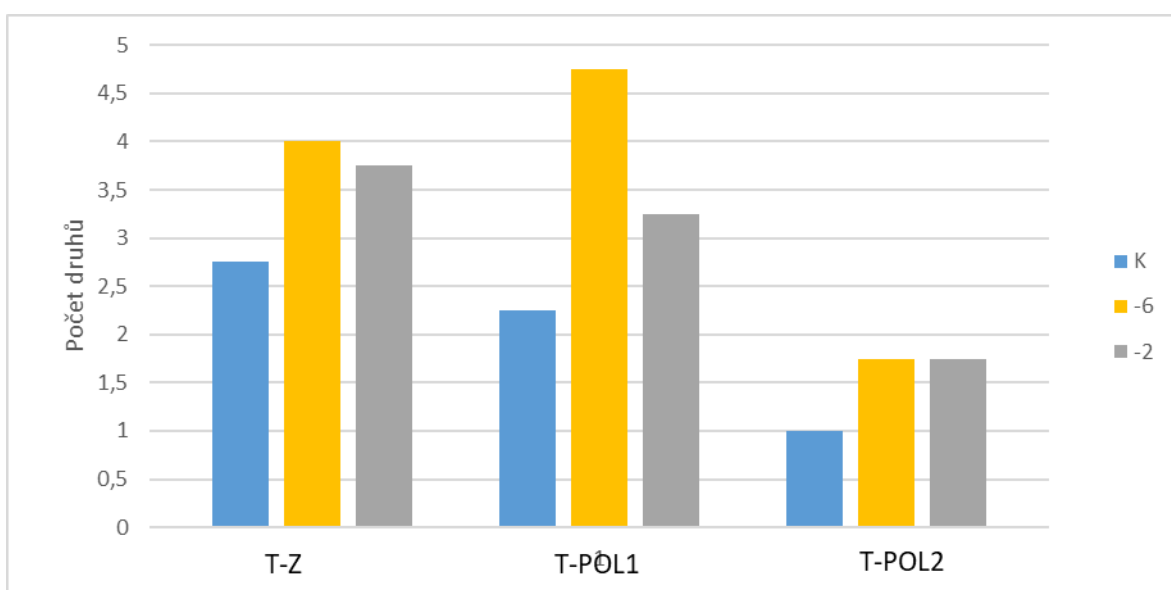
Na Grafu 8 lze vidět, že na lokalitě K-Z (K) u kontrolní varianty vzešlo v průměru 3,75 druhů rostlin. Na variantě K-Z (-6) vzešlo 2,75 druhů a na K-Z (-2) vyrostlo 2,5 druhů rostlin. Lokalita K-POL1 (K) obsahovala 2,75 druhů rostlin. Na variantě K-POL1 (-6) vyrostlo 4,25 druhů. Mezi variantami K-POL1 (K) a K-POL1 (-6) byl zjištěn významný statistický rozdíl ( $P < 0,05$ ). Varianta K-POL1 (-2) obsahovala 2,5 druhů a mezi variantami K-POL1 (-6) a K-POL1 (-2) byl zjištěn významný statistický rozdíl ( $P < 0,05$ ). K-POL2 neobsahovala žádné druhy rostlin.





Graf 8: Počet druhů na jednotlivých lokalitách.

Na lokalitě T-Z (K) u kontrolní varianty vzešlo 2,75 druhů rostlin. Na variantě T-Z (-6) vzešly 4 druhy a na T-Z (-2) 3,75 druhů. Lokalita T-POL1 (K) kontrolní varianta obsahovala 2,25 druhů a varianta T-POL1 (-6) obsahovala 4,75 druhů rostlin. Varianta T-POL1 (-2) obsahovala 3,25 druhů rostlin. Na lokalitě T-POL2 (K) kontrolní variantě vzešel v průměru 1 druh, na variantě K-POL1 (-6) a T-POL2 (-2) vzešel v průměru stejný počet druhů a to 1,75. Zaznamenané výsledky lze vidět v Grafu 9.

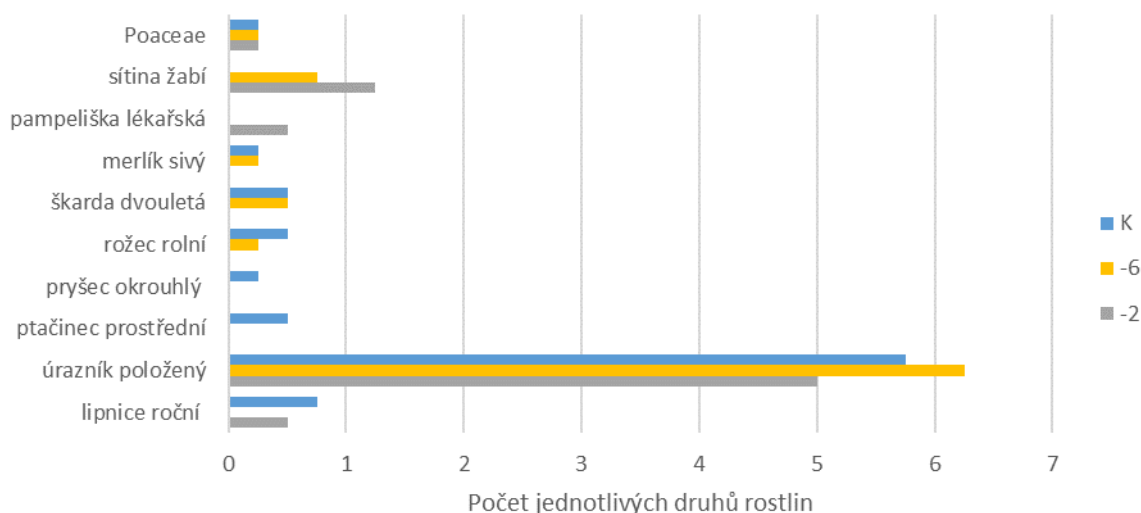


Graf 9: Počet druhů na jednotlivých lokalitách.

## 5.5 Zastoupení jednotlivých druhů

Na lokalitě K-Z byly zastoupeny následující druhy, které je možné vidět v Grafu 10. V kontrolní variantě (K) vyrostlo celkem 7 určitelných druhů rostlin a také zástupci z čeledi *Poaceae*, u kterých však kvůli jejich malému vzrůstu nebylo možné určit jednotlivé druhy. Tato čeleď se vyskytuje ve všech variantách a není druhově rozlišená. U varianty K-Z (-6) vzešlo 5 druhů a u varianty K-Z (-2) vzešly 4 určitelné druhy.

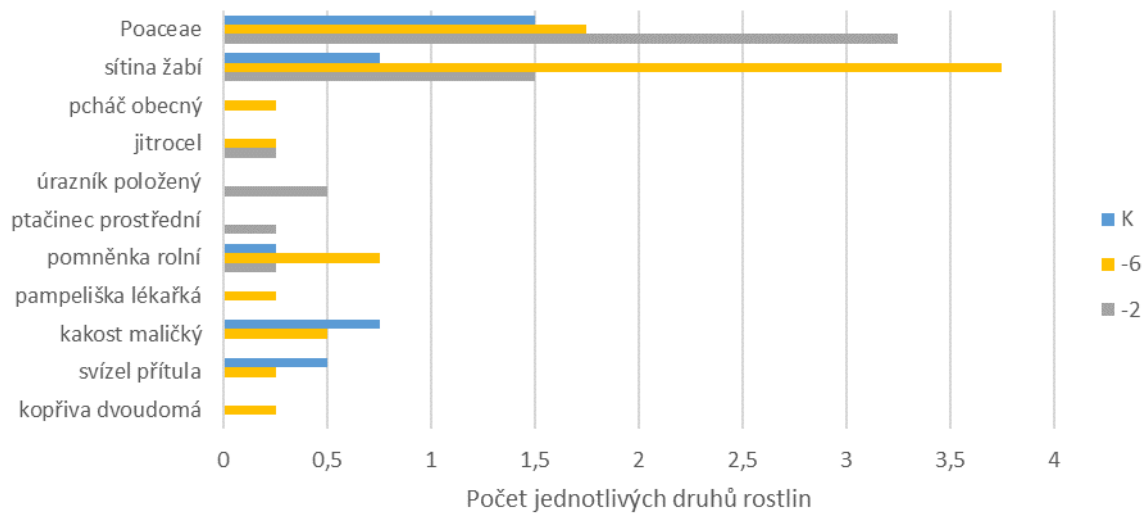
Nejvíce zastoupeným druhem ve všech variantách je úrazník položený, který se v průměru vyskytoval v počtu 5 - 6,25 rostlin na dané ploše. Ostatní druhy rostlin se pak vyskytují průměrně v počtu 0 – 0,75 (příčemž výskyt jednotlivých druhů je ovlivněn množstvím zálivky), pouze sítina žabí dosáhla průměrného výskytu 1,25 rostlin, ale to však pouze ve variantě K-Z (-2).



Graf 10: Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitě K-Z.

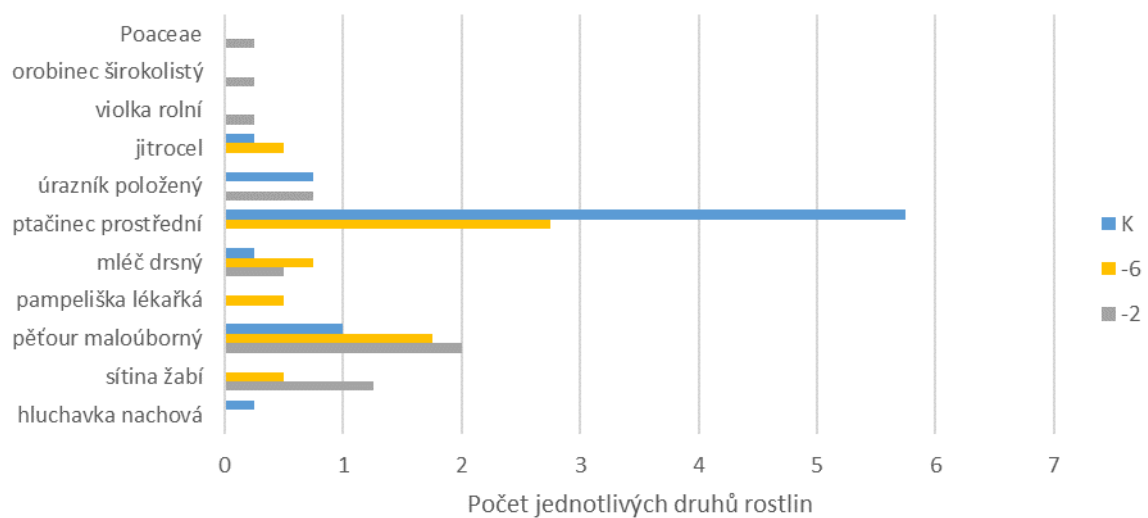
Další lokalitou je K-POL 1, kde bylo následující zastoupení druhů (viz Graf 11). U kontrolní varianty (K) byly určeny 4 druhy a čeleď *Poaceae*. Nerozřazená čeleď *Poaceae* se opět vyskytuje ve všech třech variantách. U varianty K-POL1 (-6) vzešlo 8 určených druhů rostlin a ve variantě K-POL1 (-2) bylo určeno 5 konkrétních druhů.

Nejvíce je zastoupená nerozlišená čeleď *Poaceae*, která se vyskytuje skrze všechny varianty s průměrem od 1,5 do 3,25. Druhým nejvíce rozšířeným druhem je sítina žabí s průměrem 0,75 – 3,75 vzešlých rostlin. Ostatní rostliny jsou zastoupeny v rozmezí hodnot 0 – 0,75.



Graf 11: Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitě K-POL1.

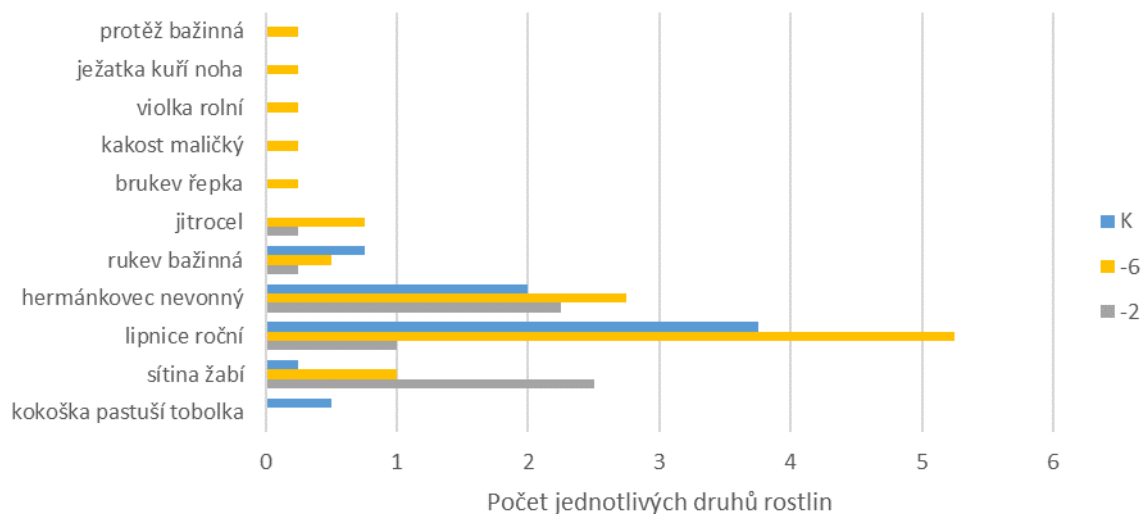
Lokalita T-Z měla druhové zastoupení (viz Graf 12) v kontrolní variantě (K) 6 druhů rostlin a nejvíce zastoupený byl ptačinec prostřední, kde vzešlo 5,75 rostlin. Mezi další zastoupené druhy patří například pětour maloborný s průměrným výskytem 1 a úrazník s 0,75 rostlin. U varianty T-Z (-6) byl nejvíce zastoupený ptačinec prostřední 2,75 rostlin a pětour maloborný, kterého průměrně vzešlo 1,75 rostlin. Varianta T-Z (-2) obsahovala 6 konkrétních druhů a čeleď *Poaceae*, nejvíce zastoupený byl pětour maloborný, vzešly v průměru 2 rostliny a v případě sítiny žabí 1,25 rostlin.



Graf 12: Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitě T-Z.

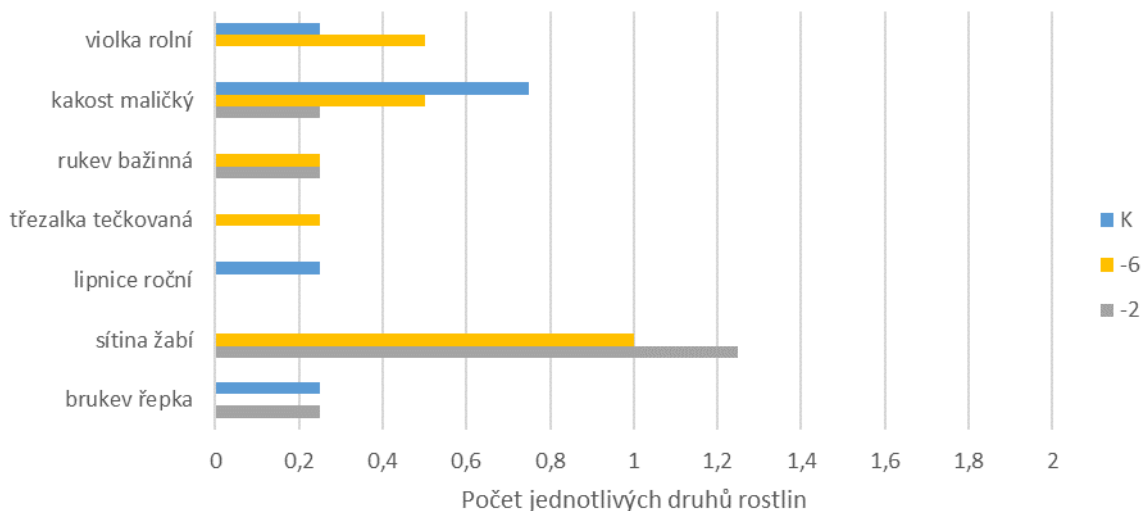
Na lokalitě T-POL1 (K) bylo v kontrolní variantě zastoupeno 5 jednotlivých druhů (viz Graf 13), nejvíce zde byla rozšířena lipnice roční 3,75 rostlin a heřmánkovec nevonný se

2 rostlinami. Varianta T-POL1 (-6) byla zastoupena 10 druhů a nejvíce zde vzešlo lipnice roční s 5,25 a dále heřmánkovce vonného s výskytem 2,75 rostlin. T-POL1 (-2) bylo zastoupeno 5 druhů, nejhojnějším zástupcem byla sítiny žabí s 2,5 a heřmánkovec nevonný s 2,25 rostlinami.



Graf 13: Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitě T-POL1.

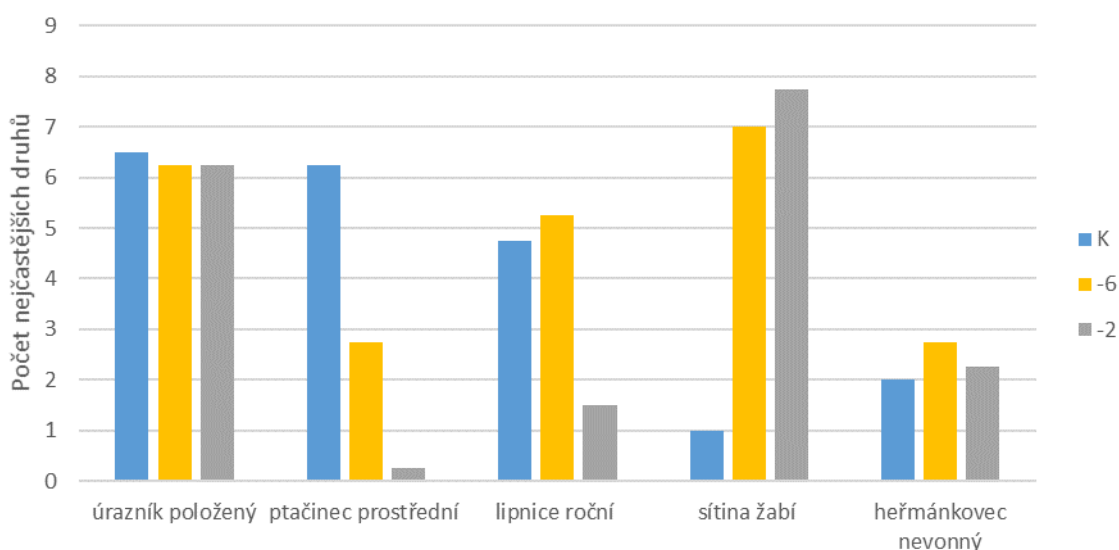
Poslední lokalita (Graf 14) T-POL2 měla v kontrolní variantě (K) 4 druhy rostlin a nejvíce zastoupený byl kakost maličký, kde průměrně vzešlo 0,75 rostlin a ostatní zbylé druhy měly zastoupení 0,25 rostlin. V lokalitě T-POL2 (-6) vzešlo 5 druhů a nejvyšší výskyt zde byl opět zaznamenán u sítiny žabí s 1 rostlinou. V třetí T-POL2 (-2) byly opět 4 druhy a nejvíce zastoupená byla sítina žabí, kde průměrně vzešlo 1,25 rostlin.



Graf 14: Zastoupení jednotlivých druhů na lokalitě T-POL2.

## 5.6 Nejčastěji vyskytující se druhy

Na Grafu 15 je možné vidět, že úrazník položený a heřmánkovec nevonný se vyskytoval ve všech variantách v téměř stejných hodnotách. Úrazník položený byl v průměrném počtu 6 rostlin, zatímco heřmánkovec nevonný přibližně 2 rostlin. Zatímco ptačinec prostřední se nejčastěji vyskytoval na kontrolní variantě s 6,25 rostlin a se zvyšující vlhkostí půdy se jeho výskyt rapidně snižoval na 0,25 rostlin, stejné to bylo i v případě lipnice roční. Vyskytovaly se na lokalitách se také vyskytovaly druhy, kterým vlhká půda vyhovovala, jako například sítina žabí. Její výskyt byl nejvíce na variantách (-2) a (-6).

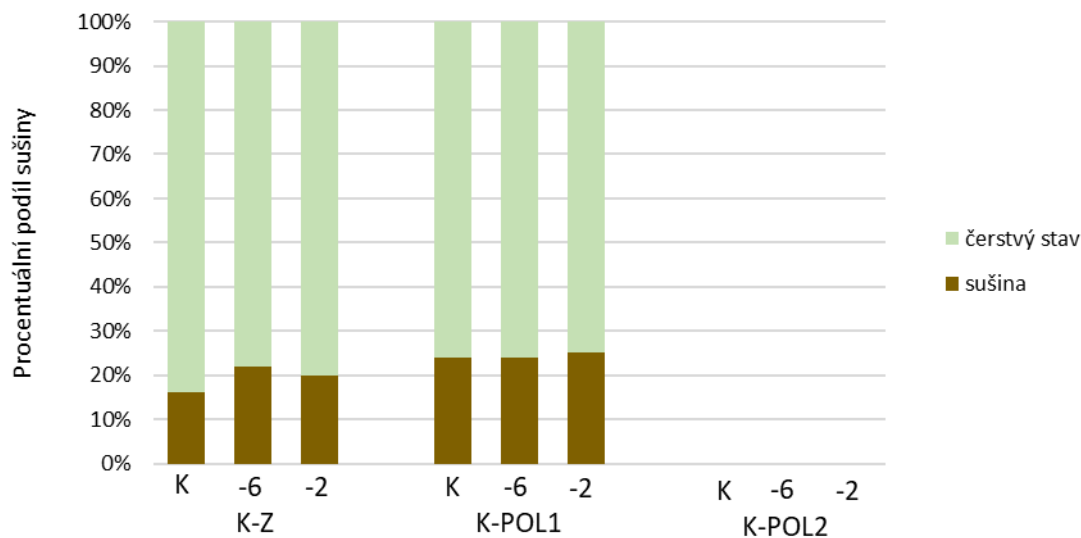


Graf 15: Nejvíce vyskytující se druhy na variantách (K, -6, -2).

## 5.7 Stanovení sušiny

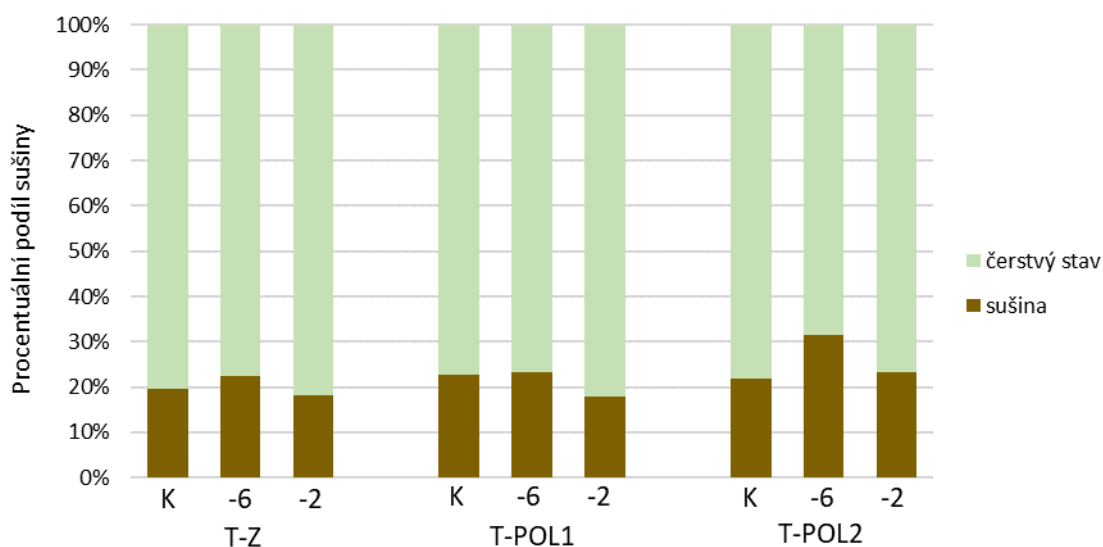
Vzešlé rostliny rozdělené na jednotlivé druhy byly odštířeny těsně nad úroveň zeminy a následně váženy. První vážení jejich biomasy probíhalo v čerstvém stavu, kdy rostliny ještě obsahovaly značné množství vody. Po prvotním vážení se biomasa přesunula do sušičky a následně se opět zvažila ve vysušeném stavu. Z čerstvé hmoty bylo následně vypočítáno procento sušiny.

Na lokalitě K-Z (K) u kontrolní varianty byl procentuální podíl sušiny 16,16 %, u varianty K-Z (-6) 22,07 % a u K-Z (-2) 19,96 % (viz. Graf 16). U kontrolní varianty na lokalitě K-POL1 (K) byl procentuální podíl sušiny 24,16 %, u varianty K-POL1 (-6) byl 23,97 % a u K-POL1 (-2) 25,13 %. Na lokalitě K-POL2 nevyšly žádné rostliny, proto nelze stanovit procentuální podíl sušiny.



Graf 16: Procentuální podíl sušiny.

Na lokalitě T-Z (K) (Graf 17) byl procentuální podíl sušiny 19,39 %, u varianty T-Z (-6) 22,37 % a u T-Z (-2) 18,25 %. V kontrolní variantě na lokalitě T-POL1 (K) byl procentuální podíl sušiny 22,57 %, u varianty T-POL1 (-6) byl 23,37 % a u T-POL1 (-2) 17,95 %. Na lokalitě T-POL2 (K) byl procentuální podíl sušiny v kontrolní variantě 21,9 %, u varianty T-POL2 (-6) 31,65 % a u T-POL2 (-2) 23,20 %.



Graf 17: Procentuální podíl sušiny.

## 6 Diskuze

Plevele, stejně jako ostatní rostliny rostou na rozdílných stanovištích, které se liší obsahem vody v půdě, teplotou a dalšími podmínkami ovlivňující jejich růst a klíčení (Bláha et al. 2003).

Podle Ellenberga et al. (1991) byly hodnoceny jednotlivé druhy plevelů pomocí stupnice indikační hodnoty pro vlhkost. Výsledky pokusu ukázaly, že nejhojnější zastoupení plevelů mají druhy s indikačním stupněm 5, což jsou rostliny vázané na půdu s optimální vlhkostí. Patří mezi ně například ptačinec prostřední, pět'our maloúborný, hluchavka nachová, svízel přítula a další. Tyto druhy naopak často chybí na převlhčených půdách, tedy v pokusných variantách, ve kterých byly jednotlivé vzorky neustále zamokřeny 6 a 2 cm pod povrchem půdy a kde byla půda neustále nasáklá vodou. Na těchto variantách s přemokřenou půdou se objevovaly spíše rostliny vlhkomilnější, s indikačními hodnotami 7 - 10, kde ale stále nedocházelo k celkovému zaplavení půdy. Jedná se například o sítinu žabí, protěž bažinnou, rukev bažinnou a orobinec širokolistý.

Kůdela & Veverka (2005) uvádí, že při nadměrném obsahu vody v půdě může docházet k poškození nebo zániku rostliny. V zamokřené půdě se snižuje koncentrace kyslíku, jelikož jsou půdní póry zaplněny vodou. Stejný problém nastává, pokud je půda utužená, nebo je převážně jílovitého charakteru (Luštinec a Žďárský 2003). Dále vlivem přemokření půdy dochází také k rozvoji mikroorganismů, které mohou klíčící rostlinu zahubit (Kůdela & Veverka 2005). Výsledky pokusu ukázaly, že vlhkost půdy, která byla měřena 6 cm pod povrchem půdy byla téměř dvakrát až třikrát vyšší, než u měření ve 2 cm pod povrchem. U variant (-6) a (-2) lze říci, že rozdíl naměřených hodnot půdní vlhkosti byl téměř zanedbatelný. Rozdíl nastal až u varianty kontrolní, která měla nepravidelnou zálivku, zatímco u variant (-6) a (-2) bylo množství zálivky určeno.

Výsledky poukazují na to, že na lokalitách K-Z a T-Z vzešel téměř stejný počet rostlin ve všech variantách, přičemž kontrolní varianta obsahovala největší počet rostlin. Tyto výsledky mohly být zapříčiněny tím, že vzorky byly odebrány ze zahrady. Na těchto lokalitách nebyla používána těžká mechanizace, tudíž zde nedocházelo k přílišnému utužování půdy a taktéž se na pozemek neaplikovaly žádné přípravky herbicidní povahy. Změna mezi lokalitami nastává při pohledu na jejich druhové složení. Na lokalitě K-Z se nejčastěji vyskytoval úrazník položený, a to u všech třech variant v téměř stejném množství. Crow (1978) uvádí, že tento plevelný druh roste ve vlhkých štěrkovitých nebo písčítých půdách podél silnic, prasklin chodníků, nebo také podél okrajů rybníků a jezer. Někdy se tento druh pěstuje jako půdní pokryv. Naopak u T-Z to byl ptačinec prostřední a pět'our maloúborný. Dále se zde také vyskytoval orobinec širokolistý, který je významným indikátorem silně vlhkých půd. Tento výskyt lze vysvětlit velkým počtem rybníků v nedalekém okolí.

Na lokalitě K-POL2 byly odebrány vzorky z orné půdy a nevzešly zde žádné rostliny. Tyto výsledky mohly být způsobeny například přílišným utužováním půd těžkou mechanizací, aplikací herbicidních prostředků nebo se na odběrovém místě vyskytovala půda s méně kvalitním složením. Zatímco ve vzorcích z lokalit K-POL1, T-POL1 a T-POL2 vzešel poměrně velký počet rostlin, přičemž se opět jedná o ornou půdu. Na všech uvedených polních lokalitách byla největší koncentrace rostlin ve variantě (-6).

U lokality K-POL1 byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi variantami (K) a (-6). Nejhojněji zastoupenými druhy byly sítina žabí ve variantě (-6) a čeleď *Poaceae* ve variantě (-2). Na dalších lokalitách T-POL1 a T-POL2 se sítina žabí nejčastěji vyskytovala na variantě (-2). Perring & Walters (1962) uvádějí, že sítina žabí se nejhojněji vyskytuje na stanovištích, kde je vysoká spodní voda, na bahnitých, písčitých nebo šterkových okrajích rybníků, jezer, potoků nebo řek. Její hojný výskyt na těchto lokalitách může být vysvětlen vysokou hladinou spodní vody a velkým množstvím vodních ploch v okolí, proto je půda dobře zásobena vodou. U čeledi *Poaceae* nebyly určeny jednotlivé druhy z důvodu malé velikosti jednotlivých rostlin. Výjimku tvořila lipnice roční, která se hojně vyskytovala na lokalitě T-POL1 ve variantách (K) a (-6), kdy na variantě (-6) byla zastoupena ve větším počtu. Vyskytla se také na lokalitě T-POL2, ale pouze u varianty (K) a v menším počtu. Hutchinson & Seymour (1982) uvádí, že lipnice roční je jeden z nejhojnějších plevelů orné půdy, trávníků, cest a pastvin. Je tolerantní ke zhutňování půdy a vydrží vyšší stupeň zamokření a dočasné záplavy. Na lokalitě T-POL2 se dále vyskytoval kakost maličký, který je zde hned po sítině žabí druhým nejpočetnějším druhem. Aeda (2012) uvádí, že se tento druh vyskytuje na otevřených stanovištích, skalnatých svazích, loukách, suchých trávnících nebo okrajích lesa. Toto tvrzení odpovídá výsledkům našeho měření, jelikož se nejvíce vyskytuje ve variantě kontrolní, která nebyla neustále nasáklá vodou. Výskyt kakostu se na dalších variantách se zvyšujícím zamokřením podstatně snižoval.

Počty druhů na jednotlivých lokalitách a variantách se podstatně lišily. Nejvíce druhů bylo zastoupeno u T-POL1 ve variantě (-6), téměř stejný počet byl také u K-POL1 (-6). Na lokalitě T-Z (-6) a T-Z (-2) byl počet nepatrně nižší. Na lokalitě T-POL2 se vyskytoval nejmenší počet druhů i jedinců oproti ostatním lokalitám. Mohlo to být způsobeno, jako u předešlé lokality K-POL2, například přílišným utužováním půd těžkou mechanizací nebo aplikací herbicidních prostředků. Tento výsledek mohl být způsoben tím, že se zde vyskytovalo větší množství vlhkomilnějších rostlin. Na lokalitě K-POL2 se nevyskytoval žádný druh. Mezi variantami K-POL1 (K) a K-POL1 (-6), K-POL1 (-6) a K-POL1 (-2) byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ).

Obsah vody v rostlině je ovlivňován množstvím vody v půdě. Působením stresu na rostlinu dochází ke snížení obsahu vody v rostlině. Buňky nemohou dostatečně dýchat a nemají dostatek energie pro příjem vody, tím vzniká vyšší procento sušiny (Bláha et al. 2003). Z výsledků je patrné, že u T-POL2 na variantě (-6) byl nejvyšší podíl sušiny, což mohlo být způsobeno zvýšeným stresem, který na rostlinu působil. U varianty K-Z (K) byla procentuální hodnota sušiny nejnižší, to lze vysvětlit ideálním množstvím vody v půdě nebo druhovým složením rostlin. U většiny lokalit a variant byla sušina v rozmezích přibližně 17-25 %. Každá rostlina má větší či menší schopnost adaptace vůči stresu způsobeného velkým množstvím vody v půdě (Bláha et al. 2003). Z tohoto důvodu poté množství vody obsažené v půdě působilo na každý druh odlišně. U K-POL2 nebylo možné stanovit procento sušiny, jelikož u všech variant na dané lokalitě nevyrostly žádné rostliny.



## 7 Závěr

Celkem na všech lokalitách vzešlo 28 druhů rostlin, z nich nejčastěji byly zastoupeny úrazník položený, sítina žabí, lipnice roční, ptačinec prostřední a heřmánkovec nevonný.

Počty druhů se na jednotlivých lokalitách výrazně lišily. Na lokalitě K-Z bylo nejvíce druhů u varianty (K) a se zvyšující vlhkostí se počty snižovaly. Zatímco na ostatních lokalitách bylo nejmenší druhové zastoupení u kontrolní varianty, což mohlo být zapříčiněno kolísající záhlvkou. Nejvíce druhů bylo na variantě (-6) a počty druhů klesaly s více zamokřenou půdou.

Bylo zjištěno, že na zahradách se nejvíce rostlin vyskytovalo na kontrolní variantě, zatímco na orné půdě to bylo na variantě (-6). Počet rostlin se snižoval se zvyšující vlhkostí, a proto varianta (-2), kde bylo silné zamokření obsahovala menší počty rostlin. Jako příklad lze uvést ptačinec prostřední, který rostl nejlépe na kontrolní variantě, zatímco se zvyšující vlhkostí se jeho výskyt rapidně snižoval. Dále lze také uvést lipnici roční, která měla téměř stejné zastoupení na variantě (K) a (-6), zatímco na variantě (-2) se její výskyt snižoval. Vyskytovaly se zde ale také druhy, kterým zvyšující vlhkost vyhovovala. Sítina žabí s indikační hodnotou 8 se vyskytovala na všech lokalitách a variantách. Její nejčastější výskyt byl na variantě (-2) a (-6). Byla také zastoupena u kontrolní varianty ovšem v malém počtu. Heřmánkovec nevonný, kterému vyhovují průměrně vlhké půdy se ovšem nejčastěji vyskytoval u varianty (-6), poté na (-2) a v nejmenším počtu na variantě (K).

Bylo prokázáno, že intenzita zamokření půdy ovlivnila počet vzcházejících plevelů na lokalitě K-POL1 a T-POL1. U K-POL1 došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi variantami (K), kde vzešlo v průměru pouze 3,75 rostlin a variantou (-6) s 8 rostlinami. U T-POL1 byl rozdíl mezi variantou (-6), u které vzešlo 11,5 rostlin a variantou (-2) se 6,25 rostlin. Dále bylo zjištěno, že na ostatních lokalitách intenzita zamokření půdy statisticky významně neovlivnila počty vzcházejících plevelů. Intenzita zamokření půdy měla dále vliv na počet druhů u lokality K-POL1, a to mezi variantami (K) a (-6), (-6) a (-2), kde došlo ke statisticky významnému rozdílu.

## 8 Literatura

- Aedo C. 2012. Revision of *Geranium* (Geraniaceae) in the New World. Syst. Bot. Monogr.
- Asraf M, Harris P, Rahman S, Humphreys M O, Humphreys M. W, Vinh N. T, Paterson A. H, Kumar D, Vanavichit A, Tragoonrung S, Toojinda T, Ernst W. H. O, Howarth C, Revilla P, Butrón A, Cartea M. E, Malvar R. A, Ordás A. 2005. Abiotic Stresses. Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches. An Imprint of The Haworth Press. New York.
- Bajwa A. A, Mahajan G, Chauhan B. S. 2015. Nonconventional Weed Management Strategies for Modern Agriculture. Weed Science.
- Bláha L, Bocková R, Hnilička F, Hniličková H, Holubec V, Möllerová J, Štolcová J, Zieglerová J. 2003. Rostlina a stres. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Booth B. D, Murphy S. D, Swanton S. J. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI Publishing, Wallingford.
- Boström U, Fogelfors H. 2002. Response of weeds and crop yield to herbicide dose decision-support guidelines. Weed Science.
- Burnside O. C, Wilson r. G, Weisberg S, Hubbard K. G. 1996. Seed longevity of 41 weed species buried 17 years in eastern and western Nabraska. Weed Science Society of America.
- Copeland L. O, McDonald M. B. 1995. Principles of Seed Science and Technology, Seed Enhancements. Chapman and Hall. New York.
- Crow G. E. 1978. A taxonomic revision of *Sagina* (Caryophyllaceae) in North America. Journal of the New England Batanical Club.
- Davis A. S, Schutte B. J, Iannuzzi J, Renner K. A. 2008. Chemical and physical defense of weed seeds in relaion to soil seedbank persistence. Weed Science Society of America.
- Deyl M, Ušák O. 1956. Plevelle polí a zahrad. ČSAV. Praha.
- Dürr C, Dickie J. B, Yang X. Y, Pritchard H. W. 2015. Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwid: Contribution to a seed trait database, Agricultural and Forest Meteorolog.
- Ellenberg H, Weber H. E, Düll R, Wirth V, Werner W, Paulißen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot.
- Fitter A. H, Hay R. K. M. 1987. Environmental Physiology of Plants Second Edition. Published by Academic Press, London.
- Grime J. P. 1979. Plant Strategies end Vegetation Processes. John Wiley & Sons.

- Houba M, Hosnedl V. 2002. Osivo a sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček. Praha.
- Hron F, Kohout V. 1988. Plevelé polí a zahrad. Jihočeské tiskárny České Budějovice, České Budějovice.
- Hron F, Vodák A. 1959. Polní plevelé a boj proti nim. SZN. Praha.
- Hutchinson C. S, Seymour G. B. 1982. Poa Annu L.. Journal of Ecology, British Ecological Society.
- Jablonský I. 2005. Pěstujeme klíčící osivo a výhonky. Grada. Praha.
- Johansen A, Nielsen H. B, Hansen C. M, Andreasen C, Carlsgart J, Hauggard-Nielsen H, Roepstorff A. 2013. Survival of weed seeds and animal parasites as affected by anaerobic digestion at meso - and thermophilic conditions. Waste Management.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2011. Plevelé – biologie a regulace. Kurent, s.r.o. České Budějovice.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, České Budějovice.
- Kincl M, Krpeš V. 2000. Základy fyziologie rostlin. 2. vyd. Montanex. Ostrava.
- Kohout V. 1993. Regulace zaplevelení polí. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, Praha.
- Kohout V. 1997. Plevelé polí a zahrad. Agrospoj. Praha.
- Kutílek M. 2001. Půda a bilance CO<sub>2</sub> v ovzduší. Rezervoár organického uhlíku. Vesmír 80, 153, 2001/3. Available from <http://casopis.vesmir.cz/clanek/puda-a-bilance-co2-v-ovzdusi>. (accessed March 2001).
- Kutílek M. 2012. Půda planety Země. Dokořán.
- Kůdela V, Veverka K. 2005. Poruchy, poškození a poranění rostlin abiotického původu: (rostlinná abionozologie). České Budějovice.
- Květoň V, Voženílek V. 2011. Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lack A, Evans D. E. 2005. Plant biology. 2nd ed. Taylor & Francis. New York.
- Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses: water, radiation, salt and other stresses. Academic Press. London.
- Luštinec J, Žárský V. 2003. Úvod do fyziologie vyšších rostlin. Karolinum. Praha.

Main CH. L., Steckel L. E., Hayes R. M., Mueller T. C. 2006. Biotic and abiotic factors influence horseweed emergence. Weed Science Society of America.

Martiška J, Martišková K. 2010. Polní plevele Šlapanických slepenců. Český svaz ochránců přírody. Pustiměř.

Mickelson J. A., Grey W. E. 2006. Effect of Water Content on Wild Oat (*Avena fatua*) Seed Mortality and Seedling Emergence. Cambridge University Press on behalf of the Weed Science Society of America.

Mikulka J. 2014. Plevelle polních plodin. Profi Press. Praha

Národní geoportál, ČÚZK. 2019. Mapy ČR. Available from <http://geoportal.gov.cz/> (accessed November 2019).

Němeček J, Vokoun J, Smejkal J, Macků J, Kozák J, Němeček K, Borůvka L. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha spolu s VÚMOP Praha.

Pavlová L, Fischer L. 2011. Růst a vývoj rostlin. Karolinum. Praha

Perring F. H., Walters S. M. 1962. Atlas of the British flora, p. 318. London.

Petránek J, Březina J, Břízová E, Cháb J, Loun J, Zelenka P. 2016. Encyklopedie geologie. Česká geologická služba, Praha.

Ponnamperuma FN. 1984. Effects of flooding on soils. In: Kozlowski TT, ed. Flooding and plant growth, New York: Academic press, USA.

Presotto A, Hernández F, Diaz M. 2017. Crop – wild sunflower hybridization can mediate weediness throughout growth stress tolerance trade – offs. Agriculture Ecosystem & Environment.

Procházka S, Macháčková I, Krekule J, Šebánek J. 1998. Fyziologie rostlin. Academia. Praha.

Seefeldt S. S, Gealy D. R, Brewster B. D, Fuerst E. P. 1994. Cross – resistance of several diclofop – resistant wild oat (*Avena fatua*) biotypes from the Willamette valley of Oregon. Science Society of America.

Schueller J. K, Fountas S, He Y, Ribeiro A, Schomold D, Symons S, Zhang Q. 2017. Computers and electronics in agriculture. Elsevier.

Schulze E. D, Beck E, Muller-Hohenstein K. 2005. Plant ecology. Springer-Verlag. New York.

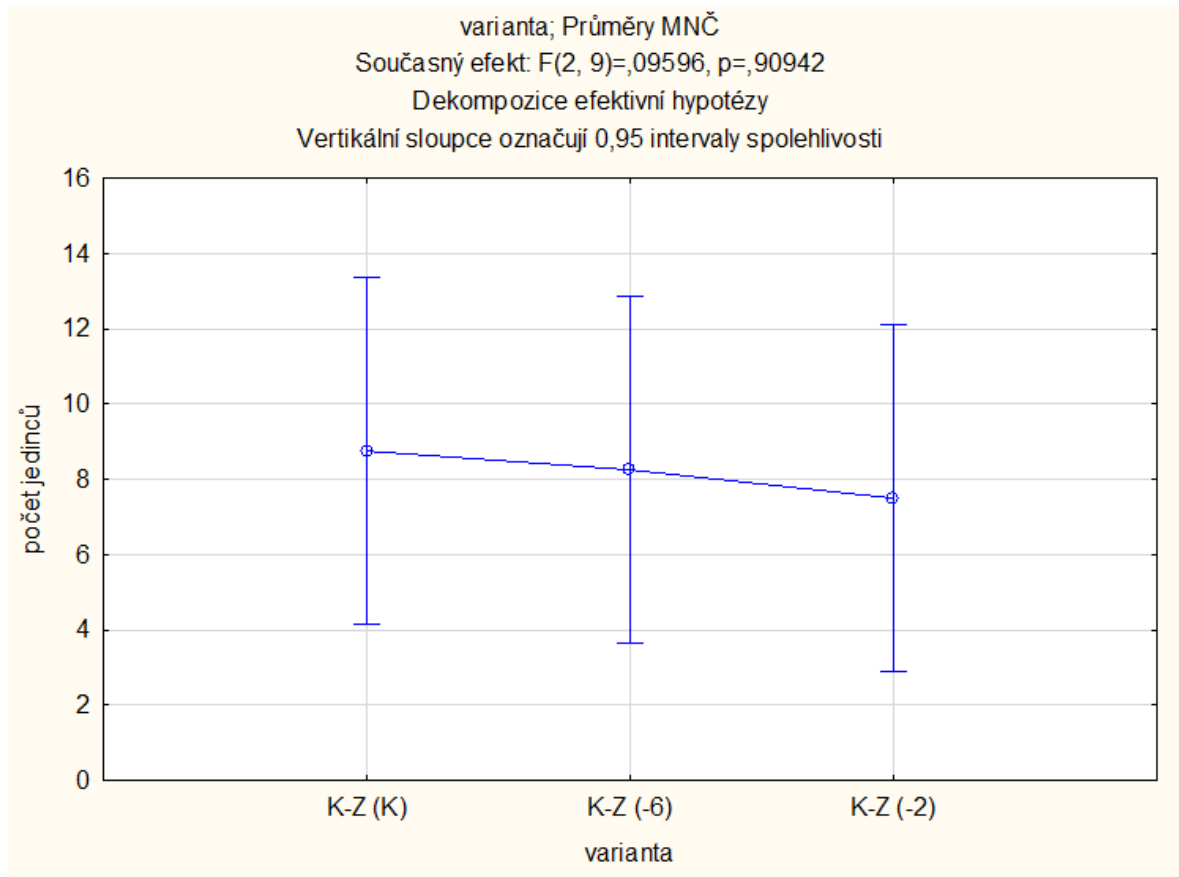
Šarapatka B. 2013. Vybrané kapitoly z pedologie a ochrany půdy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

- Šebánek J, Gréc L, Javor A, Švihra J. 1983. Fyziologie rostlin. 1. vyd., SZN. Praha.
- Šebánek J. 2004. Harmonie v rostlinách: o botanické škole Rudolfa Dostála. Academia Praha.
- Tomášek M. 2014. Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha.
- Velázquez-Martí B, Gracia-López C, Marzal-Domenech A. 2006, Germination Inhibition of Undesirable Seed in the Soil using Microwave Radiation. Biosystems Engineering.
- Werle R, Sandell L. D, Buhler D. D, Hartzler R. G, Lindquist J. L. 2014. Predicting Emergence of 23 Summer Annual Weed Species. Cambridge University Press on behalf of the Weed Science Society of America.
- Winkler J. 2007. Effect of the habitat on the mass and germinative capacity of poison hemlock (*Conium maculatum* L.) achenes. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.
- Zámečník J, Faltus M. 2009. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin: (sborník příspěvků). Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha.



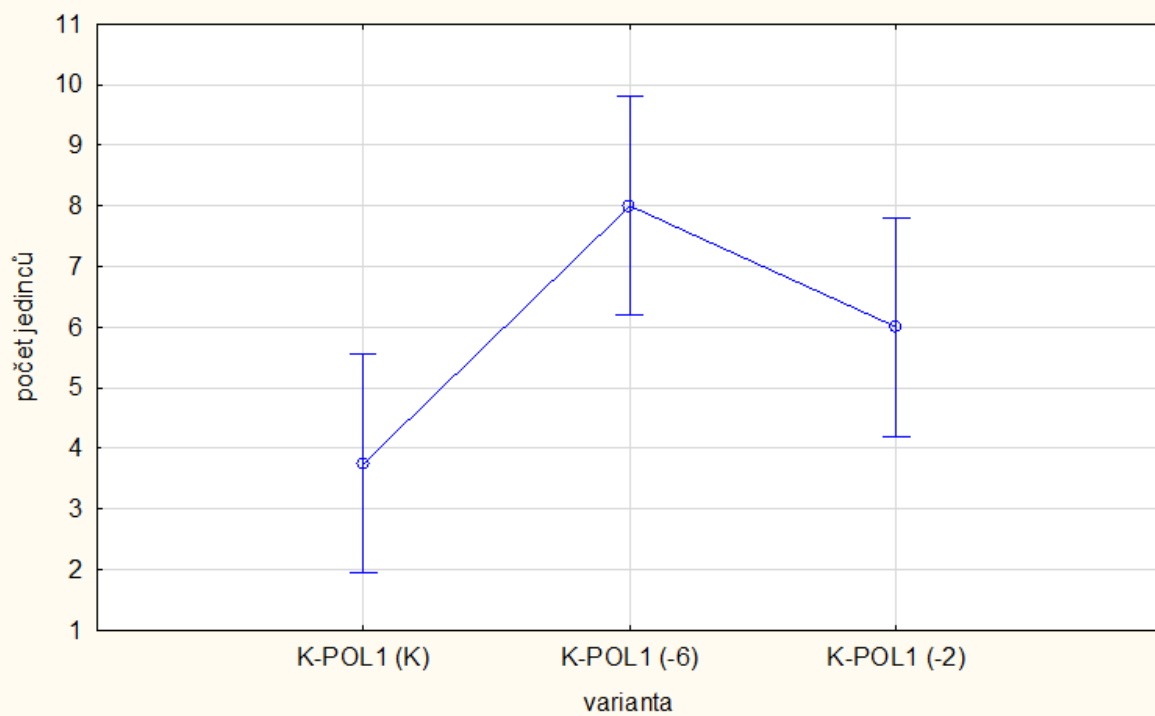
## 9 Samostatné přílohy

### Počet vzešlých rostlin – analýza rozptylu



Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 16,500, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	K-Z (K)	8,7500	0,984988	0,910543
2	K-Z (-6)	0,984988	8,2500	0,966608
3	K-Z (-2)	0,910543	0,966608	7,5000

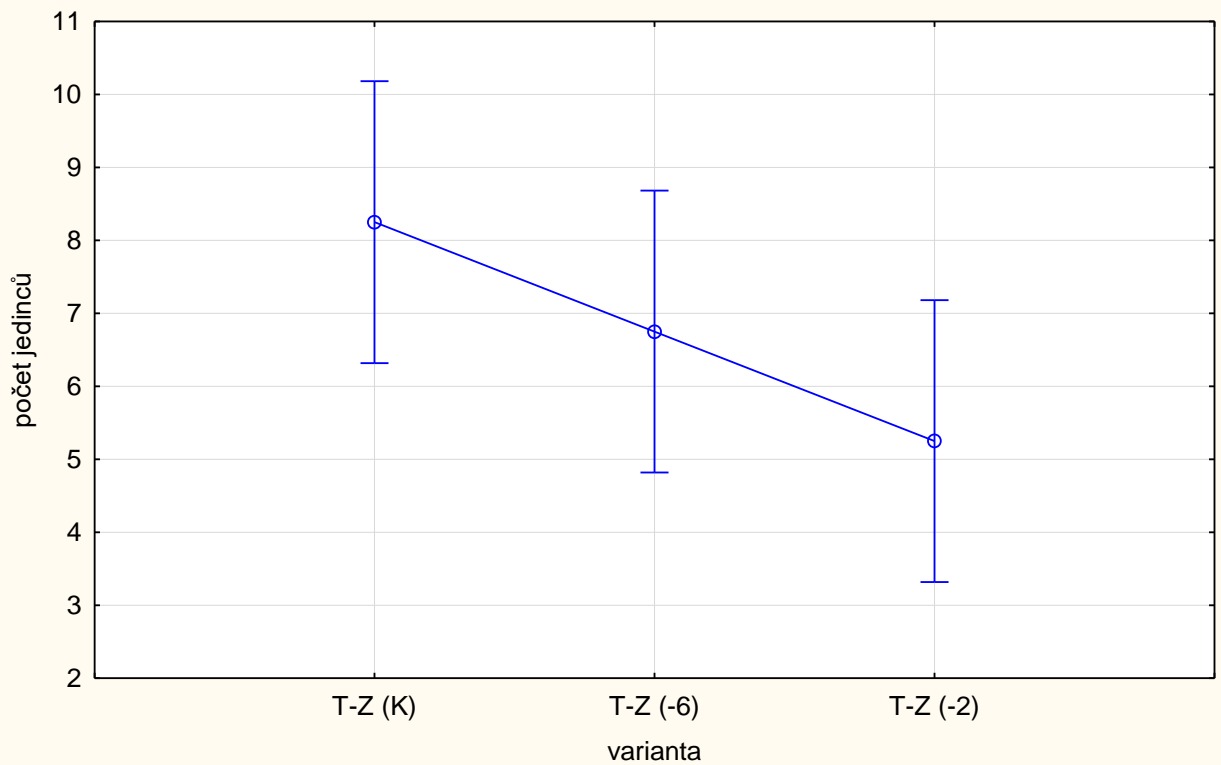
varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=7,1538, p=,01381$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,5278, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	K-POL1 (K)	3,7500	0,013859	0,190775
2	K-POL1 (-6)	0,013859		0,257699
3	K-POL1 (-2)	0,190775	0,257699	

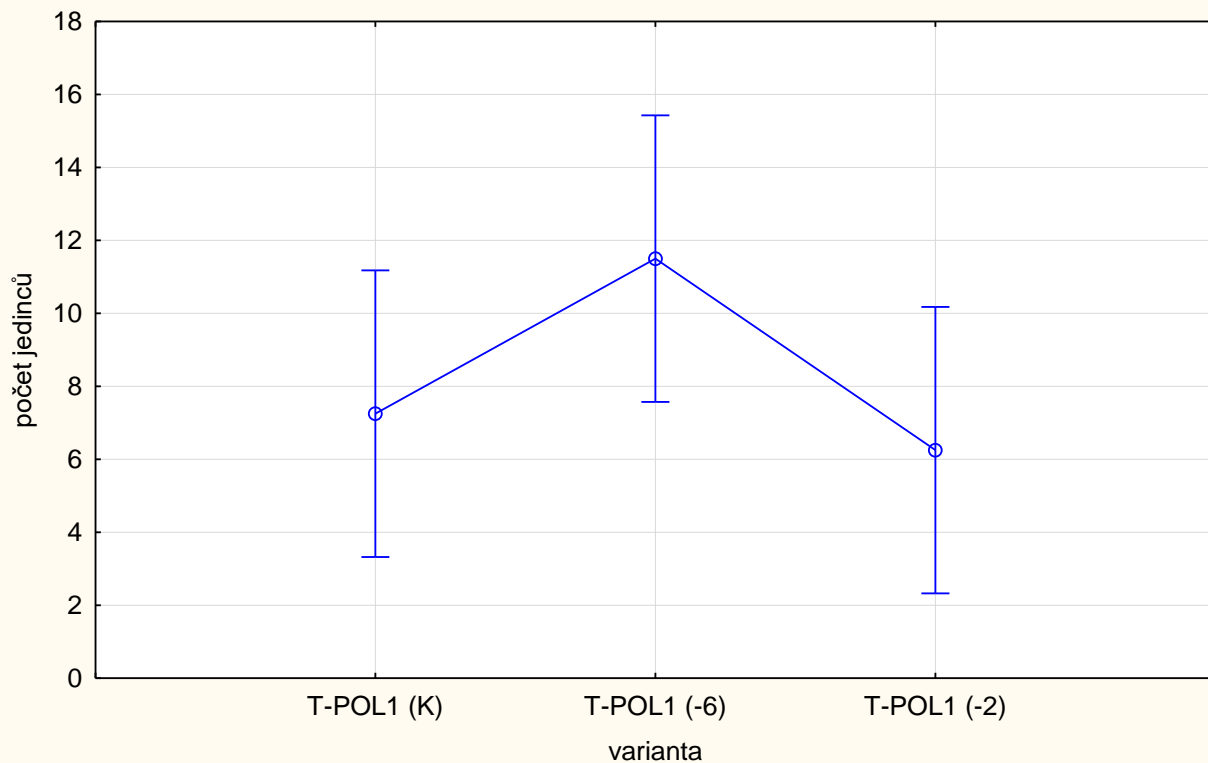


varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=3,0857$ ,  $p=,09538$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti

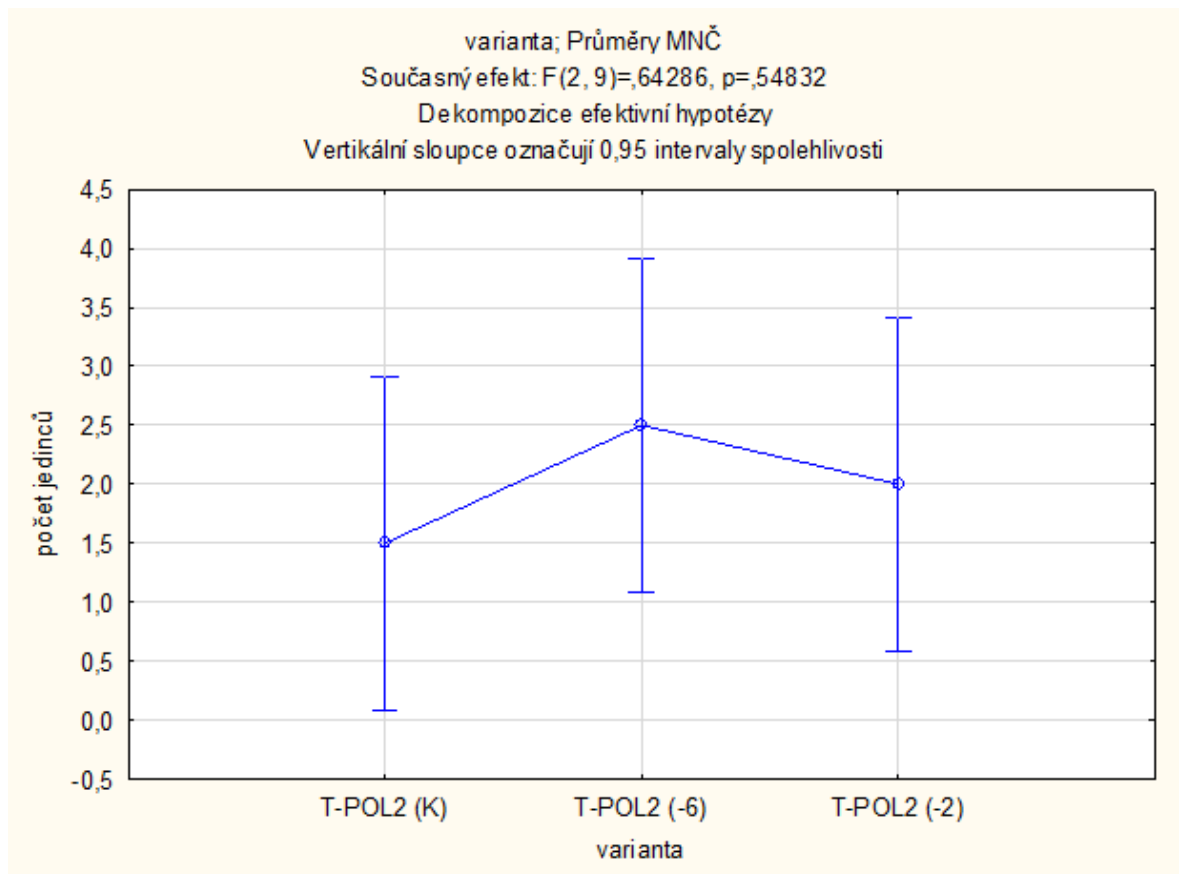


Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,9167, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	T-Z (K)	8,2500	0,490658	0,095383
2	T-Z (-6)	0,490658		0,490658
3	T-Z (-2)	0,095383	0,490658	

varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=2,5783$ ,  $p=,13025$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti

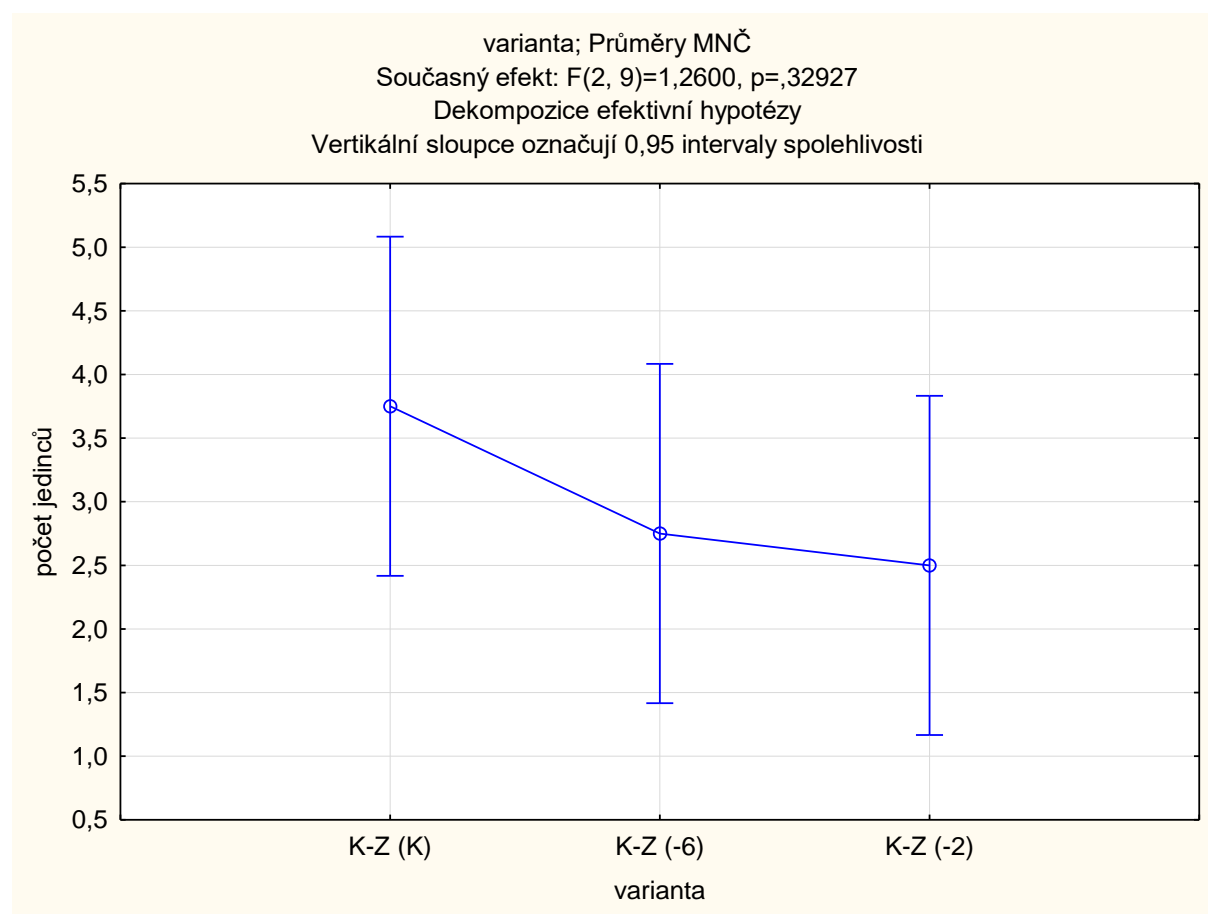


Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 12,056, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	T-POL1 (K)	7,2500	0,274371	0,921093
2	T-POL1 (-6)	0,274371	11,500	0,157438
3	T-POL1 (-2)	0,921093	0,157438	6,2500



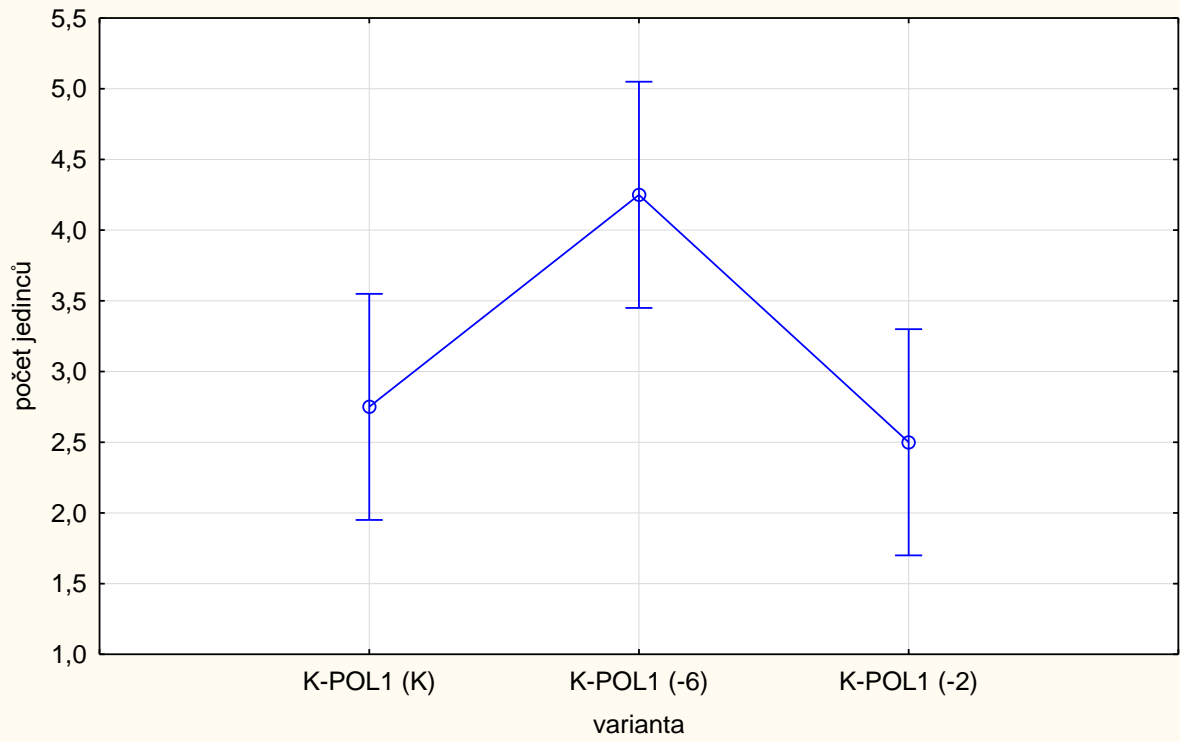
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,5556, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	T-POL2 (K)	1,5000	0,548323	0,853926
2	T-POL2 (-6)	0,548323		0,853926
3	T-POL2 (-2)	0,853926	0,853926	

## Počet druhů – analýza rozptylu



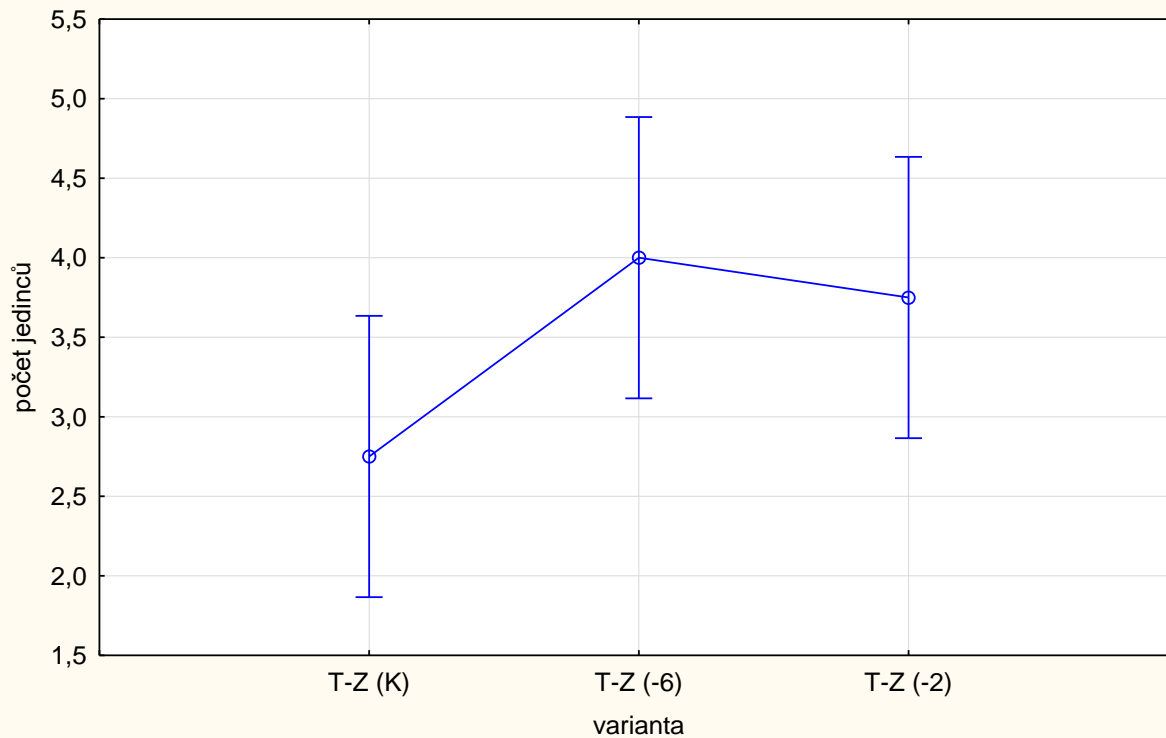
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,3889, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	K-Z (K)	3,7500	0,512789	0,366357
2	K-Z (-6)	0,512789	2,7500	0,956211
3	K-Z (-2)	0,366357	0,956211	2,5000

varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=7,1667$ ,  $p=,01375$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



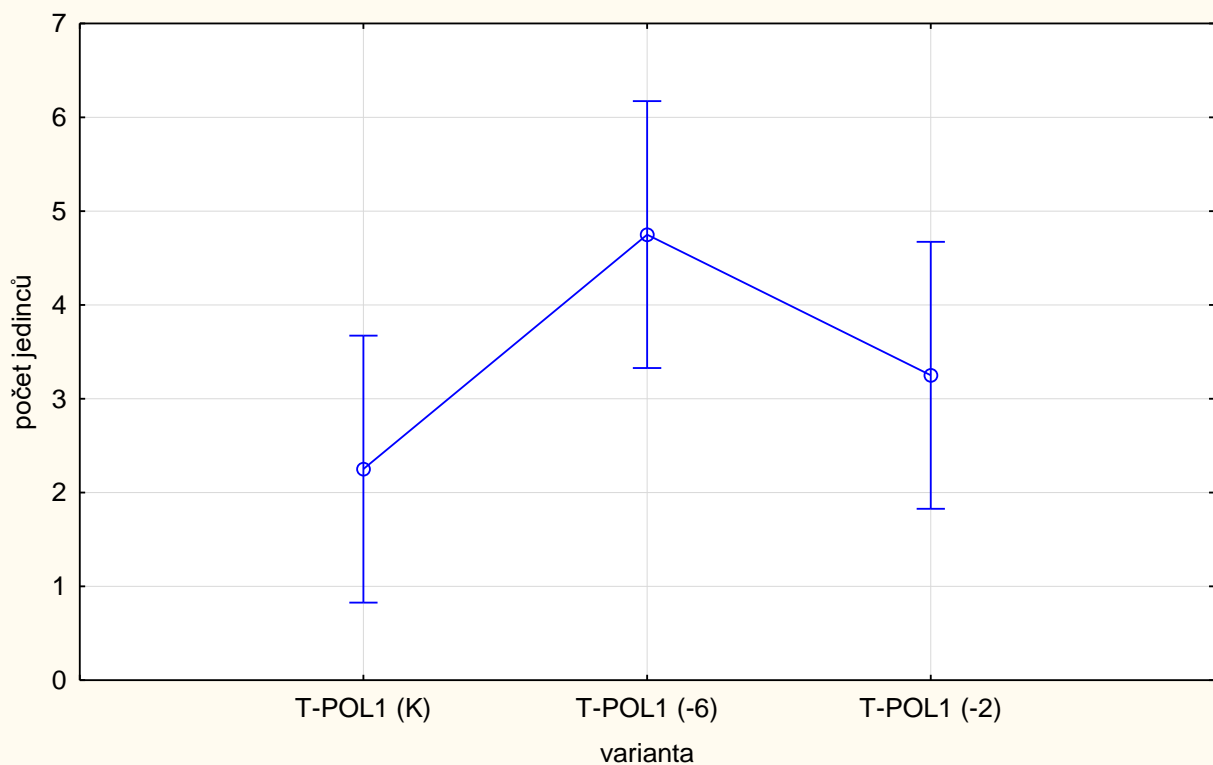
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,50000, sv = 9,0000			
	varianta	1 2,7500	2 4,2500	3 2,5000
1	K-POL1 (K)		0,044194	0,884003
2	K-POL1 (-6)	0,044194		0,020940
3	K-POL1 (-2)	0,884003	0,020940	

varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=2,8636$ ,  $p=,10903$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



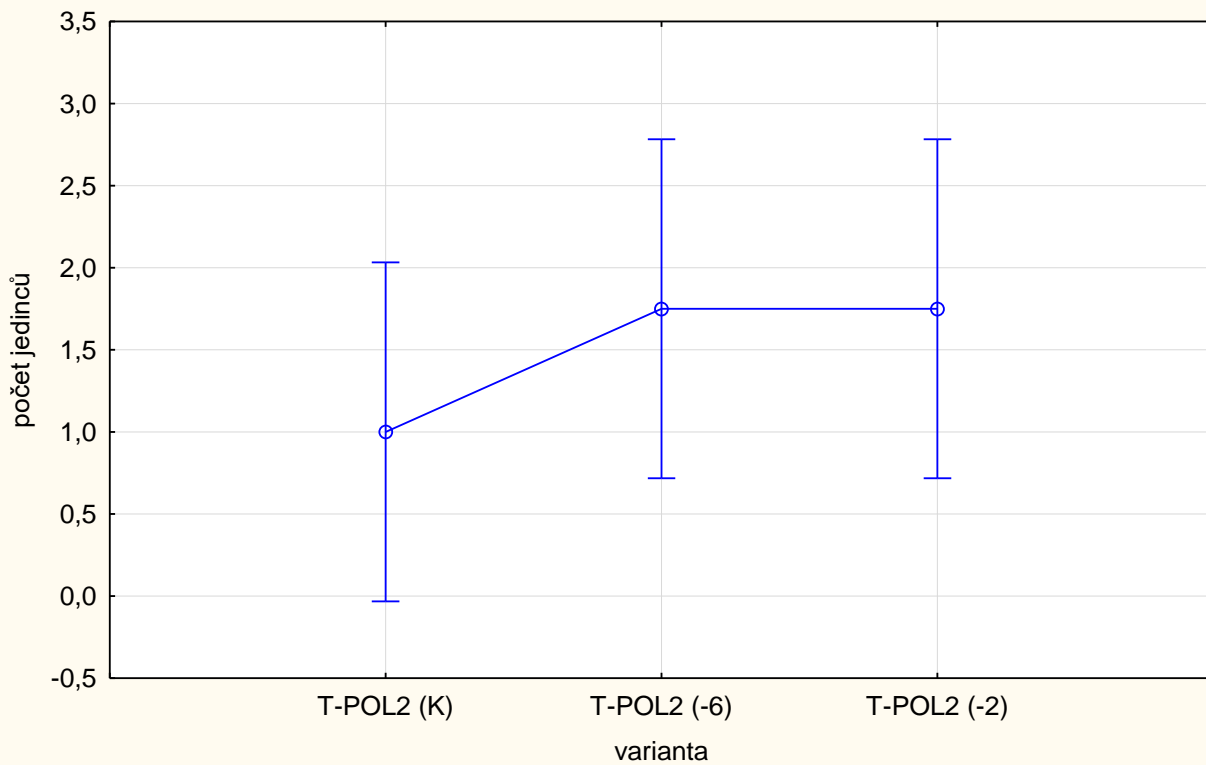
Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,61111, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	T-Z (K)	2,7500	0,132043	0,247660
2	T-Z (-6)	0,132043	4,0000	0,903817
3	T-Z (-2)	0,247660	0,903817	3,7500

varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9)=4,0000$ ,  $p=,05716$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,5833, sv = 9,0000			
	varianta	1 2,2500	2 4,7500	3 3,2500
1	T-POL1 (K)		0,058777	0,553767
2	T-POL1 (-6)	0,058777		0,290845
3	T-POL1 (-2)	0,553767	0,290845	

varianta; Průměry MNČ  
 Současný efekt:  $F(2, 9) = ,90000$ ,  $p = ,44023$   
 Dekompozice efektivní hypotézy  
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Č. buňky	Scheffeho test; proměnná počet jedinců Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,83333, sv = 9,0000			
	varianta	1	2	3
1	T-POL2 (K)	1,0000	0,533163	0,533163
2	T-POL2 (-6)	0,533163	1,7500	1,000000
3	T-POL2 (-2)	0,533163	1,000000	1,7500