

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Dynamika biometrických parametrů hořčice bílé při  
mimoprodukčním využití**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Jiří Vailich**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Dynamika biometrických parametrů hořčice bílé při mimoprodukčním využití" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2019

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D., za vedení práce, pomoc při jejím psaní a za předání cenných informací. Dále bych chtěl poděkovat firmě Selgen, a. s. za poskytnutí osiva a pokusných ploch, jmenovitě Ing. Jiřímu Kunte. Také bych chtěl poděkovat České zemědělské univerzitě v Praze za poskytnutí pokusných ploch v Červeném Újezdu a na demonstračním a pokusném pozemku v Praze Suchdol. V neposlední řadě děkuji Ing. Michaele Škeříkové, Ph.D., a Ing. Petru Zábranskému, Ph.D., za pomoc při zpracování odebraného materiálu.

# Dynamika biometrických parametrů hořčice bílé při mimoprodukčním využití

## Souhrn

Cílem práce bylo stanovit a porovnat dynamiku růstu vybraných odrůd hořčice bílé (*Sinapis alba L.*). Úkolem bylo porovnat produkci biomasy jednotlivých částí rostliny odrůd hořčice bílé a určit možnosti při mimoprodukčním využití. Dále byl sledován vliv lokality na produkci biomasy.

Pokusy byly založeny na jaře roku 2018 u obce Stupice a Červený Újezd a na demonstračním a pokusném pozemku České zemědělské univerzity v Praze. K pokusu bylo vybráno pět odrůd hořčice bílé (Agent, Andromeda, Polárka, Severka a Signal). Každá tato odrůda byla zasetá v jednom opakování. V průběhu vegetace byl sledován vývoj nadzemní biomasy rostlin. Hodnotila se hmotnost listů, stonků a při posledním měření i hmotnost šesulí. Z těchto hodnot byl posléze vypočítán procentuální podíl jednotlivých částí na hmotnost rostliny. Při posledním měření byla také měřena výška rostlin.

Z výsledků pokusu vyplývá, že odrůda Signal dosahovala na všech lokalitách ve druhém a třetím měření nejvyššího procentuálního zastoupení hmotnosti listů na celkové hmotnosti a při třetím měření také nejnižšího procentuálního zastoupení hmotnosti šesulí oproti ostatním odrůdám.

V rámci měření dosahovaly odrůdy na lokalitě Červený Újezd nejdelší lodyhy v porovnání s ostatními lokalitami. V rámci jedné lokality byly rozdíly mezi odrůdami znatelné pouze na lokalitě Praha Suchdol, na ostatních lokalitách byly odrůdy mezi sebou poměrně vyrovnané.

**Klíčová slova:** hořčice bílá, podzemní biomasa, nadzemní biomasa, meziplodina, dynamika růstu

# Dynamics of White mustard biometric parameters in non-productive ways of its utilisation

## Summary

The aim of the study was to determine and compare the growth dynamics of selected varieties of yellow mustard (*Sinapis alba L.*). The task was to compare biomass production of individual plant parts of yellow mustard and determine the options for non-productive use. The effect of the site on biomass production was also monitored.

Experiments were founded in spring 2018 near the village of Stupice and Červený Újezd and on the demonstration and experimental fields of the Czech University of Life Sciences in Prague. Five white mustard varieties (Agent, Andromeda, Polárka, Severka and Signal) were selected for the experiment. Each variety was sown in one repetition. The development of above-ground biomass of plants was monitored during growing season. The weight of leaves, stems and, at the last measurement, the weight of the pods were evaluated. From these values, the weight percentage of individual parts was calculated based on a weight of the plant and its each individual parts. Plant height was also measured during the last measurement.

The results of the experiment show that the variety Signal reached on all localities in the second and third measurements the highest percentage of leaf weight out of plant's total weight. The third measurement also shows the lowest percentage of pod weight of this variety compared to other varieties.

During the measurement, it was discovered that all varieties at the location of Červený Újezd had the longest stalks in comparison to plants at other locations. Within one location, differences between varieties were noticeable only in case of the location of Prague Suchdol. In other areas, the growth of all varieties was relatively balanced.

**Keywords:** yellow mustard, underground biomass, aboveground biomass, catch crop, growth dynamics

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíl práce.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Literární rešerše .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Charakteristika hořčice .....</b>	<b>12</b>
3.1.1. Morfologie hořčice bílé .....	12
<b>3.2. Agrotechnika hořčice .....</b>	<b>13</b>
3.2.1. Nároky na prostředí.....	13
3.2.2. Zařazení v osevním sledu.....	13
3.2.3. Zpracování půdy a setí.....	13
3.2.4. Regulace plevelů.....	14
3.2.5. Ochrana proti chorobám .....	14
3.2.6. Ochrana proti škůdcům .....	14
<b>3.3. Rozdělení meziplodin .....</b>	<b>15</b>
3.3.1. Ozimé meziplodiny .....	15
3.3.2. Letní meziplodiny .....	16
3.3.3. Strniskové meziplodiny.....	16
3.3.4. Podsevové meziplodiny .....	17
<b>3.4. Hořčice jako meziplodina .....</b>	<b>18</b>
3.4.1. Konkurence k plevelům .....	18
3.4.2. Protierozní činnost .....	19
3.4.3. Součást biopásů.....	20
3.4.4. Antinematocidní účinky .....	21
3.4.5. Produkce biomasy .....	21
3.4.6. Fixace prvků.....	22
3.4.7. Energetická bilance.....	23
<b>4. Metodika .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Charakteristika pokusných lokalit.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Charakteristika odrůd .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Založení porostu .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4. Hodnocení porostu .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5. Statistické vyhodnocení .....</b>	<b>27</b>
<b>5. Výsledky .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1. Lokalita Červený Újezd .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2. Lokalita Praha Suchdol .....</b>	<b>32</b>

<b>5.3. Lokalita Stupice.....</b>	<b>37</b>
<b>5.4. Celkové výsledky pro hodnocené lokality a termíny.....</b>	<b>42</b>
<b>6. Diskuze .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Závěr .....</b>	<b>49</b>
<b>8. Literatura.....</b>	<b>51</b>

# 1. Úvod

Půdní úrodnost je dlouhodobě diskutovanou otázkou. Obecně je vnímána jako schopnost půdy zajistit optimální podmínky pro vývoj rostlin po dobu jejich setrvání na stanovišti. Cílené působení člověka na zemědělskou půdu se samozřejmě projevuje změnou této schopnosti a vede ke vzniku tzv. umělé úrodnosti půdy. Z dlouhodobého hlediska se předpokládá, že umělá úrodnost vykazuje kvalitativně vyšší schopnost uspokojit dané nároky plodin ve srovnání s úrodností přirozenou.

V současné době se za zásadní faktory negativně ovlivňující půdní vlastnosti považují erozní procesy, úbytek organické hmoty, zhutnění, snížení obsahu některých prvků, špatný vláhový režim, apod. Tyto problémy lze zmírnit pěstováním meziplodin v mimoprodukčním období. Tyto plodiny mají velké množství pozitivních vlastností na půdu a život v ní. Použití správné meziplodiny může v dlouhodobém hledisku ušetřit množství nákladů. Za vhodnou meziplodinu s dobrými vlastnostmi se řadí hořčice bílá.

Meziplodiny vytvářejí biomasu, která je dobře degradovatelná mikroorganismy, a díky tomu je podporován mikrobiální život v půdě. Správně založené porosty vykazují vysokou pokryvnost půdy, která přispívá k tzv. stínové zralosti půdy. Díky tomu dochází i k omezení růstu plevelů, kdy se snižuje jejich tvorba semen, a tím nedochází k takovému zvyšování půdní zásoby semen. Vysoká pokryvnost půdy je také jedním z faktorů eliminujících erozní procesy, jelikož při ní dochází ke snížení kinetické energie dopadajících kapek a nedochází tak k rozplavování půdních agregátů. Za významnou se rovněž považuje schopnost hlubokého prokořenění, čímž dokáže rostlina získat proplavené živiny. Všechny tyto schopnosti se následně promítají do zlepšení půdních vlastností a vedou ke snížení dodatkových vstupů při pěstování následných plodin.

V současné době jsou plochy porostů meziplodin na vzestupu. Jednak z důvodu plnění podmínek dotačního titulu greening, ale také díky zavádění protierozních technologií pěstování kulturních plodin, a to především při pěstování kukuřice na svažitých pozemcích.

Z výše uvedených důvodů je tato práce zaměřena na porovnání produkce biomasy různých odrůd hořčice bílé pro účely mimoprodukčního využití.



## 2. Cíl práce

Cílem práce je posoudit odrůdové odlišnosti mezi vybranými odrůdami hořčice bílé ve vztahu k dynamice vývoje rostliny a biometrických parametrů.

V rámci tohoto pokusu byly stanoveny následující úkoly:

- Popsat vliv odrůdy hořčice bílé na produkci biomasy.
- Popsat vliv lokality na produkci biomasy.
- Porovnat podíl jednotlivých částí rostlin na celkové hmotnosti v průběhu růstu rostliny a tyto podíly porovnat mezi odrůdami.

Tyto cíle vycházejí z následujících hypotéz.

H1: Mezi odrůdami lze stanovit rozdíly v dynamice vývoje rostliny a biometrických parametrů.

H2: Každá odrůda reaguje jinak na podmínky na různých lokalitách.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1. Charakteristika hořčice

Pod pojmem hořčice rozumíme plodiny z rodu *Brassica*, které mají všechny části ostře palčivé. Patří k nim hořčice bílá (*Sinapis alba* L.), hořčice sareptská (*Brassica juncea*), hořčice černá (*Brassica nigra*) a hořčice habežská (*Brassica carinata*). Tyto plodiny se pěstovaly již před počátkem našeho letopočtu, více než dva tisíce let před nástupem řepky a řepice, uplatňovaly se jako kulturní plodiny. Už v tehdejší době se z rozdrčených semen, vinného octa, soli a cukru připravovala palčivě sladká až slaná pochutina velmi podobná hořčici, jakou známe dnes (Mikšík et al. 2007).

##### 3.1.1. Morfologie hořčice bílé

Semena hořčice bílé lze od semen ostatních hořčic rozeznat nejsnáze. Jsou z nich největší a běžně pěstované odrůdy, mají světle slámově žlutou barvu osemení. Existují však i typy s nahnědlým osemením. Hmotnost tisíce semen (HTS) se pohybuje od 4 do 6,5 g, v závislosti na odrůdě. Z boku jsou mírně smáčklá, zřídka pravidelně kulovitá (Fábry et al. 1975).

Úzký kulový kořen se rozvětňuje ve velké množství bočních kořenů a kořínků, které vytvářejí hustou síť převážně v horních vrstvách ornice. Stonek je vzpřímený, 60–80 cm vysoký, hodně rozvětvený. Je dutý a v době květu začíná dřevnatět. Listy, které pokrývá velké množství trichomů, jsou peřenodílné, hluboce vykrajované, nejvíce ve spodní části rostliny. Okraje listů jsou nepravidelně mělce zubaté. Jejich barva je jasně trávově zelená. Květenství je hrozen, kdy v počátku kvetení jsou jednotlivé květy u sebe silně nahloučeny (Fábry a kol., 1975). Plodem je šešule, která se zřetelně odlišuje od ostatních brukvovitých. Je krátká s dlouhým, silně smáčklým, štětinatě chlupatým zobánkem se 4–10 semeny (Baranyk et al. 2010).

Hořčice bílá jako jedna z brukvovitých olejnin poměrně málo reaguje na zvýšení intenzity hnojení a to především na pozemcích s vysokým obsahem dusíku v půdě, což je pro ni optimální prostředí (Gan et al. 2008).

## **3.2. Agrotechnika hořčice**

### **3.2.1. Nároky na prostředí**

Hořčice bílá je na pěstitelké podmínky poměrně nenáročná, proto je pro volbu vhodných agroekologických podmínek rozhodující hledisko dosažení dobré kvality semen (Moudrý et al. 2011). Hořčice bílá sice dozraje i ve vyšších polohách, tam je ale období dozrávání posunuto do podzimních měsíců a vlivem dešťů se pak výrazně zhoršuje kvalita semen. Nejvhodnější jsou pro ni úrodné, spíše těžší půdy s neutrální půdní reakcí. Půdy lehké a výsušné nejsou vhodné, protože hořčice bílá je náročná na půdní vláhu. Špatně snáší také půdy zamokřené, příliš těžké a silně kyselé. Také špatně snáší sucho, jelikož během růstu a vývoje potřebuje plynulý a dostatečný přísun vody. Suché a teplé počasí v období dozrávání má velmi příznivý vliv na rovnoměrné dozrávání a vysokou kvalitu semen (Baranyk et al. 2010).

### **3.2.2. Zařazení v osevním sledu**

Zařazení v osevním sledu je poměrně jednoduché, neboť hořčici bílou nejlépe řadíme do druhé trati po organickém hnojení, téměř standartně mezi dvě obiloviny. Nejčastěji po jarním ječmenu nebo ozimé pšenici. Následnou plodinou je nejčastěji opět ozimá pšenice nebo jarní ječmen. V obou případech dochází ke zvýšení výnosu zrna nejméně o deset procent v porovnání s obilnou předplodinou a k podstatnému zlepšení zdravotního stavu obiloviny. K tomu přispívá i výdrol hořčice bílé. Protože se sklízí obvykle v druhé polovině srpna, kdy již bývá dost rosy, dokáže velmi rychle vyklíčit. To přispěje k tomu, že i do přípravy půdy pod ozimou pšenici v druhé polovině září naroste 5-10 tun zeleného hnojení. Po sklizni se proto nepodmítá, nebo ne hlouběji než do 5 cm, aby semeno z výdrolu snadno vzešlo (Mikšík et al. 2007).

### **3.2.3. Zpracování půdy a setí**

Na přípravu půdy hořčice bílá nemá zvláštní nároky, na druhou stranu ji však nelze odbýt. Je nutné si uvědomit, že hořčice je drobnosemenná plodina a tomu je potřebné přizpůsobit přípravu půdy. Nejčastější předplodinou bývá obilnina, což umožňuje pozemek pro hořčici bílou dobře odplevelit. Po sklizni předplodiny je dobré provést co nejdříve mělkou podmítku. Po vzejití výdrolu je výhodné daný pozemek ošetřit totálním herbicidem, který zlikviduje vytrvalé plevele, především pýr plazivý a pcháč oset. Na podzim je dobré provést další zpracování, kterým může být orba nebo hlubší kypření. Před touto operací je ještě možné aplikovat hnojiva do zásoby (Baranyk et al. 2010).

Na jaře je vhodné co nejdříve provést předseťovou přípravu, aby došlo k urovnání pozemku před samotným setím. Hořčice bílá se většinou vysévá v poslední dekádě března až v první dekádě dubna. Výsevek se pohybuje mezi 3,5-5 kg, což odpovídá 60-80 semenům na m<sup>2</sup>. Po zasetí je možné pozemek ještě uválet. Další mechanické ošetření se v průběhu vegetace nedělá (Mikšík et al. 2007).

Při setí je důležité dodržet stanovenou hloubku a semena nesít příliš hluboko, jelikož to může výrazně ovlivnit vzcházení. Maximální doporučená hloubka jsou tři centimetry (Hakansson et al. 2013). Dalším důležitým faktorem je půdní vlhkost, jelikož na suchých pozemcích dochází k nerovnoměrnému vzcházení. Naopak vysoké množství rostlinných zbytků a hrubé seťové lůžko nejsou pro vzcházení příliš významným faktorem (Dorsainvil et al. 2005).

#### **3.2.4. Regulace plevelů**

Ačkoliv má hořčice bílá dobrou odplevelovací schopnost, nelze se na ni zcela spoléhat. Je nutné ji ošetřit nějakým z registrovaných herbicidů. V hořčici bílé se vyskytuje většina běžných polních plevelů, hlavně jednoleté druhy. Pokud se v porostu vyskytují vytrvalé druhy, značí to horší kvalitu agrotechniky v předplodině, nedostatečnou podmínku, nebo zanedbání podzimního zpracování. Většina běžných plevelů je v hořčici bílé celkem snadno zlikvidovatelná. Ovšem problematickými druhy jsou především svízel přitula a výdrol řepky (Baranyk et al. 2010).

#### **3.2.5. Ochrana proti chorobám**

Choroby byly donedávna považovány u hořčice bílé za okrajový škodlivý činitel, avšak v průběhu několika posledních let se v porostech začaly objevovat ve větší míře. Mezi nejzávažnější chorobu patří hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*), která napadá stonky rostlin, tvoří v nich tvrdá sklerocia, přerušuje transport živin do vrchních částí rostliny, a tím způsobuje předčasné dozrávání porostu. Největší důraz na ochranu proti ní je kladen v semenářských porostech, protože se sklericia mohou společně s osivem dostat na další pozemky. Mezi další choroby, které se mohou v porostu vyskytnout, patří nádorovitost košťálovin (*Plasmodiphora brassicae*), černě, plíseň šedá (*Botryotinia fuckeliana*) a další (Mikšík et al. 2007).

#### **3.2.6. Ochrana proti škůdcům**

Škůdci jsou škodlivý faktor, který v porostech hořčice bílé může napáchat největší škody, v některých případech ji i naprosto zničit. V počáteční fázi růstu jsou rostliny napadány

dřepčíky (*Phyllotreta*), kteří způsobují tzv. perforaci listů, kvůli čemuž rostlina přichází o velké množství vody a při velkém napadení může až odumřít. Dalším významným škůdcem je pilatka řepková (*Athalia rosae*). Pro rostlinu jsou nejnebezpečnější housenice první generace, které v květnu až červnu ožirají listy rostlin. Pokud se v porostu vyskytuje velké množství housenic a nedojde k jejich ošetření, může dojít k silnému poškození, až holožírú. Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*) je škůdce napadající nerozkvetlá poupata, ze kterých vyžírání pyl. Poupě po napadení usychá a odpadá. Velký problém může způsobovat, pokud je v okolí pěstována řepka olejka ve větších plochách, protože poté do porostu nalétá po odkvětu řepky a může se na pozemku vyskytnout ve velkých počtech (Baranyk et al. 2010).

### **3.3. Rozdělení meziplodin**

Řada autorů dělí meziplodiny do různých kategorií. Flohrová (1998) má pět kategorií meziplodin, kterými jsou ozimé, jarní, letní, strniskové a podsevové. Naopak Brant (2008) má pouze čtyři kategorie, kterými jsou podsevové, ozimé, letní a strniskové.

#### **3.3.1. Ozimé meziplodiny**

Ozimé meziplodiny jsou vysévány zpravidla v září a pro jejich celkově ranou dobu sklizně jsou odstraňovány z pole před hlavní plodinou. Díky podzimním výsevům a jejich biologii jsou využitelné ve všech výrobních oblastech (Brant et al. 2008).

Význam ozimých meziplodin spočívá jednoznačně v omezení rozvoje plevelů a větrné a vodní eroze. Také se podílejí na sorpci živin tím, že vytvářejí rostlinný pokryv půdy v době meziporostního období koncem léta, na podzim a brzy z jara, kdy na poli nejsou pěstovány kulturní plodiny (Brant et al. 2008).

Vzhledem k jejich brzkému výsevu na podzim (září), vyžadují, aby předplodiny byly včas sklizené. Mezi vhodné plodiny patří rané brambory, ozimá řepka, případně časně sklizené obilniny, zejména ozimý ječmen. Mezi nejčastěji využívané meziplodiny řadíme brukvovité rostliny (ozimá řepice, ozimá řepka), ozimé žito, tritikale, ozimou pšenici, jílek mnohokvětý nebo směsky s ozimou vikví. Specifickou směskou je landsberská směska, což je kombinace jílku mnohokvětého, vikve ozimé a inkarnátu (Flohrová 1998).

Za následné plodiny v osevních sledech po ozimých meziplodinách jsou zařazovány především okopaniny, kukuřice na siláž, ranější odrůdy brambor, hořčice, proso, zelenina, hrách na lusky,

krmná kapusta a jednoleté pícniny. Výběr následných hlavních plodin je ovlivněn především podmínkami výrobní oblasti a zaměřením daného podniku. (Kostelanský 2000).

### **3.3.2. Letní meziplodiny**

Letní meziplodiny jsou pěstovány v létě a na podzim (Flohrová 1998). Produkce čerstvé biomasy je jistější než u strniskových meziplodin tím, že čerstvá biomasa využívá delší části vegetačního období, které by mělo trvat nejméně 8-10 týdnů, spíše však 14 týdnů (Brant et al. 2008). Dříve sloužily jako doplňkový zdroj objemných krmiv. V dnešní době jsou především využívány k ochraně půdy a ke zlepšování půdních vlastností - jak svými posklizňovými zbytky, tak zaoráním na zelené hnojení (Kostelanský 2000).

Zařazení těchto meziplodin do osevního sledu je závislé na délce vegetační doby po sklizni předplodiny, dostatku vláhy, rychlé přípravy půdy i setí a na době růstu vybrané meziploidy. Často se vysévají po brzy sklizených hlavních plodinách (např. raných bramborách, rané zelenině, obilninách, jarních směskách, luskovinoobilních směskách). K výsevu letních meziplodin se často využívají směsi dvou až tří druhů plodin různé vzrůstnosti tak, aby byl dobře využit vegetační prostor a bylo docíleno vyššího výnosu kvalitní biomasy (Kostelanský 2000). Jako letní meziploidy bývají nejčastěji pěstovány druhy, které vytvářejí velké množství biomasy - jako jsou hrách setý, bob obecný, kukuřice, slunečnice, vikev, krmná kapusta a vodnice. V podmínkách České republiky se ukázaly jako vhodné letní meziploidy svazanka vratičolistá, ředkev olejná, hořčice bílá, hořčice sarapetská, sléz přeslenitý a peluška jarní (Flohrová 1998).

Důležitými faktory pro rozvoj letních meziplodin jsou množství srážek, dostupnost vody v půdě a termín setí. Pokud jsou tyto faktory dodrženy, lze očekávat tvorbu kvalitního porostu (Brant et al. 2005).

### **3.3.3. Strniskové meziploidy**

Strniskové meziploidy jsou v České republice nejčastěji využívané. Někdy jsou řazeny do skupiny letních meziplodin. Svoji produkcí biomasy jsou méně jisté než letní meziploidy, zajišťují však kvalitní produkci biomasy pro zelené hnojení. Tyto meziploidy se sejí koncem července až začátkem srpna a jejich sklizeň probíhá koncem září až října (Flohrová 1998). Tyto meziploidy jsou sety v období, kdy jsou vysoké denní i noční teploty, po sklizni hlavní plodiny není v půdě dostatek vody a povrch je velmi často pokrytý posklizňovými zbytky. Všechny tyto

faktory mohou mít negativní vliv na vzcházení rostlin, což může vést ke špatně zapojenému porostu (Constantin et al. 2015).

Rozhodující význam mají strniskové meziplodiny po včasné sklizených hlavních plodinách. Mezi pěstitelskými cíly využívání strniskových meziplodin je využití meziplodin jako zelené hnojení, možný zdroj zeleného krmení, omezení zaplevelení, regulace výdrolu, potlačení chorob a škůdců a omezení vodní a větrné eroze. Pomocí těchto meziplodin lze také eliminovat ztráty dusíku a dalších živin v pozdním období. Široké uplatnění mají vymrzající či nevymrzající meziplodiny v rámci půdoochranných technologiích při pěstování širokořádkových plodin jako cukrovka, kukuřice a brambor. Jako vhodné strniskové meziplodiny jsou využívány plodiny s krátkou dobou růstu kolem sedmi týdnů. Je to především hořčice bílá, řepka ozimá, pohanka jedlá, svazenka vrtičolistá, sléz krmný a různé kříženci brukvovitých plodin (Brant et al. 2008).

#### **3.3.4. Podsevové meziplodiny**

Podsevové meziplodiny jsou zakládány na podzim nebo na jaře do porostů kulturních rostlin. Výsev lze provést do plodin s úzkými řádky či do širokořádkových plodin. Během růstu využívají meziplodiny meziporostní období a také působí na půdu zároveň s růstem krycí hlavní plodiny (Brant et al. 2008).

Mezi hlavní přednost řadíme příznivý vliv na půdní vlastnosti, které vyplývají z většího množství a dobré kvality posklizňových zbytků a kořenů. Další výhody spočívají v celkovém zjednodušení přípravy půdy a agrotechniky, které jsou společné s krycí plodinou, v nižším vláhovém riziku v průběhu letního období, v příznivém působení na zdravotní stav půdy a v prodloužení doby zastínění povrchu půdy (Kostelanský 2000). Dalším přínosem je regulace zaplevelení během růstu hlavní plodiny a zmenšení dopadu eroze. Následně se nejčastěji zapravují do půdy jako zelené hnojení (Křen et al. 2015).

Podsevy určené k zelenému hnojení jsou nejčastěji vysévány do obilnin, ale také se uplatňují při výsevu do zeleniny. Mezi tyto plodiny řadíme především plodiny s pomalým počátečním růstem, kdy jejich hlavní růst nastupuje po sklizni krycí plodiny. Mezi vhodné podsevové meziplodiny řadíme druhy jako jílek jednoletý, jílek italský, jílek mnohokvětý, jetel plazivý, jetel zvrhlý, tolici dětelovou a komonici bílou. Limitujícím prvkem u těchto jetelovin je obtížná a drahá produkce osiva, proto je výhodnější a používanější způsob použití směsí trav a jetelovin, poněvadž v případě nepříznivých podmínek pro jeden druh zastoupí druhý jeho místo

(Kostelanský 2000). Významnou roli hrají také podsevy v porostech kukuřice. Primárním cílem pěstování meziplodin v porostech kukuřice je eliminace eroze a regulace zaplevelení. Vhodnými podsevy se uplatňují především trávy a jeteloviny (Brant et al. 2008).

### **3.4. Hořčice jako meziplodina**

Meziplodina je rostlina pěstovaná na daném pozemku v meziporostním období, kdy využívá dočasného nevyužití půdy a tím pádem plní celou škálu prospěšných funkcí (Poggio 2005).

V dnešní době pěstování meziplodin není v zemědělské praxi příliš běžnou věcí jako tomu bylo před více jak 25 lety. Za jednu ze základních příčin úbytku těchto plodin je považováno to, že je dostatek krmiva pro hospodářská zvířata v podobě kukuřičné siláže a jiných statkových krmiv a zemědělské podniky se snaží co nejvíce ušetřit náklady na pohonné hmoty a potřebnou techniku. Ostatní příznivé funkce strništních meziplodin se ovšem neberou tolik v úvahu. Tyto funkce mají především pozitivní vliv na stav půdy na pozemku, čímž dochází ke zlepšení jejich vlastností, což má za následek snížení negativních vlivů na pěstovanou rostlinu. Bohužel tyto benefity se dají velmi těžko vyjádřit v ekomonice dané plodiny. Dobře zvolená a založená meziplodina ovšem může současně plnit několik funkcí: zabránit zaplevelení, tj. především zabránit tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů, biologicky poutat rozpustné živiny, přerušit rozmnožování chorob a škůdců vhodně voleným druhem meziplodiny, zabránit vodní erozi, potlačit škodlivý vliv rostlin ze sklizňových ztrát předplodiny pro následné plodiny - klíčící semena těchto plodin zpravidla zaniknou a neuplatní se v následných plodinách, vytvořit kvalitní biomasu pro krmné účely nebo pro obohacení organické hmoty v půdě (Kohout & Kohoutová 2017). Je také chápána jako přerušovač obilných sledů a tím může pomoci ke zvýšení výnosu následné plodiny (Joelsson & Kyllmar 2002).

Podle Branta et al. (2006) porosty hořčice ukazují velmi dobrou pokrývnost povrchu půdy, pokud jsou pěstovány jako letní a strnisková meziplodina.

#### **3.4.1. Konkurence k plevelům**

Porosty hustě setých strniskových meziplodin s vysokou konkurenceschopností, dobrým pokryvem půdy a vysokou produkcí biomasy mohou zaručit velmi dobré potlačení vzcházejících plevelů, a tím zabránit plevelům se rozmnožit a zvýšit jejich půdní zásobu semen, což má za následek nižší tlak v plodinách v následujících letech (Freyer 2003).



U hořčice bílé je konkurence vůči plevelům a výdrolu obilní předplodiny postavena na rychlém prodlužovacím růstu a dobrém olistění, které omezí přístup světla do spodních pater porostu (Brant et al. 2017a).

Díky pěstování meziplodin lze snížit užívání herbicidů, což má ekonomický a především ekologický význam. V ekologickém zemědělství, kde jsou uměle vyráběné herbicidy zakázané, se takto využívají meziplodiny, mezi které patří i hořčice bílá, v rámci dobrých osevních postupů (Vach et al. 2005).

Potlačení růstu plevelů pěstováním hořčice bílé dokazuje značné množství studií. Beckie et al. (2008) zjistili, že v porovnání s jarní řepkou má hořčice bílá nejlepší regulační schopnost k plevelům. Ta je sice negativně ovlivněna pozdním vzcházením rostlin hořčice bílé, ale pozitivně ji ovlivňuje rychlá produkce biomasy a výška rostlin.

Schopnost hořčice bílé omezovat růst plevelů potvrdil i Daugovish et al. (2002). Při jejich experimentu, kdy pěstovali hořčici bílou, došlo ke snížení nadzemní biomasy ovsa hluchého (*Avena fatua*) o 33 až 66 procent a tvorbě lat o 58 procent v porovnání s monokulturou ovsa hluchého. Naopak množství biomasy vytvořené hořčicí bílou nebylo nějak zdatně omezeno výskytem rostlin ovsa hluchého v porovnání s monokulturou hořčice bílé. Tento jev je spojen s intenzivním růstem a schopností rychle zastínit povrch pozemku.

Podobných výsledků dosáhli také Alcántara et al. (2011) při pěstování hořčice bílé jako zimní meziplodiny v olivových sadech. Odumřelé rostliny hořčice bílé na jaře poskytly dostatečný pokryv půdy, což způsobilo nižší tlak plevelů a tento mulč také zapříčinil, že plevele začaly vzcházet o 3–4 týdny déle než tomu bylo na pozemku, kde tento mulč nebyl. Díky tomu došlo ke snížení počtu herbicidních aplikací.

### **3.4.2. Protierozní činnost**

Pokud se při pěstování kukuřice i dalších plodin s velkou roztečí řádků využívá konvenční zpracování půdy s orbou, mohou nastat situace, které se řadou měření opakovaně potvrdily. Bezprostředně po orbě a v průběhu podzimu má půda zvýšenou schopnost přijímat vodu ze srážek v důsledku vysokého zastoupení velkých pórů v ornici. Vlivem slehávání půdy a působení dešťových srážek se infiltrační schopnost zorané půdy postupně snižuje. V květnu zpravidla přicházejí první bouřky s intenzivními, zpravidla krátkodobými dešti. Velké dešťové kapky narážejí do nechráněného povrchu ornice. Větší póry v povrchové vrstvě půdy se ucpou jemnějšími částicemi půdy v důsledku rozbíjení strukturních agregátů velkými kapkami vody,

nastává povrchový odtok vody a smývání zeminy odtékající vodou. Pokračováním povrchového odtoku je odtok soustředný s projevy rýhové či dokonce výmolové eroze půdy. Často vzniká na povrchu půdy krusta bránící při dalších deštích zasakování vody do půdy. V zájmu snížení rizika vodní eroze i omezení rychlého odtoku srážkové vody z pozemků je proto vhodné využití ochranného působení rostlinného pokryvu. Při pěstování kukuřice je výhodné, aby v meziřadí byla půda chráněna rostlinnými zbytky nebo mulčem (Hůla et al. 2016). Tímto dojde ke snížení kinetické energie deštových kapek a sníží se rozplavování půdních agregátů. Dále se zvýší propustnost a vodní infiltrace díky narušení půdní vrstvy pomocí kořenového systému (Kemper & Derpsch 1981).

Brant et al. (2011a) zjistili, že používání hořčice bílé jako meziplodiny s využitím půdoochranných technologií při pěstování silážní kukuřice nemá negativní vliv na výnos čerstvé hmoty. Na základě dalších hodnocení však bylo prokázáno pozitivní působení řádkového zpracování půdy a dobrého prokořenění meziplodin na zlepšení dostupnosti vody během vegetace a na zvýšení stability půdních agregátů.

Na začátku zimního období v době, kdy přichází mrazy a rostliny zmrznou, se nadzemní biomasa stává méně efektivní v omezování vodní eroze. Avšak kořeny v tuto dobu mohou stále hrát důležitou roli a negativní působení srážek zmírnit (Baets et al. 2011).

### **3.4.3. Součást biopásů**

Nektarodárné biopásy jsou příležitostí, jak zhodnotit části pozemků, kde se nevyplácí investovat do intenzivní produkce. Mají potenciál tyto plochy zúrodnit díky hluboko kořenícím druhům a současně potravně podpořit včely a širší spektrum hmyzu, což je jejich primárním cílem. V tomto ohledu jsou ale pouze doplňkem neobdělávané, plané vegetace, která je zdrojem života pro své okolí. Z hlediska agronoma mohou být tyto víceleté porosty řešením pro nerentabilní plochy (dobře patrné z výnosových map), jakými jsou utužené souvratě, plochy dočasně zamokřené a další. Směska, která sestává z 60 % z jetelovin (komonice, jetel luční, plazivý a zvrhlý) a z 25 % je tvořena druhy kvetoucími v roce založení, jako je svazanka vratičolistá, pohanka setá a hořčice bílá, je z hlediska nároků na stanoviště poměrně pružná. Daří se jí jak na sušších výhřevnějších pozemcích, tak na těžších, vlhčích půdách, jak se nám podařilo v Čechách ověřit celkem na osmi různých lokalitách z hlediska půdních a klimatických podmínek (Šrámková 2018).

Tyto kvetoucí biopásky obsahující větší zastoupení hořčice bílé se hodí pro výsev na pozemky, na kterých hrozí zvýšený výskyt slimáků. Je to z důvodu, že hořčice je pro ně značně neatraktivní, díky čemuž při kalamitním napadení biopásky zůstanou alespoň rostliny hořčice bílé, které může hmyz navštěvovat (Frank 2003).

Pěstováním hořčice bílé jako součást biopásů, ale i jako běžné meziplodiny, může dojít k podpoře výskytu chorob a škůdců. Při vzrůstu biomasy se mohou choroby a škůdci šířit přes části rostlin a rozšířit se na velkém území. Tento efekt označujeme jako tzv. Zelený most (Váňová M. et al., 2012).

#### **3.4.4. Antinematocidní účinky**

Hád'átka řepné (*Heterodera schachtii*) patří mezi sedentérní cystotvorná hád'átka, u kterých existuje výrazný pohlavní dimorfismus, samičky jsou přisedlé citronkovitého tvaru a samci hadovití. Jeho přítomnost na pozemku, na kterém je pěstována cukrová řepa, může napáchat významné hospodářské škody porušením kořenového systému rostliny. Larvy po vylíhnutí opouštějí cystu a půdou putují směrem ke kořenovému vlášení hostitelských rostlin, kde se pomocí styletu dostávají do kořenů. V kořenech, pomocí enzymatických výměšků dorzálních jícnových žláz, vytvářejí obří buňku, která hád'átkům slouží k výživě. Ve stádiu larvy přijímají potravu obě pohlaví, v dospělosti již jen samice, které po posledním svlékání lahvicovitě zduřejí a přijímají velké množství potravy. V poslední fázi kaudální konec samičky protrhne kořen a samička začne lákat samce, kteří se nacházejí volně v půdě, dochází k oplození. Velmi často se k regulaci hád'átka na pozemku používá preventivní metody (Maňasová et al. 2017). Pro výraznější snížení populační hustoty se do osevního postupu zařazují nepřátelské plodiny, které zapříčiní líhnutí larev druhého instaru, ale již neumožní dokončení jejich vývoje (Sobczak 2005). Při tomto postupu musí být likvidovány hostitelské plevele i výdrol, aby nedocházelo k množení hád'átka právě na těchto rostlinách. Pro ozdravení pozemků je vhodné zařazování meziplodin, jako jsou ředkev olejná a hořčice bílá (Maňasová et al. 2017).

#### **3.4.5. Produkce biomasy**

Rostliny soupeří mezi sebou o dostupné zdroje potřebné k růstu, jako jsou světlo, voda, živiny. Zdroje jsou rozděleny mezi rostlinami s tím, že každá rostlina se snaží uspokojit své potřeby. Produkce biomasy je přibližně lineární k příjmu limitujícího zdroje růstu (Spitters 1983a). Mezidruhová a vnitrodruhová konkurence se lépe zjišťuje měřením celkové vyprodukované

biomasy, než výnosem jednotlivých částí rostliny, protože distribuce suché hmoty v rostlině se liší v závislosti na daném stresu a limitujícím faktoru (Spitters 1983b).

Hořčice bílá je známa svou schopností rychlé produkce biomasy. Tuto skutečnost ověřil i Brant et al. (2009) při pěstování několika druhů strniskových meziplodin. Z výsledků, které hodnotily produkci nadzemní biomasy meziplodin, výdrolu ozimé pšenice a plevelů, byl patrný vliv interakce meziplodin na množství vyprodukované biomasy. Nejnižší množství biomasy výdrolu bylo zjištěno na variantě s hořčicí bílou. Také produkce biomasy plevelů bylo zjištěna na ploše oseté hořčicí bílou. Toto bylo způsobeno intenzivním růstem hořčice bílé a schopností dobrého a rychlého zakrytí povrchu půdy, což omezuje růst ostatních druhů. Brant et al. (2011b) se také zabývali vlivem výskytu výdrolu obilniny na procentuální zastoupení produkce biomasy hořčice. Z výsledků bylo patrné, že vyšší množství výdrolu snížilo produkci biomasy hořčice, avšak v celkovém součtu hořčice a výdrolu byla tato hodnota vyšší. Dále také zjistili, že pozemky oseté meziplodinami mají mnohem lepší využití slunečního záření, než pozemky, na kterých roste pouze výdrol a plevel.

Hořčice bílá je z hlediska kombinovatelnosti s dalšími druhy vhodná spíše do směsí se vzrůstnými druhy. Z hlediska kvality biomasy pro zelené hnojení je optimální termín ukončení vegetace porostů před začátkem kvetení, kdy nedochází k redukci listové plochy. Při využití hořčice bílé jako součásti směsí pro ozelenění biopásů a úhorů, např. v rámci greeningu, je nutné kalkulovat s dobou vývoje rostlin, které nesmějí z hlediska vývoje na stanovišti dosáhnout fáze zralých semen, což se v důsledku předčasného dozrávání může stát. Semena kulturních brukvovitých plodin vykazují vysokou náchylnost k indukci sekundární dormance a vyznačují se schopností dlouho přežívat v půdě, čímž narůstá riziko zaplevelení následných plodin (Brant et al. 2017a).

#### **3.4.6. Fixace prvků**

V době, kdy na pozemku není pěstována žádná kulturní plodina, jsou tyto pozemky ohroženy proplavením živin do spodních vrstev a tím jejich znepřístupnění pro rostliny a také možností kontaminace spodních vod (Nagare et al. 2012). Nejvíce ohroženým prvkem je dusík a to především po zpracování půdy, kdy silně probíhá nitrifikace. Tento problém lze velmi dobře omezit pěstováním meziplodin, protože jsou schopny tyto živiny poutat a poté je uvolnit v období růstu další plodiny (Philipps & Stopes 1995). Při výzkumu Askegaard & Eriksen (2008) zjistili, že průměrné roční ztráty dusíku lze meziplodinami snížit o 40-80 %. Množství živin fixovaných strniskovými meziplodinami závisí na jejich obsahu v rostlinné biomase a

jejím množstvím. Dobré porosty mohou nafixovat 40-180 kg/ha dusíku a 70-220 kg/ha draslíku z půdy v období od srpna do října (Wilczewski 2010). Díky tomu lze při dobré agrotechnice snížit dávky dusíkatých hnojiv o několik procent (Richards et al. 1996).

Za velmi vhodnou plodinou se považuje hořčice bílá. Je dobře uzpůsobena v dnešní době preferovanému pozdějšímu setí strniskových meziplodin (Wilczewski 2004). Také stabilně poskytuje vysoké výnosy biomasy a je schopna fixovat velké množství dusíku z půdy (Kisielewska & Harasimowicz-Hermann 2008). Podle Wilczewski & Szczepanek (2018) je pro celkovou fixaci živin důležitý termín výsevu, kdy zpoždění o 10 dní mělo za následek snížení příjmu všech makroprvků rostlinou.

Ačkoliv fosfor není v půdě příliš dobře pohyblivý a tím pádem nehrozí jeho proplavení do nižších vrstev, je však náchylný ke změnám pH půdy. Z tohoto důvodu na kyselých půdách hrozí, že se stane součástí sloučenin a bude pro rostliny nepřijatelný. K omezení těchto ztrát je vhodné v meziorostním období pěstování meziplodin, jako je například hořčice bílá. Fosfor je zabudován do rostliny, ze které se po odumření postupně uvolňuje a je přijímán následnou plodinou (Liu et al. 2015).

Díky své dobré osvojovací schopnosti a rychlé produkci biomasy lze hořčici bílou použít v oblastech s vyšším obsahem těžkých kovů v půdě, protože rostlina relativně přijímá kadmium, měď, zinek (Plociniczak et al. 2013). Dále má dobrý příjem thallia, jehož hlavní zdroj v prostředí bývají kalové sedimenty. Z tohoto důvodu je možné ji pěstovat k detoxikaci míst s obsahem tohoto kovu (Krasnodebska-Ostrega et al. 2012). Vaněk et al. (2010) zjistili závislost mezi příjmem thallia a věkem rostliny. S postupným stářím rostliny se jeho koncentrace v kořenech a stoncích snižovala oproti mladým rostlinám, což naznačuje snižující se trend jeho příjmu.

#### **3.4.7. Energetická bilance**

Společně se všemi svými výhodami pěstování hořčice bílé na pozemku by také mělo přinést energetický zisk do agrosystému ve smyslu příjmu a výdaje energie. Tento princip energetické bilance je hojně používán k hodnocení efektivity energie, především s porovnáním s ostatními pěstitelskými systémy (Alluvione et al. 2011).

Moreno et al. (2011) zjistili, že efektivita energetických vstupů byla výrazně snížena s suchých oblastech. Z tohoto důvodu musí pěstitelé mít na paměti, že prostředí, jakožto zdroj srážek vody, může silně ovlivnit energetickou bilanci.

Meziplodiny mohou představovat 43-94 % celkové energie nahromaděné v rostlinném materiálu na pozemku v meziprodukčním období. Tuto hodnotu však výrazně ovlivňuje ročník a to především zásoba vody v půdě (Fuksa et al. 2013).

## 4. Metodika

### 4.1. Charakteristika pokusných lokalit

Pokusné parcely byly založeny na třech lokalitách. První pozemek se nachází na jižní straně katastru obce Stupice. Tato oblast patří do teplého, mírně suchého klimatického regionu. Genetickým půdním představitelem je černozem luvická, slabě oglejená. Půda je zde hluboká až velmi hluboká s hlubokou až velmi hlubokou ornici. Struktura půdy je drobtovitá, převážně bez skeletu. Obsahuje střední množství humusu, půdní reakce je neutrální se slabou náchylností k okyselení.

Druhý pozemek se nachází na severní straně katastru obce Červený Újezd. Tato oblast patří do mírně teplého a suchého klimatického regionu. Genetickým půdním představitelem je hnědozem modální, slabě oglejená. Půda je zde hluboká s hlubokou ornici. Struktura je drobtovitá, převážně bez skeletu. Obsahuje střední množství humusu, půdní reakce je neutrální se střední náchylností k okyselení.

Třetí pozemek se nachází na demonstračním pozemku České zemědělské univerzity Praha v městské části Praha Suchbátka. Tato oblast se nachází v teplém, mírně suchém klimatickém regionu. Genetickým půdním představitelem je hnědozem modální, slabě oglejená. Půda je zde hluboká s hlubokou ornici. Struktura je drobtovitá, převážně bez skeletu. Obsahuje střední množství humusu, půdní reakce je neutrální s nízkou náchylností k okyselení.

### 4.2. Charakteristika odrůd

**Agent** je raná až středně raná žlutosemenná odrůda, určená pro pěstování na semeno pro potravinářský průmysl a na meziplodiny. Rostliny jsou středně vysoké, ale méně odolné proti poléhání před sklizní. Dosahuje vysokého výnosu semene. Hmotnost tisíce semen je vysoká. Nežádoucí výskyt šedých a jinak zbarvených semen je nízký (Selgen, a. s.).

**Andromeda** je raná odrůda se středně mohutnou rostlinou. Lodyha je žlutozelená, středně vysoká s dobrou odolností k poléhání. List je světle zelený, bohatě laločnatý se slabším zoubkováním okraje. Barva květů je světle žlutá až žlutá, rostliny bohatě a vyrovnaně kvetou. Šešule jsou velké se středním až vysokým počtem semen. Semeno je žluté, kulaté s vysokou hmotností 1000 semen. Podíl šedých semen je nízký. Obsah oleje v sušině semene je střední,

obsahuje kyselinu erukovou. U této odrůdy také byla zjištěna zvýšená antimenatodnost, čímž se hodí pro pěstování sloužící k ozdravení půdy proti háďátkům (Selgen, a. s.).

**Polárka** je středně raná žlutosemenná odrůda určená pro pěstování na semeno. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Dosahuje vysokého výnosu semene ve všech produkčních oblastech. Obsahuje středně vysokého množství oleje v semeni. Má nepoléhavé, střední až vyšší lodyhy, bohatě větvicí a vysoký výnos zelené i suché hmoty. Nežádoucí výskyt šedých a jinak zbarvených semen je nízký. Velmi vhodná jako strništní a meliorační meziplodina, zvláště před cukrovou řepu. Vykazuje značnou nematocidnost (Selgen, a. s.).

**Severka** je středně raná odrůda středně vysokého až vysokého vzrůstu. Vyznačuje se střední odolností proti poléhání, s nízkým výskytem šedých a jinak zbarvených semen. Výnos semene je vysoký, obsah oleje v semeni středně vysoký a HTS středně vysoká. Tato žlutosemenná odrůda je určená k pěstování na semeno pro potravinářské účely a jako meziplodina (Selgen, a. s.).

**Signal** je středně raná odrůda středně vysokého vzrůstu určena pro pěstování především na produkci biomasy. Dosahuje dobrého výnosu semene. Šešule jsou středně velké s vysokým počtem semen a středně vysokou HTS. Nežádoucí výskyt šedých a jinak zbarvených semen je nízký (Selgen, a. s.).

### **4.3. Založení porostu**

Pokusné parcely byly založeny 8. 4. 2018 (Stupice), 10. 4. 2018 (Praha Suchdol) a 11. 4. 2018 (Červený Újezd). Výsev činil 8 kg/ha. Základním zpracováním byla orba. Předplodinou byla na všech lokalitách obilnina. Hodnoceny byly vybrané odrůdy hořčice bílé. Velikost pokusné parcely byla 1,5 x 15 m. Pokusné parcely s vysetými odrůdami byly založeny v jednom opakování a hodnocené parametry byly sledovány na odebraných rostlinách. Rostliny byly odebírány úhlopříčně na parcele.

### **4.4. Hodnocení porostu**

Dne 4. 5. 2018 bylo na lokalitě Červený Újezd a Praha Suchdol a 9. 5. 2018 na lokalitě Stupice provedeno první měření. Při něm bylo odebráno 20 rostlin z každé varianty. Každá rostlina byla



rozdělena na dvě části, listy a stonk. Obě tyto části byly poté usušeny při konstantní teplotě 55 °C. Po usušení byly vzorky zváženy a byla vypočítána průměrná hmotnost rostlin a jednotlivých částí rostlin z každé varianty. Dále byl proveden výpočet procentuálního zastoupení hmotnosti listů a stonku na celkové hmotnosti celé rostliny.

Druhé měření proběhlo dne 16. 5. 2018 na lokalitě Stupice, 17. 5. 2018 na lokalitě Praha Suchdol a 18. 5. 2018 na lokalitě Červený Újezd. V tomto termínu bylo odebráno 10 rostlin z každé varianty. Každá rostlina byla opět rozdělena na dvě části, listy a stonk, které byly poté usušeny při konstantní teplotě 55 °C. Po usušení byly vzorky zváženy a vypočítána průměrná hmotnost rostlin a jednotlivých částí rostlin z každé varianty. Dále byl proveden výpočet procentuálního zastoupení hmotnosti listů a stonku na celkové hmotnosti celé rostliny.

Třetí měření proběhlo 6. 6. 2018 na lokalitě Praha Suchdol, 7. 6. 2018 na lokalitě Červený Újezd a 8. 6. 2018 na lokalitě Stupice. Při tomto měření bylo odebráno 10 rostlin z každé varianty. U každé rostliny byla změřena výška, ze které se poté vypočítala průměrná výška pro jednotlivou variantu. Výška rostliny byla měřena od báze kořenového krčku po nejvyšší část rostliny. Dále byly rostliny rozděleny na tři části: listy, stonk a šesule. Přitom byl také spočítán počet listů každé rostliny, z něhož byl opět vypočítán průměrný počet listů pro každou variantu. Poté byly vzorky usušeny při konstantní teplotě 55 °C. Po usušení byly vzorky zváženy a vypočítána průměrná hmotnost rostlin a jednotlivých částí rostlin z každé varianty. Dále byl proveden výpočet procentuálního zastoupení hmotnosti listů, šesulí a stonku na celkové hmotnosti celé rostliny.

#### **4.5. Statistické vyhodnocení**

Získané výsledky byly vyhodnoceny statistickou metodou LSD testu ( $\alpha = 0,05$ ) s použitím programu STATGRAPHICS Plus, verze 4.0.

## 5. Výsledky

### 5.1. Lokalita Červený Újezd

Z tabulky 1 vytvořené z hodnot získaných při prvním odběru je patrné, že odrůda Andromeda měla oproti ostatním odrůdám největší produkci biomasy, jelikož rostliny dosahovaly nejvyšší hmotnosti a to především díky hmotnosti listů na rostlině. Mezi ostatními odrůdami nebyly prokazatelné rozdíly. Podobná situace nastala i u poměru listů/rostlina a stonek/rostlina, kdy odrůdy dosahovaly podobných hodnot.

Podobný trend byl pozorován i při druhém měření, což je patrné z tabulky 2. Zde opět nejvyšší hmotnosti dosahovaly rostliny odrůdy Andromeda. Naopak nejnižších hodnot dosahovala odrůda Polárka. Stejně jako při prvním měření, i při druhém nebyl prokazatelný rozdíl mezi odrůdami v procentuálním zastoupení listů a stonku na hmotnosti rostliny. Došlo zde ale ke změně v poměru mezi měřeními. Při prvním měření měli listy největší podíl na hmotnosti rostliny, avšak při druhém měření už byl poměr mezi listy a stonkem 50:50.

Tab. 1: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Červený Újezd – 4. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)	hmotnost lodyhy (g)	rostlina celkem (g)	podíl listy/rostlina (%)	podíl stonek/rostlina (%)
Agent	0,536 ab	0,177 a	0,678 a	70,1 a	29,9 a
Andromeda	0,726 b	0,258 a	0,991 b	71,9 a	28,1 a
Polárka	0,355 a	0,177 a	0,550 a	68,2 a	31,8 a
Severka	0,523 ab	0,218 a	0,697 ab	72,9 a	27,1 a
Signal	0,652 ab	0,280 a	0,816 ab	66,8 a	34,2 a

Tab. 2: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Červený Újezd – 18. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		rostlina celkem (g)		podíl listy/rostlina (%)		podíl stonek/rostlina (%)	
Agent	0,740	bc	0,612	b	1,361	bc	54,1	a	45,9	a
Andromeda	0,955	c	0,716	b	1,664	c	56,2	a	43,8	a
Polárka	0,420	a	0,342	a	0,731	a	52,7	a	47,3	a
Severka	0,633	ab	0,594	ab	1,181	b	51,3	a	48,7	a
Signal	0,639	ab	0,644	b	1,264	b	49,1	a	50,9	a

Při třetím měření již odrůda Andromeda nedosahovala nejvyšší produkce biomasy, ale ostatní odrůdy se jí v tuto dobu vyrovnaly. Největší rozdíly v hmotnosti mezi odrůdami byly naměřeny u hmotností šesulí. Odrůda Andromeda díky svému rychlejšímu počátečnímu růstu vstoupila do generativní fáze dříve, a proto dosahovala nejvyšší hmotnosti šesulí na rostlině. Naopak odrůda Signal měla v porovnání s ostatními odrůdami nejnižší hmotnost šesulí. Toto lze vypočítat i z tabulky 4, protože měla nejvyšší poměr hmotnosti listů a nejnižší poměr hmotnosti šesulí ze všech odrůd.

Tab. 3: Průměrná délka rostliny (m), průměrný počet listů na rostlině (kusy), suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, šesulí a rostliny (g) na lokalitě Červený Újezd – 7. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

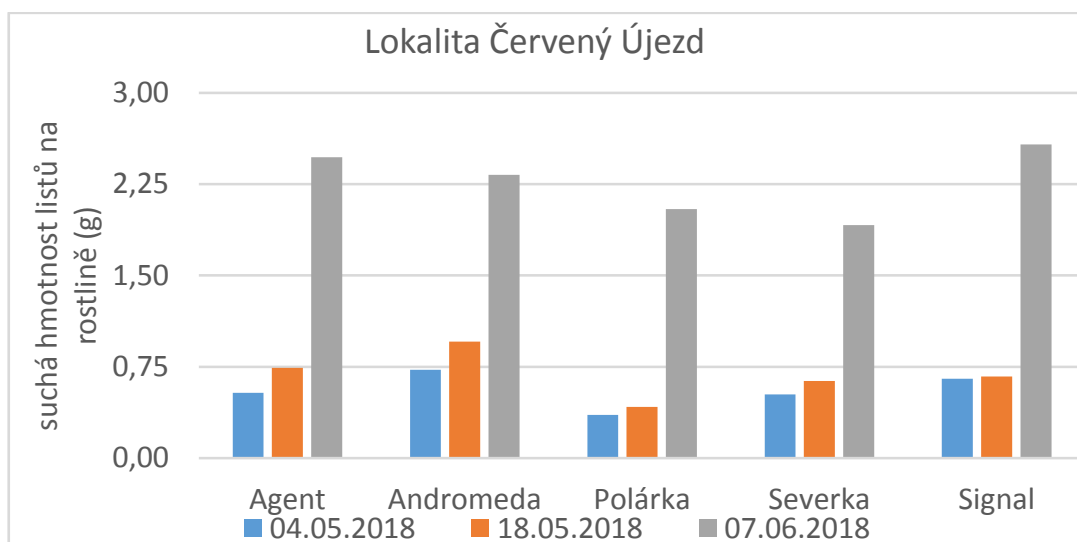
Odrůda	výška (m)		počet listů		hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		hmotnost šesulí (g)		rostlina celkem (g)	
Agent	0,965	b	23,9	a	2,472	a	5,549	a	2,210	ab	10,231	a
Andromeda	0,971	b	23,9	a	2,328	a	5,146	a	2,237	b	9,710	a
Polárka	0,972	b	23,3	a	2,046	a	4,936	a	1,767	ab	8,749	a
Severka	0,866	a	28,3	a	1,913	a	4,497	a	1,911	ab	8,322	a
Signal	1,059	b	19,3	a	2,577	a	4,986	a	1,113	a	8,676	a

Tab. 4: Hmotnostní podíl listů, lodyhy a šesulí na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Červený Újezd – 7. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

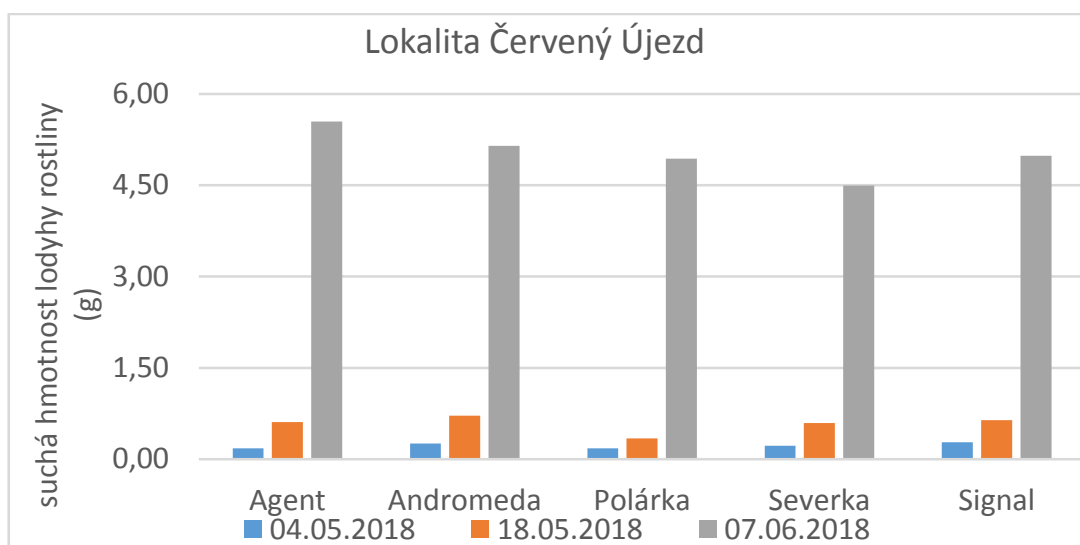
Odrůda	podíl listy/rostlina (%)		podíl stonek/rostlina (%)		podíl šesule/rostlina (%)	
Agent	24,4	ab	54,4	a	21,3	b
Andromeda	23,1	a	54,6	a	22,3	b
Polárka	22,2	a	56,2	a	21,6	b
Severka	23,3	a	54,7	a	22,0	b
Signal	29,7	b	55,8	a	14,5	a

Grafy 1, 2, 3, 4 a 5 znázorňují vývoj jednotlivých odrůd v čase a to konkrétně vývoj hmotností a poměrů listů a stonku na rostlině a hmotností celé rostliny. Průběh je u všech odrůd velmi podobný. V rané fázi růstu měly listy největší zastoupení na hmotnosti rostliny, ovšem s postupem času jejich podíl klesal a místo toho se zvětšoval podíl hmotnosti stonku.

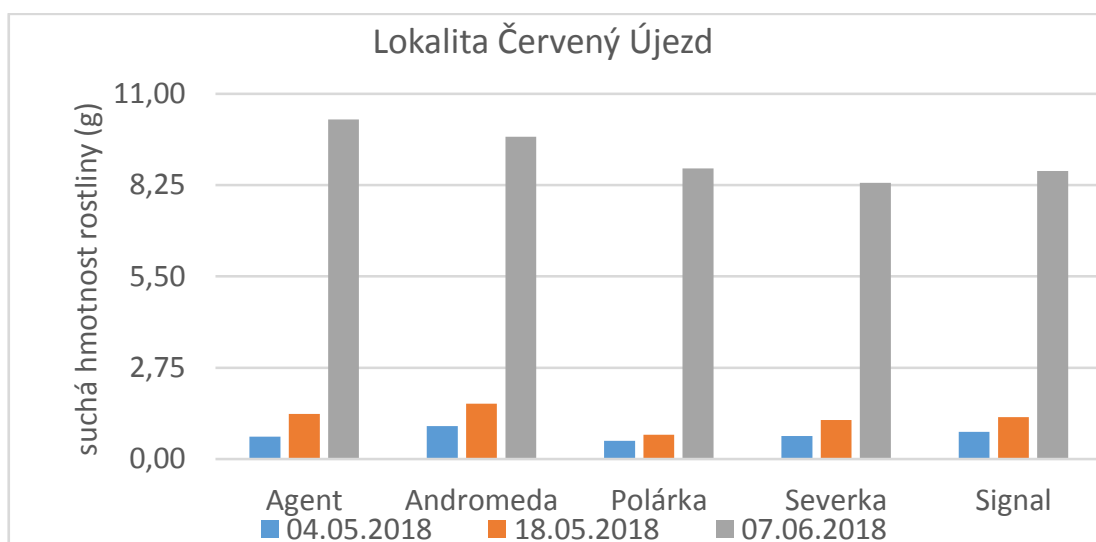
Graf 1: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině v čase (g).



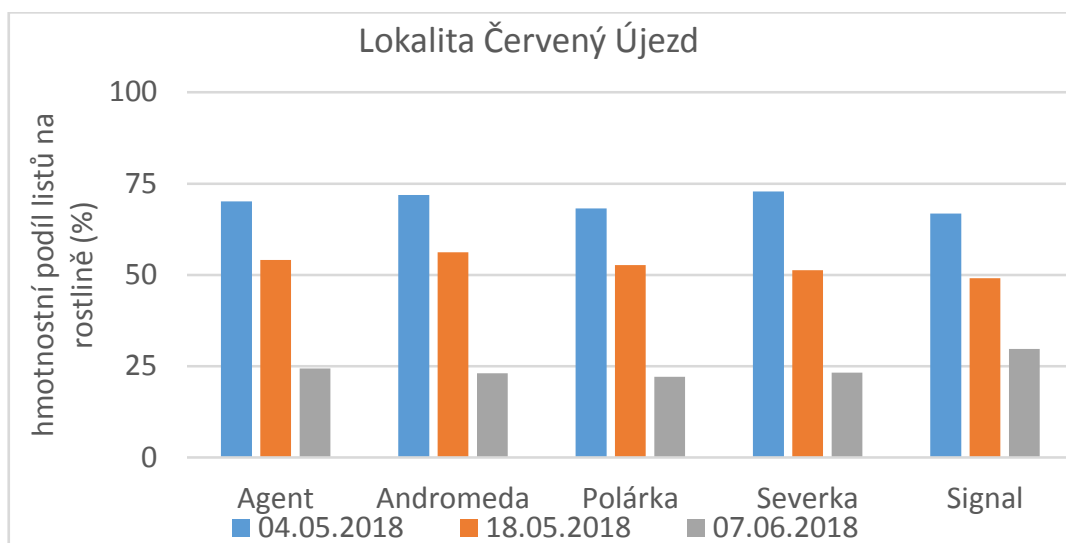
Graf 2: Průměrná suchá hmotnost lodyhy rostliny v čase (g).



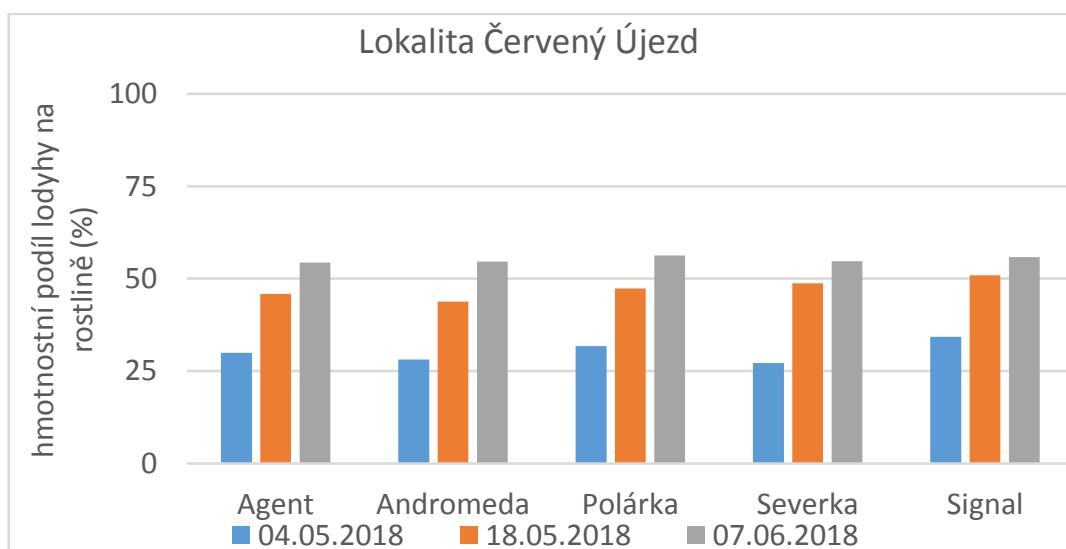
Graf 3: Průměrná suchá hmotnost rostliny v čase (g).



Graf 4: Hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny v čase (%).



Graf 5: Hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny v čase (%).



## 5.2. Lokalita Praha Suchdol

Z tabulky 5 vytvořené z hodnot z prvního odběru nejsou patrné přílišné rozdíly mezi odrůdami. Lišily se od sebou pouze odrůdy Agent a Signal. Odrůda Agent měla nejvyšší hmotnost listů, naopak odrůda Signal dosahovala nejnižší hmotnosti. Tento fakt se také projevil v procentuálním zastoupení jednotlivých částí. Díky nejnižší hmotnosti listů měla nejvyšší procentuální zastoupení hmotnosti stonku na celkové hmotnosti.

Při druhém měření už tyto rozdíly nebyly a všechny odrůdy dosahovaly hmotností, mezi kterými nebyl statisticky průkazný rozdíl. Jediné rozdíly byly pozorovatelné v procentuálním zastoupení jednotlivých částí na hmotnosti rostliny. Zde měla odrůda Andromeda nejvyšší zastoupení listů na hmotnosti a odrůda Severka dosahovala nejvyššího zastoupení hmotnosti stonku mezi zkoumanými odrůdami.

Tab. 5: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Praha Suchdol – 4. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		rostlina celkem (g)		podíl listy/rostlina (%)		podíl stonok/rostlina (%)	
Agent	0,346	b	0,052	a	0,395	b	86,5	ab	13,5	ab
Andromeda	0,333	ab	0,047	a	0,379	b	87,6	b	12,4	a
Polárka	0,296	ab	0,039	a	0,323	ab	88,7	b	11,3	a
Severka	0,251	ab	0,038	a	0,266	a	87,0	ab	13,0	ab
Signal	0,207	a	0,035	a	0,222	a	84,8	a	15,2	b

Tab. 6: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Praha Suchdol – 17. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		rostlina celkem (g)		podíl listy/rostlina (%)		podíl stonok/rostlina (%)	
Agent	1,145	a	0,726	a	1,871	a	63,0	a	37,0	b
Andromeda	1,247	a	0,579	a	1,827	a	69,2	b	30,8	a
Polárka	0,996	a	0,545	a	1,540	a	65,4	ab	34,6	ab
Severka	0,958	a	0,633	a	1,591	a	59,8	a	40,2	b
Signal	0,942	a	0,505	a	1,446	a	65,0	ab	35,0	ab

Při třetím měření byly pozorovány největší rozdíly mezi odrůdami u průměrné výšky rostlin. Odrůda Polárka dosahovala největší délky rostliny, naopak odrůda Agent měla lodyhu nejnižší. V dalších sledovaných parametrech příliš velké rozdíly pozorovány nebyly. Pouze odrůda Signal dosahovala nejvyššího procentuálního zastoupení hmotnosti listů a nejnižšího zastoupení hmotnosti šesulí na celkové hmotnosti rostliny oproti ostatním odrůdám.

Tab. 7: Průměrná délka rostliny (m), průměrný počet listů na rostlině (kusy), suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, šesulí a rostliny (g) na lokalitě Praha Suchdol – 6. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	výška (m)	počet listů	hmotnost listů (g)	hmotnost lodyhy (g)	hmotnost šesulí (g)	rostlina celkem (g)
Agent	0,763 a	20,9 a	1,576 a	3,442 a	2,091 a	7,109 a
Andromeda	0,820 acb	30,1 a	2,105 ab	4,756 a	2,642 a	9,502 a
Polárka	0,911 c	27,5 a	2,496 ab	5,225 a	3,108 a	10,828 a
Severka	0,869 bc	23,0 a	1,548 a	4,086 a	2,969 a	8,604 a
Signal	0,791 ab	19,3 a	2,531 b	4,197 a	1,884 a	8,612 a

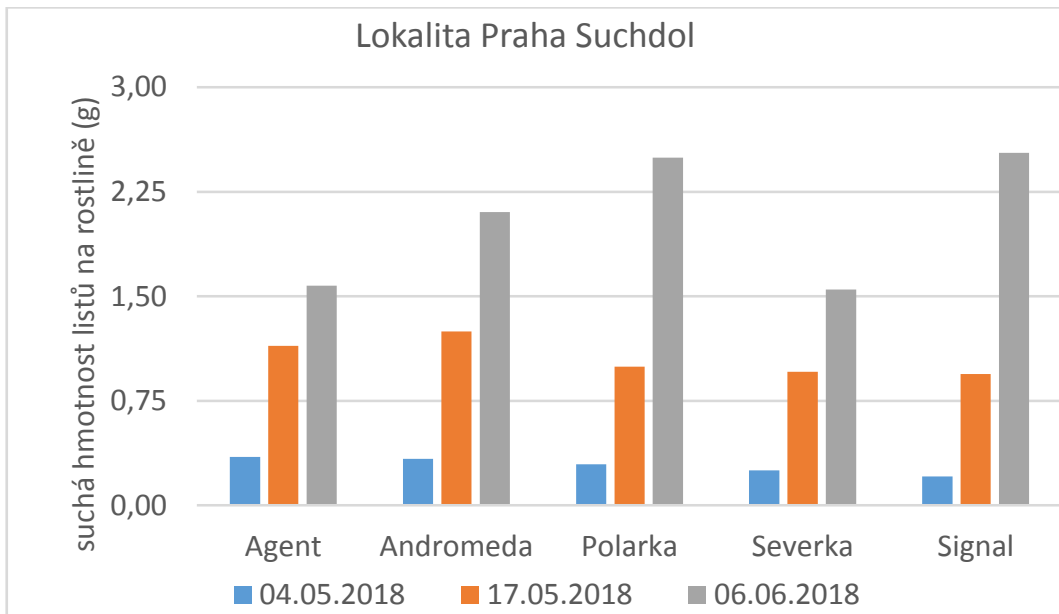
Tab. 8: Hmotnostní podíl listů, lodyhy a šesulí na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Praha Suchdol – 6. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	podíl listy/rostlina (%)	podíl stonek/rostlina (%)	podíl šesule/rostlina (%)
Agent	22,2 a	47,9 a	29,9 b
Andromeda	22,8 a	47,7 a	29,5 b
Polárka	22,3 a	48,0 a	29,7 b
Severka	19,1 a	48,5 a	32,4 b
Signal	30,8 b	47,6 a	21,6 a

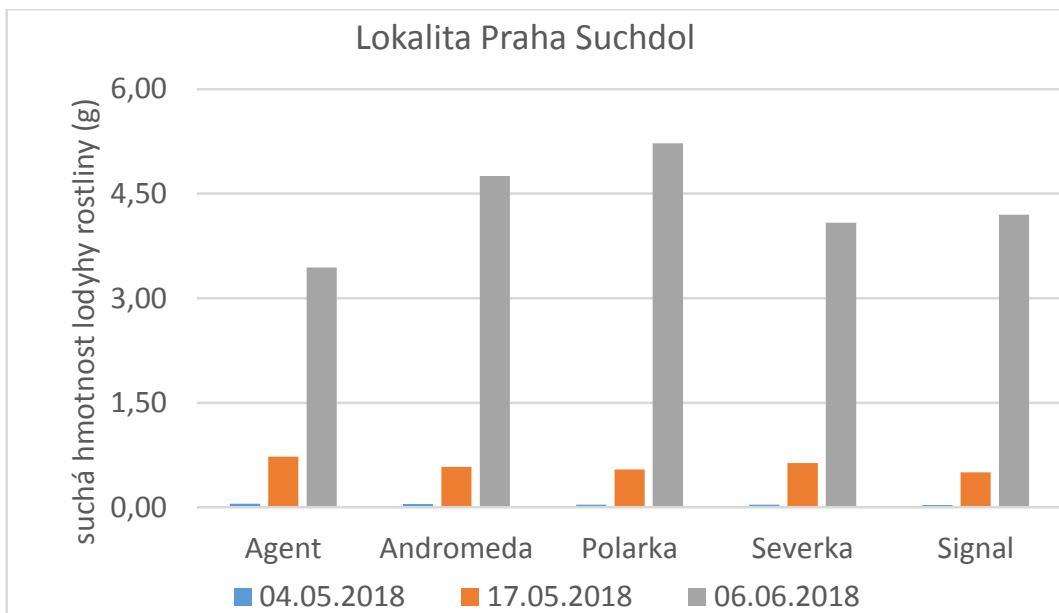
Grafy 6, 7, 8, 9 a 10 znázorňují vývoj jednotlivých odrůd v čase a to konkrétně hmotností a poměrem listů a stonku na rostlině a hmotností celé rostliny. Průběh je u všech odrůd velmi podobný. V rané fázi růstu měly listy největší zastoupení na hmotnosti rostliny, ovšem s postupem času jejich podíl klesal a místo toho se zvětšoval podíl hmotnosti stonku.



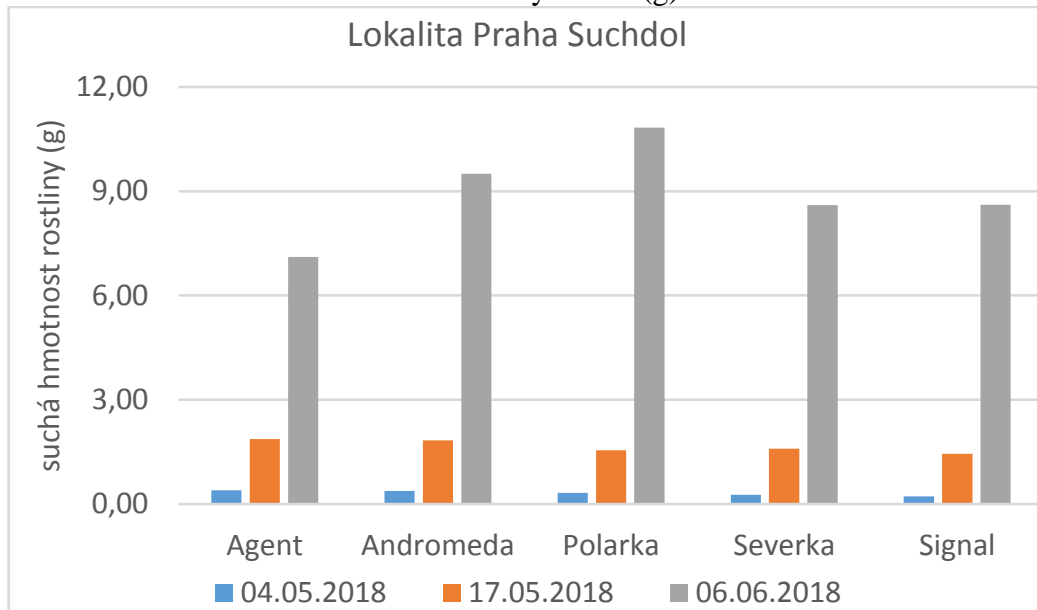
Graf 6: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině v čase (g).



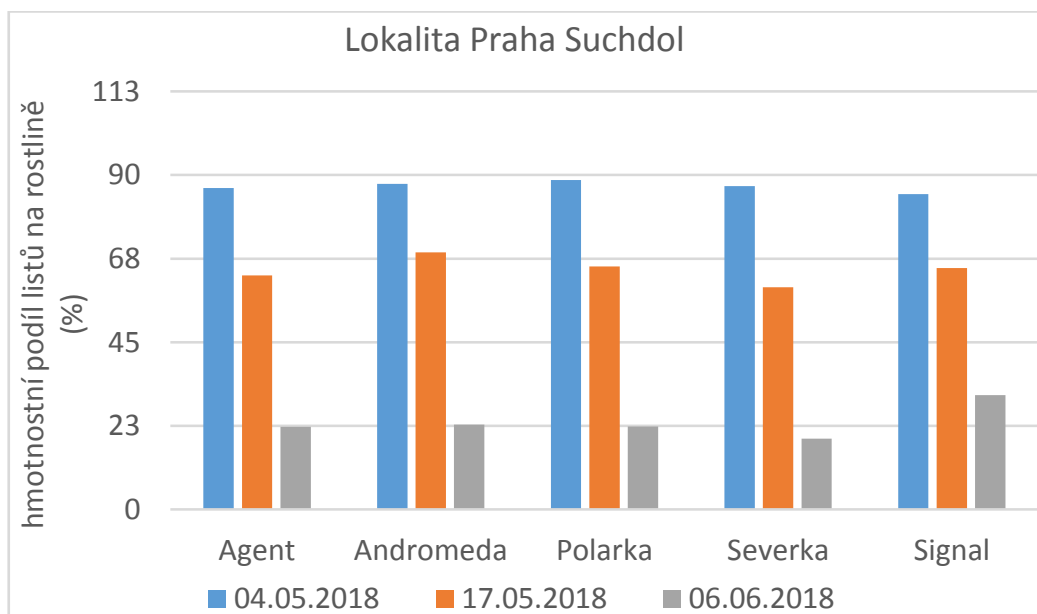
Graf 7: Průměrná suchá hmotnost lodyhy rostliny v čase (g).



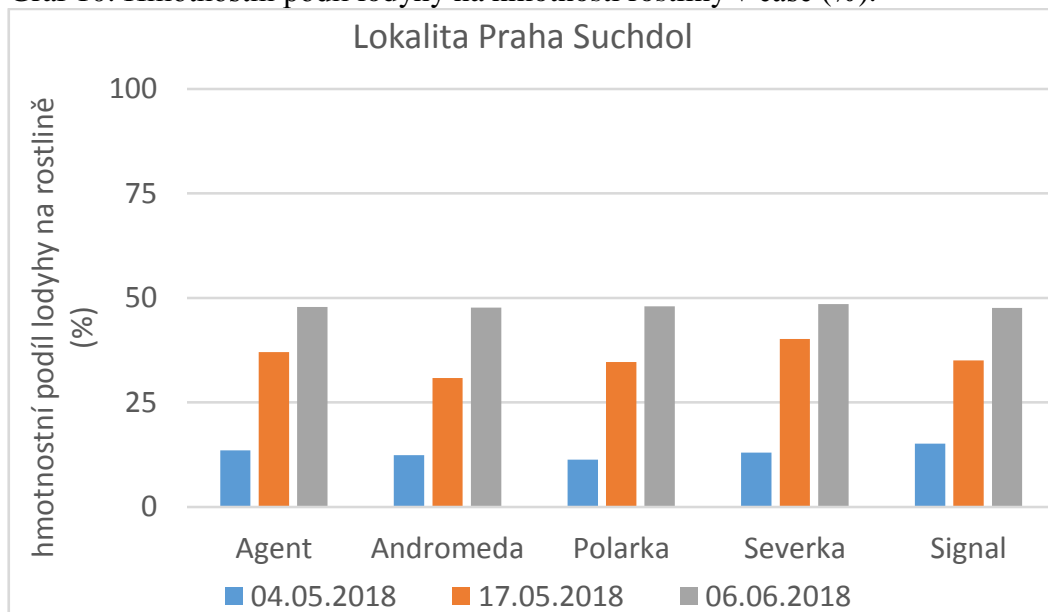
Graf 8: Průměrná suchá hmotnost rostliny v čase (g).



Graf 9: Hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny v čase (%).



Graf 10: Hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny v čase (%).



### 5.3. Lokalita Stupice

Při prvním měření byly největší rozdíly pozorovány u průměrné hmotnosti listů. Nejvyšší hmotnosti listů dosahovala odrůda Severka, která tak dosáhla i nejvyšší hmotnosti celkové rostliny. Naopak listy odrůdy Andromeda vážily nejméně ze všech zkoušených odrůd. V dalších sledovaných parametrech nebyly průkazné rozdíly.

Při druhém odběru odrůda Severka opět dosahovala nejvyšší hmotnosti listů, a tím pádem i nejvyšší hmotnosti celé rostliny. Na druhou stranu, odrůda Andromeda dosahovala stejně jako při prvním měření nejnižší hmotnosti listů a ještě k tomu měla i nejnižší hmotnost stonku, tím pádem i celková hmotnost byla nejnižší u této odrůdy. U hodnoceného procentuálního zastoupení jednotlivých částí nebyl průkazný rozdíl mezi odrůdami.

Tab. 9: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Stupice – 9. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		rostlina celkem (g)		podíl listy/rostlina (%)		podíl stoněk/rostlina (%)	
Agent	0,652	ab	0,280	a	0,816	ab	66,8	a	34,2	a
Andromeda	0,355	a	0,177	a	0,550	a	68,2	a	31,8	a
Polárka	0,536	ab	0,177	a	0,678	a	70,1	a	29,9	a
Severka	0,726	b	0,258	a	0,991	b	71,9	a	28,1	a
Signal	0,523	ab	0,218	a	0,697	ab	72,9	a	27,1	a

Tab. 10: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, rostliny (g) a hmotnostní podíl listů a lodyhy na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Stupice – 16. 5. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

Odrůda	hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		rostlina celkem (g)		podíl listy/rostlina (%)		podíl stoněk/rostlina (%)	
Agent	0,639	ab	0,644	b	1,264	b	49,1	a	50,9	a
Andromeda	0,420	a	0,342	a	0,731	a	52,7	a	47,3	a
Polárka	0,740	bc	0,612	b	1,361	bc	54,1	a	45,9	a
Severka	0,955	c	0,716	b	1,664	c	56,2	a	43,8	a
Signal	0,633	ab	0,594	ab	1,181	b	51,3	a	48,7	a

Z hodnot získaných při třetím měření lze pozorovat, že rostliny odrůdy Andromeda dosahovaly největší výšky, naopak odrůda Severka měla rostliny nejnižší. Výška rostliny měla u odrůdy Andromeda také vliv na počet listů, který byl v rámci sledovaných odrůd nejvyšší. Díky tomu měla tato odrůda i největší hmotnost listů a nejvyšší procentuální zastoupení listů na hmotnost rostliny. Rozdíly byly pozorovatelné i u dalších hmotnostních parametrů. Zde nejvyšší hmotnosti stonku, šesulí a celé rostliny dosáhla odrůda Polárka. Oproti tomu odrůdy Severka a Signal měly nejnižší hmotnosti. Také procentuální zastoupení hmotnosti jednotlivých částí bylo

mezi odrůdami odlišné. Odrůda Signal dosáhla nejvyššího podílu hmotnosti stonku a nejnižšího podílu hmotnosti šesulí.

Tab. 11: Průměrná délka rostliny (m), průměrný počet listů na rostlině (kusy), suchá hmotnost listů na rostlině, lodyhy, šesulí a rostliny (g) na lokalitě Stupice – 8. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

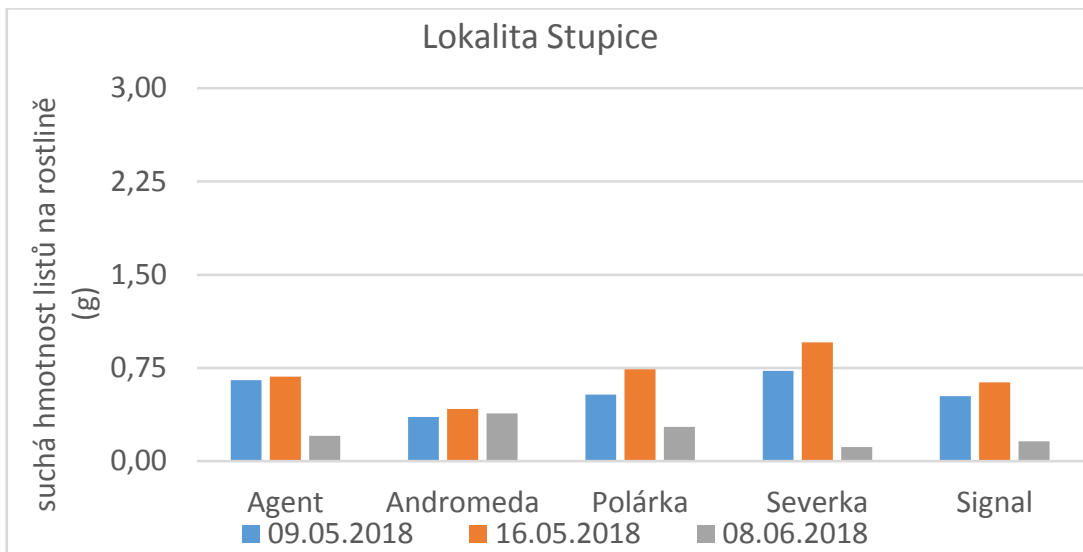
Odrůda	výška (m)		počet listů		hmotnost listů (g)		hmotnost lodyhy (g)		hmotnost šesulí (g)		rostlina celkem (g)	
Agent	0,784	ab	5,9	a	0,204	ab	1,629	ab	0,977	ab	2,809	ab
Andromeda	0,889	b	8,7	b	0,385	b	2,602	ab	1,763	bc	4,749	bc
Polárka	0,861	ab	6,7	ab	0,277	ab	2,766	b	2,004	c	5,047	c
Severka	0,740	a	4,9	a	0,113	a	1,501	a	0,724	a	2,338	a
Signal	0,826	ab	6,2	a	0,161	a	1,638	ab	0,632	a	2,431	a

Tab. 12: Hmotnostní podíl listů, lodyhy a šesulí na celkové hmotnosti rostliny (%) na lokalitě Stupice – 8. 6. 2018. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly ( $\alpha = 0,05$ , ANOVA, LSD test).

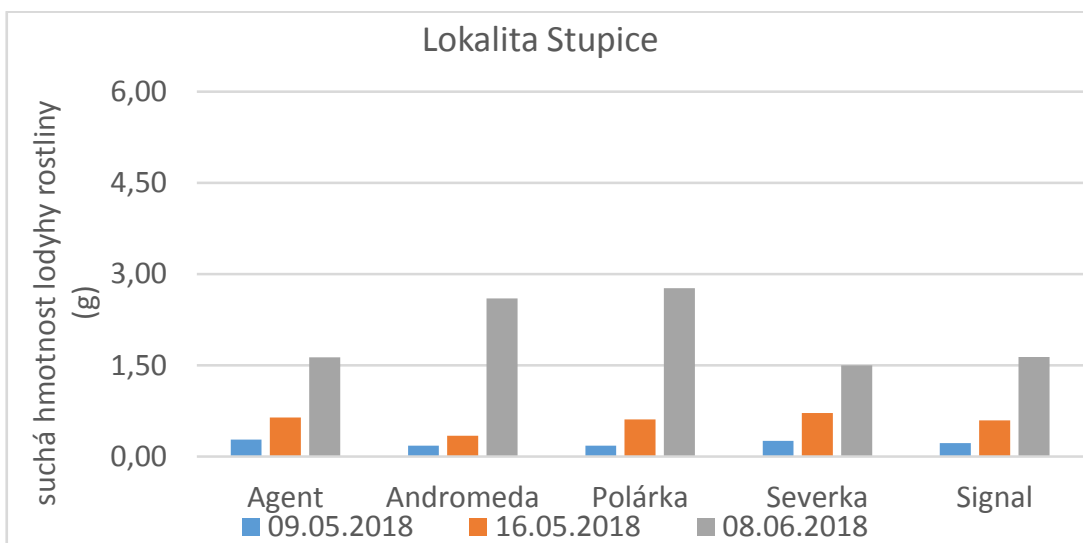
Odrůda	podíl listy/rostlina (%)		podíl stonek/rostlina (%)		podíl šesule/rostlina (%)	
Agent	6,6	ab	58,8	ab	34,6	ab
Andromeda	8,3	b	54,3	a	37,4	ab
Polárka	4,6	ab	55,5	a	39,8	b
Severka	2,9	a	64,5	bc	32,6	ab
Signal	6,5	ab	67,9	c	25,6	a

Grafy 11, 12, 13, 14 a 15 znázorňují vývoj jednotlivých odrůd v čase a to konkrétně hmotností a poměrem listů a stonku na rostlině a hmotností celé rostliny. Průběh je u všech odrůd velmi podobný. V rané fázi růstu měly listy největší zastoupení na hmotnosti rostliny, ovšem s postupem času jejich podíl klesal a místo toho se zvětšoval podíl hmotnosti stonku.

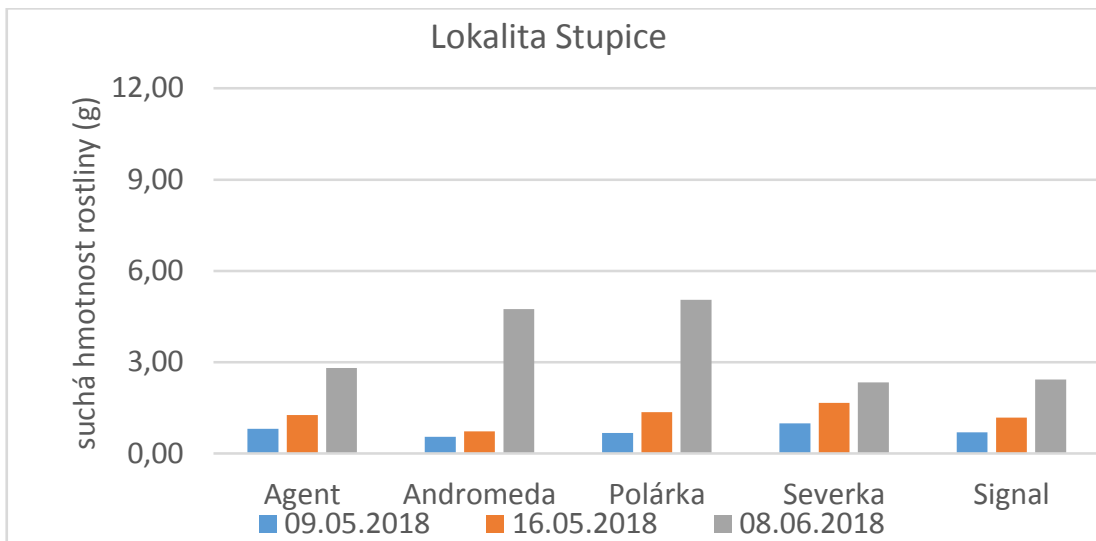
Graf 11: Průměrná suchá hmotnost listů na rostlině v čase (g).



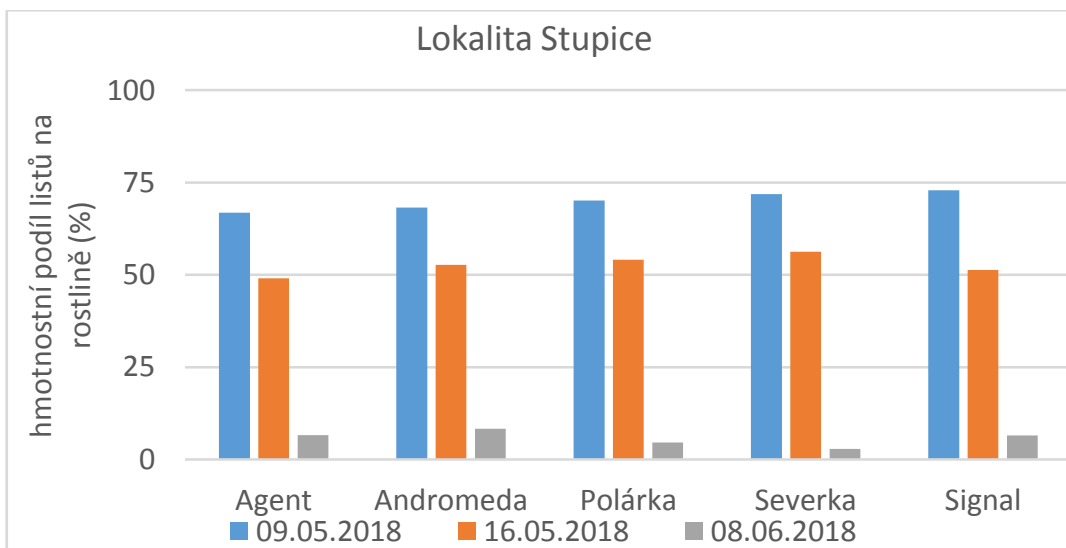
Graf 12: Průměrná suchá hmotnost lodyhy rostliny v čase (g).



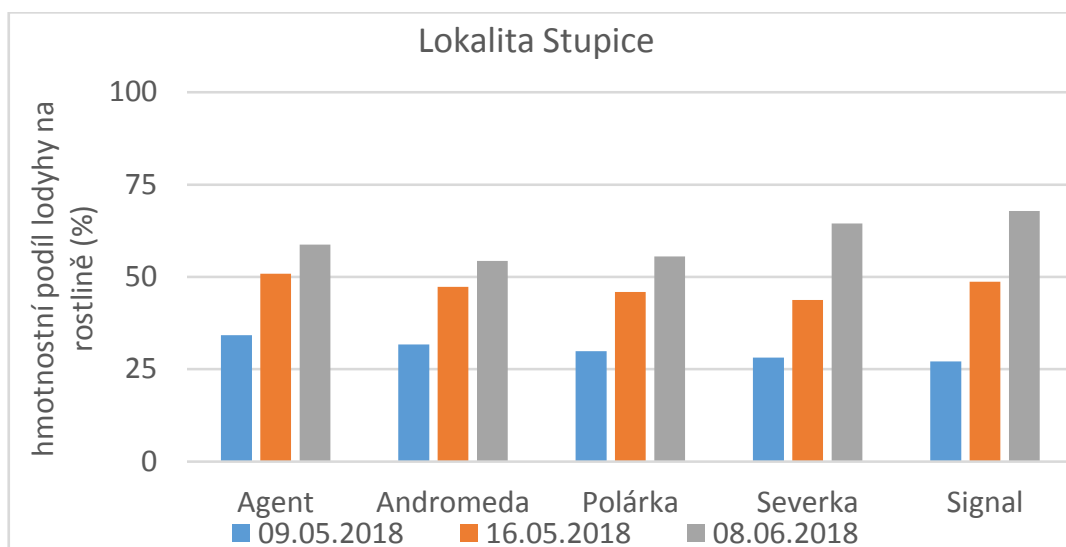
Graf 13: Průměrná suchá hmotnost rostliny v čase (g).



Graf 14: Hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny v čase (%).



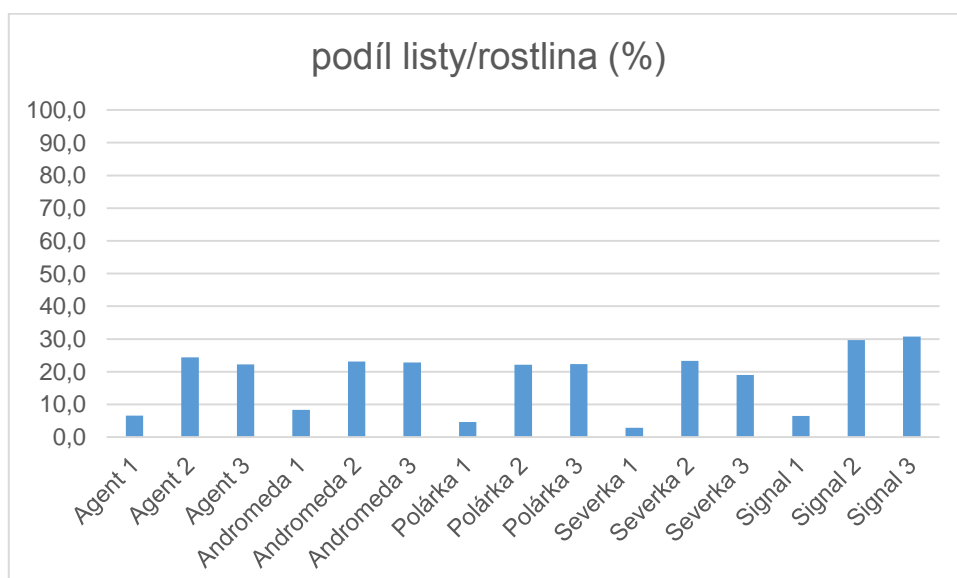
Graf 15: Hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny v čase (%).



#### 5.4. Celkové výsledky pro hodnocené lokality a termíny

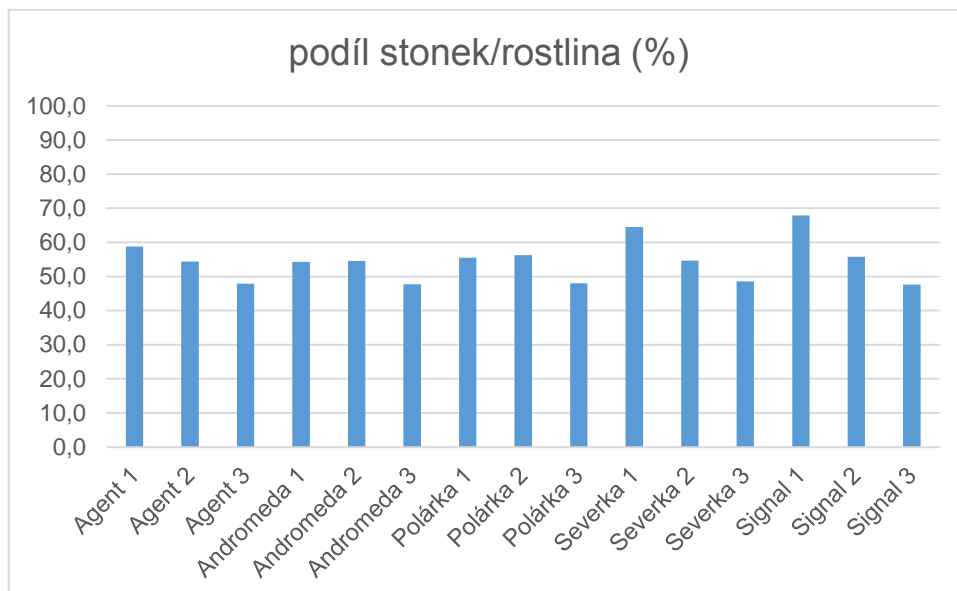
Grafy 16, 17 a 18 znázorňují hmotnostní podíly jednotlivých částí rostlin na celkové hmotnosti rostliny při posledním měření na všech lokalitách. Nejlépe lze pozorovat podíl hmotnosti listů, který je u všech odrůd z lokality Stupice nejvyšší. Dále je dobře patrné, že nejvyšší podíl hmotnosti stonku na celkové hmotnosti byl pozorován na lokalitě Praha Suchdol.

Graf 16: Hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení na lokalitách: 1 – Stupice, 2 – Červený Újezd, 3 – Praha Suchdol.

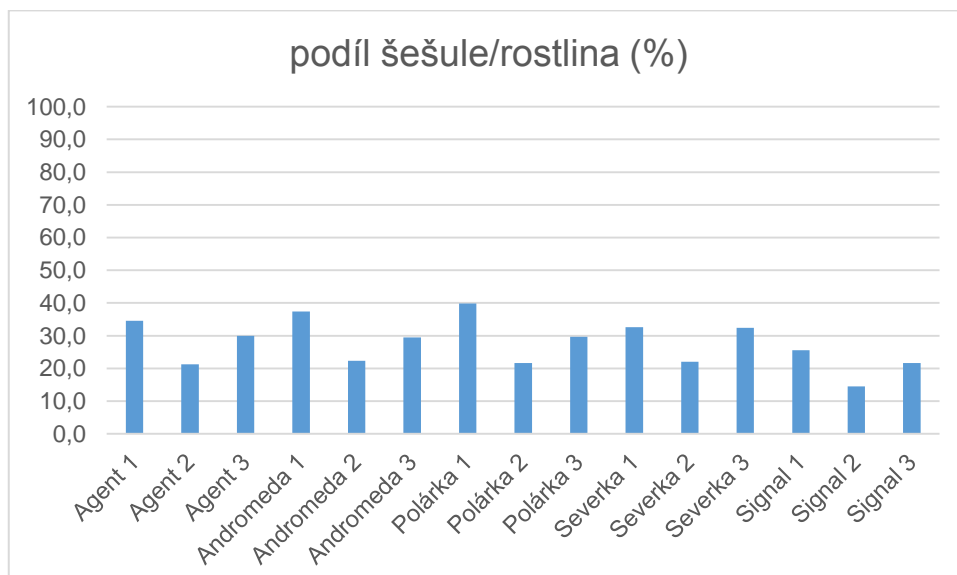




Graf 17: Hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení na lokalitách: 1 – Stupice, 2 – Červený Újezd, 3 – Praha Suchdol.



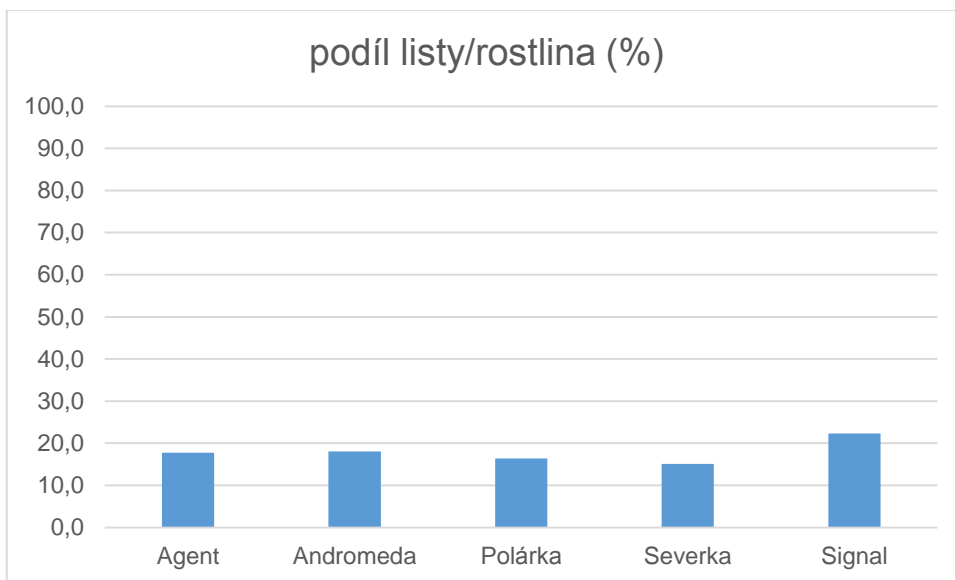
Graf 18: Hmotnostní podíl šesulí na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení na lokalitách: 1 – Stupice, 2 – Červený Újezd, 3 – Praha Suchdol.



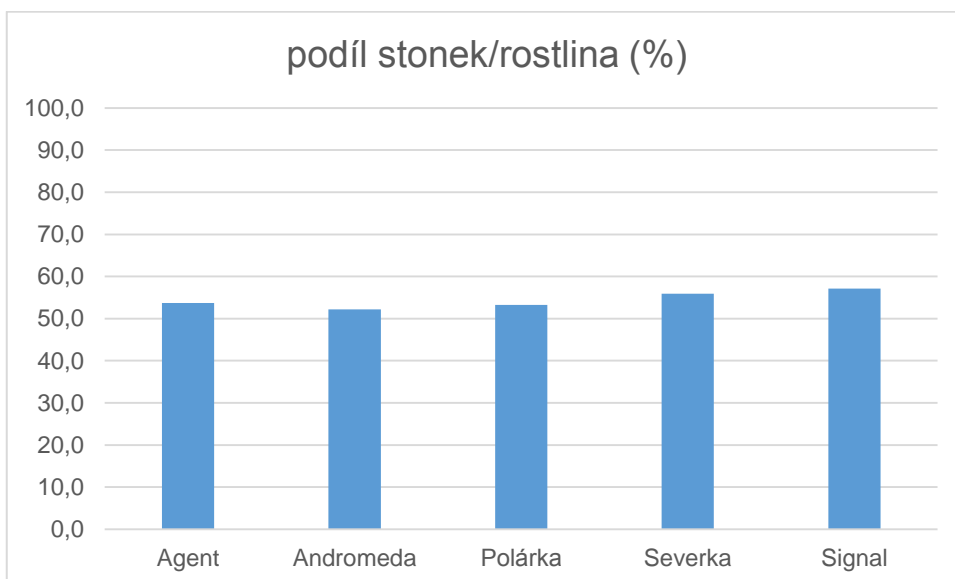
Grafy 19, 20 a 21 znázorňují průměrné procentuální zastoupení hmotnosti jednotlivých částí rostlin ze všech lokalit na celkové hmotnosti. Zde je dobře patrné, že odrůda Signal na všech

lokalitych dosahovala nejvyššího zastoupení listů na celkové hmotnosti a naopak nejnižší zastoupení hmotnosti šišulí.

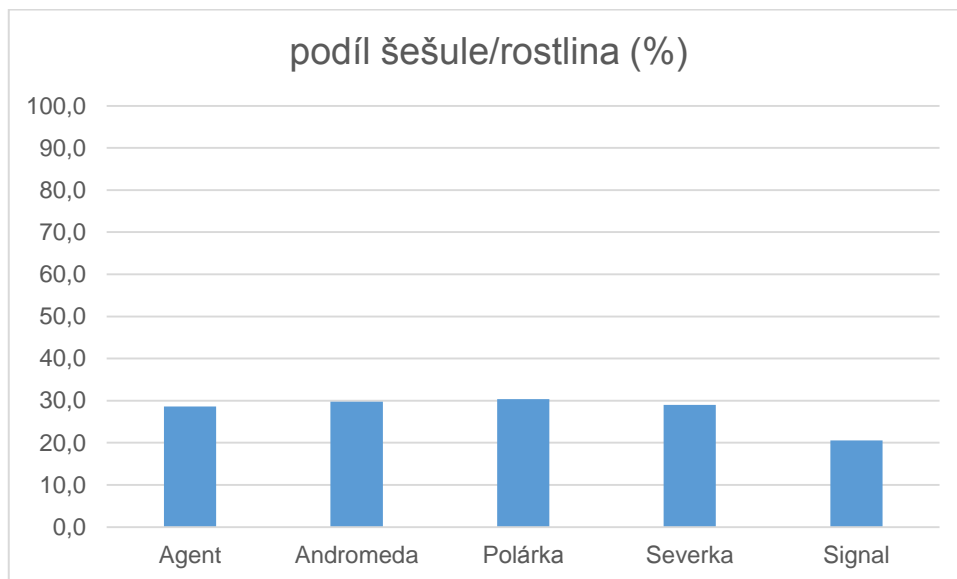
Graf 19: Hmotnostní podíl listů na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení – průměr lokalit.



Graf 20: Hmotnostní podíl lodyhy na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení – průměr lokalit.



Graf 21: Hmotnostní podíl šesulí na hmotnosti rostliny (%). Poslední termín hodnocení – průměr lokalit.



## 6. Diskuze

Mikšík et al. (2007) uvádí, že pro pěstování hořčice bílé jsou ideální podmínky v řepařské až kukuřičné oblasti z důvodu dobrého dozrávání rostlin. Ovšem při využití hořčice bílé jako meziplodiny je stádium zralých semen nežádoucí, proto ji lze pěstovat ve všech výrobních oblastech. V tomto případě však musí mít zemědělec z jiných oblastí na paměti, že porosty nemusí dosahovat takové výkonnosti jako v porovnání s porosty z oblastí, které jsou pro pěstování ideální. To je dáno vyšší sumou teplot v těchto ideálních oblastech, a proto i efektivnější fotosyntézou.

Může nastat i opačná situace. A to při pěstování hořčice bílé jako strniskové meziplodiny. V posledních letech, typickým příkladem byl rok 2018, je v letních měsících v půdě značný nedostatek vody, a to jak po sklizni předplodiny, která ji pro svůj růst velkou část spotřebovala, tak i kvůli nízkým srážkám. V těchto případech jsou zajištěny lepší podmínky pro růst v bramborářské oblasti než v řepařské nebo kukuřičné díky nižším teplotám a nižšímu výparu Vach et al (2005). Při našem experimentu byly lokality pouze v řepařské oblasti, a tak nebylo možné ověřit, jakým způsobem by byla dynamika růstu těchto odrůd ovlivněna jinými přírodními podmínkami.

Baranyk et al. (2010) v rámci výživy hořčice bílé nedoporučují porosty hnojit vysokými dávkami dusíkatých hnojiv z důvodu možného přerůstání a snížení kvality semen. Ovšem při pěstování hořčice bílé jako meziplodiny se problém s přerůstáním neřeší, ba naopak je vysoká intenzita růstu žádoucí, aby došlo k co nejrychlejší tvorbě biomasy. Díky tomu dojde k rychlému zakrytí povrchu půdy a projeví se ve značné míře pozitivní vlastnosti, kvůli kterým jsou meziplodiny pěstovány.

Možnost hnojit porosty strniskových meziplodin je v dnešní době vítána zemědělci, především těmi, kteří mají bioplynové stanice nebo velmi silnou živočišnou výrobu. Velmi často nemají dostatečnou skladovací kapacitu na kejdu či digestát nebo nejsou schopni dostatečně rychle aplikovat tato hnojiva na jaře nebo na podzim, proto využívají možnosti, kdy v letním období pohnou meziplodiny. Díky tomu dokáží vytvořit velké množství biomasy a napoutat tak velké množství živin (Kisielewska & Harasimowicz-Hermann 2008). Tyto živiny se po odumření rostlin opět uvolní do půdy a mohou být využity dalšími plodinami.

O možných problémech se zpracováním půdy a setím plodin do polehlých porostů se zmínil Brant et al. (2017b) při použití hrachu setého a hrachu rolního jako meziplodiny. Tyto problémy však mohou nastat i při pěstování hořčice bílé. Hodně nahnojené porosty mohou vlivem silného větru a deště polehnout, což může znesnadnit setí do neumrtveného porostu, protože stonky rostlin mohou znesnadnit průchodnost jednotlivých secích ústrojí. Avšak hořčice bílá má poměrně křehký stonek, a proto lze tento problém vyřešit použitím řezacích válců před setím nebo řezacími talíři před secím ústrojím. V podmínkách České republiky jsou plodiny do porostu hořčice bílé zakládány až v jarním období, kdy byly rostliny umrtveny mrazem v zimním období. Z tohoto důvodu nebývají se setím problémy.

V době tvorby šesulí docházelo ke snižování hmotnosti listů, což pozoroval i Brant et al. (2017b). Z důvodu přechodu do generativní fáze rostlina investuje své zdroje do tvorby semen, proto z listů odvádí asimilované látky a přesouvá je do šesulí, čímž klesá hmotnost listů. Tento trend byl pozorován i při našich pokusech na lokalitě Stupice. Na ostatních lokalitách pozorován nebyl. Je to zřejmě z důvodu, že zde byla dobrá zásobenost vodou a rostliny nebyly ještě v pokročilé fázi tvorby semen, a proto v době třetího odběru probíhala ještě asimilace ve velké míře. Ovšem na lokalitě Stupice se rostliny potýkaly s nedostatkem vody, a proto začaly poměrně brzo přesouvat asimiláty do šesulí, aby zajistily dobrý vývoj semen.

Rozdílné hmotnosti listů, především v počátečních fázích vývoje, do velké míry způsobily rozdíly v hmotnostech mezi jednotlivými odrůdami, ale také lokalitami. Listy poskytují největší fotosynteticky aktivní plochu, která zaujímá velkou část biomasy (Garry et al. 1999). Kvůli tomu odrůdy, které v počátečních fázích měly vysokou hmotnost listů, dosahovaly zpravidla vysokých hmotností celých rostlin při posledním měření. Z důvodu vyšší hmotnosti listů měly i větší listovou plochu. To mělo za následek intenzivnější fotosyntézu a lepší tvorbu asimilátu pro růst celé rostliny.

Důležitost vody pro dobrý a intenzivní růst zmiňuje Fuksa et al. (2013). Produkci biomasy ve velkém ovlivňuje průběh ročníku, především teploty v době růstu a množství vody v půdě. Pokusné parcely se nacházely v oblastech s podobným průběhem teplot. Odlišné ovšem bylo množství vody v půdě. Lokalita Stupice se nachází v sušší oblasti a tento faktor se v roce 2018 prokázal ve větší míře díky suchu, které panovalo v květnu a červnu. Na této lokalitě byl větší nedotek vody než na zbývajících dvou a to mělo za následek znatelně nižší produkci biomasy v porovnání s lokalitami Praha Suchdol a Červený Újezd.

Významné rozdíly se projevily i ve výšce rostlin hořčice bílé. Ty dosahovaly výšky od 0,75 metru do 1 metru. Největší rozdíl mezi odrůdami byl na lokalitě Praha Suchdol. Lokalita na výšku rostlin neměla příliš velký vliv. Jednotlivé odrůdy samozřejmě na některých lokalitách dosahovaly různých výšek, ale tento vliv neměl příliš velký význam. Výška, které porosty dosahovaly, byla poměrně vysoká. Pokud by tedy chtěl zemědělec pěstovat hořčici bílou ve směsi, je dobré, aby do ní zahrnul spíše vzrůstnější druhy plodin, protože by mohlo dojít k jejich omezení v růstu rostlinami hořčice bílé (Brant et al. 2017a).

Z nižších výnosů hmotností z lokality Stupice zapříčiněné nižší zásobou vody lze uvažovat o možnosti pěstování hořčice bílé ve směsi s jinou plodinou. Brant et al. (2017c) měli dobré výsledky se směsemi meziplodin. Myšlenka spočívá v tom, že v nepříznivém roce pro jednu plodinu bude dominovat ta druhá a naopak. Díky tomu se zvýší výnosová jistota a i v méně příznivých letech budou plněny funkce meziplodin v co největší míře.

Dále lze i použít směsi s rozdílnou dynamikou růstu, jednu plodinu s rychlým růstem, která by zajistila dobrý pokryv v počátečním období, a druhou, která by neměla tak rychlý růst v počáteční fázi, ale byla by vzrůstnější a v pozdějších fázích by tvořila velkou část biomasy. Tuto možnost by bylo možné použít na pozemcích s velkou půdní zásobou semen plevelů v půdě nebo v obdobích, kdy by hrozil intenzivní růst plevelů, a tím pádem by nemuselo dojít k dobré konkurenci rostoucí meziplodiny a potlačení růstu plevelů.

## 7. Závěr

Na základě provedených pokusů zabývajících se dynamikou růstu odrůd hořčice bílé lze vyvodit následující závěry:

- Mezi hodnocenými odrůdami hořčice bílé existují rozdíly v produkci nadzemní biomasy. Odrůdy Polárka a Andromeda dosahovaly v rámci celého pokusu vysokých hodnot hmotnosti nadzemní biomasy, naopak odrůda Signal dosahovala nejnižších hmotností.
- Poměrně vysoký vliv na produkci biomasy má lokalita, na které jsou rostliny pěstovány. Odrůdy, které na jedné lokalitě dosahují dobrých výsledků, mohou mít na jiné lokalitě horší výsledky než jiné odrůdy. Při našem pokusu odrůda Polárka dosahovala nejvyšší hmotnosti rostlin na lokalitách Stupice a Praha Suchdol, ale na lokalitě Červený Újezd dosahovala podobné produkce jako ostatní odrůdy.
- Procentuální zastoupení jednotlivých částí rostliny na celkové hmotnosti se v čase mění. Z počátku největší podíl má hmotnost listů, ale postupem času tento podíl klesá a je nahrazován podílem hmotnosti stonků.
- Mezi odrůdami existují rozdíly v procentuálním zastoupení jednotlivých částí, což může být rozhodující pro přesný typ využití hořčice jako meziplodiny. Z našich výsledků měla odrůda Signal na všech lokalitách nejvyšší zastoupení hmotnosti listů na celkové hmotnosti a nejnižší zastoupení hmotnosti šesulí. Ostatní odrůdy dosahovaly podobných hodnot procentuálního zastoupení jednotlivých částí.

Z těchto důvodů lze odrůdy s rychlejší dynamikou růstu doporučit k pěstování v případech, kdy požadujeme rychlou tvorbu biomasy a dobrou regulaci plevelů. Tyto odrůdy dokáží povrch půdy zakrýt rychleji, čímž znemožní klíčení a růst plevelů. Dokáží také vytvořit dostatek kvalitní biomasy v kratším časovém období v případě, že nebylo možné meziplodinu vysít dříve nebo když je pozemek potřeba připravit na včasné setí hlavní plodiny. Naopak odrůdy s pomalejší dynamikou růstu, při našem pokusu to byla odrůda Signal, lze použít v případech, kdy rostliny budou na pozemku delší čas, a hrozilo by, že by odrůdy s rychlejší dynamikou vytvořily zralá semena, a tím by došlo ke vzniku rizika zaplevelení v následujících plodinách.

Z těchto důvodů musí každý pěstitel znát podmínky svých pozemků, na kterých hospodaří, a zároveň vědět, co od porostu čeká, aby dokázal zvolit správnou odrůdu pro pěstování.



## 8. Literatura

1. Alcántara C, Pujadas A, Saavedra M. 2011. Management of *Sinapis alba* subsp. *mairei* winter cover crop residues for summer weed control in southern Spain. *Crop Protection* 30:1239-1244.
2. Alluvione F, Moretti B, Sacco D, Grignani C. 2011. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy* 36:4468–4481.
3. Askegaard M & Eriksen J. 2008. Residual effect and leaching of N and K in cropping systems with clover and ryegrass catch crops on coarse sand. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123:99-108.
4. Baets S. De, Poesen J, Meersmans J, Serlet L. 2011. Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *Catena* 85:237-244.
5. Baranyk P, Balík J, Hájková M, Havel J, Kazda J, Lošák T, Málek B, Markytán P, Plachká E, Richter R. 2010. Olejniny. Profi Press s. r. o., Praha.
6. Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. Meziplodiny. Kurent s.r.o., České Budějovice.
7. Brant V, Kroulík M, Pivec J, Fuksa P, Holec J, Cihlář P, Procházka L. 2011a. Vliv půdoochranného zpracování půdy na produkci biomasy silážní kukuřice. *Agromanuál* Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-zpracovani-pudy-v-porostech-silazni-kukurice> (accessed March 2019).
8. Brant V, Neckář K, Fuksa P, Pivec J, Venclová V. 2006. Entwicklung der Verunkrautung in verschiedenen Beständen von Sommerzwischenfrüchten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 20:309–316.
9. Brant V, Neckář K, Pivec J, Duchoslav M, Holec J, Fuksa P, Venclová V. 2009. Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. *Plant Soil and Environment* 55:17–24.
10. Brant V, Neckář K, Zamboch M, Hlavíčková D. 2005. Keimfähigkeit von Sommerzwischenfrüchten bei unterschiedlicher Wasserverfügbarkeit. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss* 48:66 -67.
11. Brant V, Pivec J, Fuksa P, Neckář K, Kocourková D, Venclová V. 2011b. Biomass and energy production of catch crops in areas with deficiency of precipitation during summer period in central Bohemia. *Biomass and Bioenergy* 35:1286-1294.
12. Brant V, Zábranský P, Škeříková M, Kroulík M, Hofbauer M, Kunte J. 2017a. Morfologická variabilita meziplodin. *Agromanuál* Available from:

- <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/morfologicka-variabilita-meziplodin> (accessed March 2019).
13. Brant V, Zábranský P, Škeříková M, Kunte J, Kroulík M, Procházka P. 2017c. Technologické postupy zakládání porostů vícedruhových směsí meziplodin Agromanuál Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/technologicke-postupy-zakladani-porostu-vicedruhovych-smesi-meziplodin> (accessed March 2019).
  14. Brant V, Zábranský P, Škeříková M, Vailich J, Kunte J, Kroulík M, Procházka P. 2017b. Alternativní využití luskovin (2) - morfologická variabilita hrachu setého a rolního. Agromanuál 12:88-91.
  15. Beckie H, Johnson E, Blackshaw R, Gan Y. 2008. Weed Suppression by Canola and Mustard Cultivars. *Weed Technology* 22:182-185.
  16. Constantin J, Dürr C, Tribouillois H, Justes E. 2015. Catch crop emergence success depends on weather and soil seedbed conditions in interaction with sowing date: A simulation study using the SIMPLE emergence model. *Field Crop Research* 176:22-33.
  17. Daugovish O, Thill D, Shafii B. 2002. Competition between wild oat (*Avena fatua*) and yellow mustard (*Sinapis alba*) or canola (*Brassica napus*). *Weed Science* 50:587-594.
  18. Dorsainvil F, Dürr C, Justes E, Carrera A. 2005. Characterisation and modelling of white mustard (*Sinapis alba* L.) emergence under several sowing conditions. *European Journal of Agronomy* 23:146-158.
  19. Fábry A, Bechyně M, Blažek F, Derco M, Hannich K, Korda J, Kováčik A. 1975. Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Státní zemědělské vydavatelství, Praha.
  20. Flohrová A. 1998. Význam meziplodin v systému hospodaření na půdě. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
  21. Frank T. 2003. Influence of slug herbivory on the vegetation development in an experimental wildflower strip. *Basic and Applied Ecology* 4:139-147.
  22. Freyer B. 2003. Fruchtfolgen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Stuttgart.
  23. Fuksa P, Hakl J, Brant V. 2013. Energy balance of catch crops production. *Zemdirbyste-Agriculture* 100:355-362.
  24. Gan Y, Malhib S. S, Brandt S, Katempa-Mupondwa F, Stevenson C. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of juncea Canola under diverse environments. *Agronomy Journal* 100:285-295.
  25. Garry G, Jeuffroy M. H, Tivoli B. 1998. Effects of ascochyta blight (*Mycosphaerella pinodes* Berk. *Annals of Applied Biology* 132:49-59.

26. Hakansson I, Arvidsson J, Etana A, Rydberg T, Keller T. 2013. Effects of seedbed properties on crop emergence. 6. Requirements of crops with small seeds. *Soil and Plant Science* 63:554-563.
27. Hůla J, Novák P, Kovaříček P, Vlášková M. 2016. Zpracování půdy přispívající k omezení odtoku vody a smyvu zeminy. *Agromanuál* Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zpracovani-pudy-prispivajici-k-omezeni-odtoku-vody-a-smyvu-zeminy> (accessed March 2019).
28. Joëlsson A, Kyllmar K. 2002. Implementation of best management practices in agriculture: modelling and monitoring of impacts on nitrogen leaching. *Water Science and Technology* 45:43–50.
29. Kohout V, Kohoutová D. 2017. Proč (ne)pěstovat strništní meziplodiny?. *Agromanuál* Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/proc-ne-pestovat-strnistni-meziplodiny> (accessed March 2019).
30. Kostelanský F. 2000. *Obecná produkce rostlinná*. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
31. Kemper B, Derpsch R. 1981. Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraña, Brazil. *Soil and Tillage Research* 1:253-267.
32. Kisielewska W, Harasimowicz-Hermann G. 2008. Impact of the sowing time on accumulation of mineral elements by white mustard cultivated as an intercrop. *Rośliny Oleiste* 29:209-216.
33. Krasnodebska-Ostrega B, Sadowska M, Ostrowska S. 2012. Thallium speciation in plant tissues—Tl(III) found in *Sinapis alba* L. grown in soil polluted with tailing sediment containing thallium minerals. *Talanta* 93:326-329.
34. Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. *Obecná produkce rostlinná*. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
35. Liu J, Bergkvist G, Ulén B. 2015. Biomass production and phosphorus retention by catch crops on clayey soils in southern and central Sweden. *Field Crops Research* 171:130-137.
36. Maňasová M, Wenzlová J, Douda O, Zouhar M, Novotný D, Ryšánek P, Mazáková J, Chochola J, Pavlů K, Šarovská L, Fridrich P, Novik A. 2017. Výzkum alternativních způsobů ochrany řepy cukrové proti háďátku řepnému *Heterodera schachtii* (Schmidt, 1871). *Listy cukrovarnické a řepařské* 133:276-284.
37. Mikšík V, Zukalová H, Prášilová M, Vašák J. 2007. *Hořčice - pěstitelský rádce*. Kurent s.r.o., České Budějovice.

38. Moreno M. M, Lacasta C, Meco R, Moreno C. 2011. Rainfed crop energy balance of different farming systems and crop rotations in a semi-arid environment: results of a long term trial. *Soil and Tillage Research* 114:18–27.
39. Moudrý J, Bárta J, Bártová V, Bubeník J, Diviš J, Dostálová R, Hýbl M. 2011. *Alternativní plodiny*. Profi Press, Praha.
40. Nagare H, Fujiwara T, Inoue T, Akao S, Inoue K, Maeda M, Yamane S, Takaoka M, Oshita K, Sun X. 2012. Nutrient recovery from biomass cultivated as catch crop for removing accumulated fertilizer in farm soil. *Water Science and Technology* 66:1110-1116.
41. Philipps L, Stopes C. 1995. The Impact of Rotational Practice on Nitrate Leaching Losses in Organic Farming Systems in the United Kingdom. *Biological Agriculture & Horticulture* 11:123-134.
42. Plociniczak T, Kukla M, Watroba R, Piotrowska-Seget Z. 2013. The effect of soil bioaugmentation with strains of *Pseudomonas* on Cd, Zn and Cu uptake by *Sinapis alba* L.. *Chemosphere* 91:1332-1337.
43. Poggio S. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agric. Ecosyst. Environ* 109:48–58.
44. Richards I. R, Wallace P. A, Turner I. D. S. 1996. A comparison of six cover crop types in terms of nitrogen uptake and effect on response to nitrogen by a subsequent spring barley crop. *The Journal of Agricultural Science* 127:441-449.
45. Sobszcak M, Golinowski W, Soliman A. 2005. Defence responses of white mustard, *Sinapis alba*, to infection with the cyst nematode *Heterodera schachtii*. *Nematology* 7:881-889.
46. Spitters C. J. T. 1983a. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. I. Estimation of competition effects. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 31:1–11.
47. Spitters, C. J. T. 1983b. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 2. Marketable yield. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 31:143–155.
48. Šrámková A. 2018. Nektarodárné biopásy. *Agromanuál* Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nektarodarne-biopasy> (accessed March 2019).

49. Vach M, Haberle J, Javůrek M, Procházková B, Suškevič M, Neudert L. 2005. Pěstování mezipločin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
50. Vaněk A, Komárek M, Chrastný V, Bečka D, Mihaljevič M, Šebek O, Panušková G, Schusterová Z. 2010. Thallium uptake by white mustard (*Sinapis alba* L.) grown on moderately contaminated soils—Agro-environmental implications. *Journal of Hazardous Materials* 182:303-308.
51. Váňová M, Matušinský P, Javůrek M, Vach M. 2012. Vliv způsobu zpracování půdy na výskyt vybraných chorob obilnin. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, Kroměříž.
52. Wilczewski E. 2010. Utilization of nitrogen and other macroelements by non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop. *Ecological Chemistry and Engineering A* 17:689-698.
53. Wilczewski E, Szczepanek M. 2018. Accumulation of bioelements in the biomass of plants grown as stubble catch crops depending on the sowing time. *Journal of Elementology* 23:261-272.