

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Odolnost genotypů luskovin rodu *Pisum* k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům

Diplomová práce

Autor: Bc. Veronika Vosáhllová

Studijní program: P-SBN

Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Veronika Vosáhlová

Studijní program: N1501 Biologie

Studijní obor: 1501T015 Systematická biologie a ekologie

Název závěrečné práce: **Odolnost genotypů luskovin rodu *Pisum* k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům**

Název závěrečné práce AJ: Resistance of genotypes of legumes genus *Pisum* to frost, drought and selected biotic factors

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Teoretická část práce se bude věnovat situacím pěstování luskovin v České republice a vybraných zemích. Dále se bude zabývat chorobami, škůdci a podmínkami pro jejich pěstování v České republice. V praktické části bude sledována úspěšnost přezimování ozimých luskovin.

U vybraných genotypů ozimých i jarních luskovin bude sledována míra tolerance k vybraným faktorům a jejich vhodnost pro pěstování v českých podmínkách. Vybrány budou genotypové materiály luskovin z České republiky a zemí Evropské unie. Cílem práce je vytipování nejúspěšnějších genotypů v podmínkách českého Polabí na základě produktivity a rezistence k vybraným faktorům.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

MAY, C. Le, JUMEL, S., SCHOENY, A. et TIVOLI, B. 2008. Ascochyta blight development on a new winter pea genotype highly reactive to photoperiod under field conditions. *Field Crops Research*. 111, 2009, p. 32 - 38. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290. MIKIĆ, A., MIHAILOVIĆ, V., ČUPINA, B., DORDEVIĆ, V., MILIĆ, D., DUC, G., STODDARD, F. L., LEJEUNE-HÉNAUT, I., MARGET, P. et HANOCQ, E. 2011. Achievements in breeding autumn-sown annual legumes for temperate regions with emphasis on the continental Balkans. *Euphytica*. 180, 2011, p. 57 - 67. Springer, Berlin. ISSN 0014-2336. URBATZKA, P., GRAß, R., HAASE, T., SCHÜLER, C. et HEB, J. 2012. Influence of different sowing dates of winter pea genotypes on winter hardiness and productivity as either winter catch crop or seed legume. *European Journal of Agronomy*. 40, 2012, p. 112 - 119. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1161-030. SHAFIQ, S., MATHER, D. E., AHMAD, M. et PAULL, J. G. 2012. Variation in tolerance to radiant frost at reproductive stages in field pea germplasm. *Euphytica*. 186, 2012, p. 831 - 845. Springer, Berlin. ISSN 0014-2336.

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Dvořák, Ph.D.

Konzultant: Ing. Roman Tyller, SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice
Chlumeck nad Cidlinou, 503 51 Chlumeck nad Cidlinou, Česká
republika

Oponent: doc. Ing. Jiří Tůma, CSc.

Datum zadání závěrečné práce: 23. 5. 2016

Datum odevzdání závěrečné
práce:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala konzultantovi Ing. Romanu Tyllerovi ze Šlechtitelské stanice Chlumeck nad Cidlinou SELGEN, a.s. za pomoc a cenné rady při zpracovávání diplomové práce, za poskytnutí spolupráce při sklizni, vyhodnocování výsledků a především za možnost realizace této práce. Děkuji za pomoc při identifikaci fytopatogenů Mgr. Janu Wiplerovi a společnosti AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., zejména paní Ing. Radmile Dostálové, Mgr. Elišce Ondráčkové a RNDr. Michalu Ondřejovi, CSc. A také děkuji paní RNDr. Zuzaně Dučaiové, Ph.D. a dalším odborníkům za pomoc při statistickém zpracování této práce a Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích za možnosti realizace svých pozorování na výzkumné stanici na Svalbardu. Děkuji také vedoucímu práce Ing. Vladimíru Dvořákovi, Ph.D. za vedení této práce, podporu při jejím vzniku a za prostor pro realizaci svých nápadů.

Anotace

VOSÁHLOVÁ, V. *Odolnost genotypů luskovin rodu Pisum k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům*. Hradec Králové, 2017. Diplomová práce. Katedra biologie, Fakulta přírodovědecká, Univerzita Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Vladimír Dvořák. 124 s.

Teoretická část práce se věnuje situacím pěstování luskovin v České republice a vybraných zemích. Dále se zabývá chorobami, škůdci a podmínkami pro jejich pěstování v České republice. V praktické části je sledována úspěšnost přezimování ozimých luskovin. U vybraných genotypů ozimých i jarních luskovin je sledována míra tolerance k vybraným faktorům a jejich vhodnost pro pěstování v českých podmínkách. Vybrány jsou genotypové materiály luskovin z České republiky a zemí Evropské unie. Cílem práce je vytipování nejúspěšnějších genotypů v podmínkách českého Polabí na základě produktivity a rezistence k vybraným faktorům.

Klíčová slova: luskoviny, genotypy, odolnost, mráz, sucho, biotické faktory

Annotation

VOSÁHLOVÁ, V. *Resistance of genotypes of legumes genus Pisum to frost, drought and selected biotic factors*. Hradec Králové, 2017. Diploma Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Vladimír Dvořák. 124 p.

The theoretical part deals with the situation of legumes cultivation in the Czech Republic and selected countries. It also deals with diseases, pests and conditions for their cultivation in the Czech Republic. In the practical part the successrate of wintering of legumes is monitored. For selected genotypes of winter and spring legumes the degree of tolerance to the selected factors and their suitability for cultivation in the Czech conditions is monitored. The materials used come from the Czech Republic and the European Union countries. The aim of this work is the identification of the most successful genotypes for the conditions of the Czech Elbe region on the basis of productivity and resistance to the selected factors.

Key words: legumes, genotypes, resistance, frost, drought, biotic factors

OBSAH

1	Úvod a cíle práce.....	1
2	Teoretická část	3
2.1	Význam luskovin	3
2.2	Situace a podmínky pěstování luskovin ve světě a v České republice.....	4
2.3	Rostliny a stres	7
2.4	Luskoviny a stres.....	8
2.4.1	Mráz	8
2.4.1.1	Vliv mrazu na hrách setý.....	8
2.4.1.2	Rezistence hrachu setého	11
2.4.1.3	Přezimování hrachu setého.....	12
2.4.2	Sucho.....	14
2.4.3	Choroby.....	15
2.4.3.1	Přehled chorob u hrachu.....	15
2.4.3.2	Strupovitost (antraknóza) hrachu	17
2.4.3.3	Hnědá strupovitost.....	20
2.4.3.4	Suchá kořenová spála	21
2.4.3.5	Kořenová spála.....	21
2.4.3.6	Rezistence hrachu setého	24
2.4.4	Škůdci.....	26
3	Metodika	30
3.1	Hodnocení vlastností luskovin v polních podmínkách.....	30
3.1.1	Přezimování a hodnocení vlastností pelušky ozimé.....	33
3.1.1.1	Přezimování pelušky ozimé	33
3.1.1.2	Hodnocení vlastností pelušky ozimé.....	35
3.1.2	Hodnocení vlastností a výskytu chorob hrachu jarního	36
3.1.2.1	Hodnocení vlastností hrachu jarního	36
3.1.2.2	Hodnocení výskytu chorob u hrachu jarního	38
3.2	Sledování pelušky ozimé v řízených podmínkách	40
3.2.1	Sledování mrazuvzdornosti	40
3.2.2	Sledování vlivu sucha.....	43
4	Výsledky	46
4.1	Výsledky z hodnocení vlastností luskovin v polních podmínkách	46
4.1.1	Výsledky z přezimování a hodnocení vlastností pelušky ozimé	46

4.1.1.1	Výsledky z hodnocení přezimování pelušky ozimé	46
4.1.1.2	Výsledky z hodnocení vlastností pelušky ozimé.....	46
4.1.2	Výsledky z hodnocení vlastností a výskytu chorob hrachu jarního	47
4.1.2.1	Výsledky z hodnocení vlastností hrachu jarního.....	47
4.1.2.2	Výsledky z hodnocení výskytu chorob u hrachu jarního	49
4.2	Výsledky ze sledování pelušky ozimé v řízených podmínkách	51
4.2.1	Výsledky ze sledování mrazuvzdornosti.....	51
4.2.2	Výsledky ze sledování vlivu sucha	53
5	Vyhodnocení výsledků.....	55
6	Diskuze.....	73
7	Závěr	80
8	Seznam použité literatury.....	84
9	Přílohy.....	101
9.1	Seznam obrázků, grafů, tabulek, map a jejich zdrojů	101
9.2	Obrazová dokumentace sklizně 2016.....	103
9.3	Obrazová dokumentace chorob hrachu setého v polních podmínkách	107
9.4	Obrazová dokumentace z mikroskopického hodnocení hub v Šumperku.....	109
9.5	Obrazová dokumentace ze sledování mrazuvzdornosti pelušky ozimé v řízených podmínkách	112
9.6	Obrazová dokumentace sledování vlivu sucha pelušky ozimé v řízených podmínkách	116
9.7	Hodnocení pelušky ozimé v letech 2015 až 2016	119
9.8	Hodnocení hrachu jarního v roce 2016	120
9.9	Klíčení pelušky ozimé po působení mrazu v řízených podmínkách	121
9.10	Klíčení pelušky ozimé při různých vlhkostních podmínkách	122
9.11	Meteorologické záznamy v období září 2015 až srpen 2016	123
9.12	Souhlas se zveřejněním údajů ŠS Chlumec nad Cidlinou.....	124

1 ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Tato práce byla realizována ve spolupráci se Šlechtitelskou stanicí Chlumeck nad Cidlinou SELGEN, navazuje na bakalářskou práci. Práce se zaměřuje již na konkrétní biotické a abiotické faktory jako je mráz, sucho a komplex kořenových a krčkových chorob rodu *Pisum*. Sledovanou rostlinou je jarní forma hrachu setého – polního (*Pisum sativum* subsp. *hortense*) a ozimá forma hrachu setého – krmného, pelušky (*Pisum sativum* subsp. *arvense*).

Spolupráce mezi autorkou a vedoucím šlechtitelského programu hrachu setého, Ing. Romanem Tyllerem pokračovala v období podzim 2015 až léto 2016. Autorka společně s dalšími spolupracovníky této šlechtitelské stanice sledovala standardní vlastnosti hrachu jarního a pelušky ozimé, které jsou také součástí této práce.

Chlumecká stanice každoročně sleduje u hrachu a pelušky tyto vlastnosti: stav po vzejití, stav po zimě (zimní otužilost), stav před květem, počátek kvetení, konec kvetení, délka rostliny po odkvětu (cm), choroby, poléhání, výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti, relativní výnos v %, hmotnost tisíce semen (HTS v g). Sledování vlastností je především přizpůsobeno tomu, zda se jedná o hrách či pelušku nebo zda se jedná o jarní či ozimý hrách (Vosáhllová, 2015).

Samostatné pozorování autorky se zaměřuje na konkrétní abiotické faktory jako je mráz a sucho. Faktor mrazu i sucha byl zkoumán v polních i v řízených podmínkách. Dále byl hodnocen počet rostlin před zimou a po zimě u dvou genotypů pelušky ozimé, který byl srovnáván s kontrolní odrůdou ARKTA, bylo tak zjištěno přezimování v %. Tato pozorování již nebyla zahrnuta do šlechtitelského programu této stanice.

Autorka také navázala spolupráci se společností AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. v Šumperku. Tato firma a pan Mgr. Jan Wipler se s autorkou podíleli na identifikaci komplexu kořenových a krčkových chorob u rodu *Pisum*.

Cílem této práce je nalezení nejrezistentnějších genotypů luskovin k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům s nejvyšším výnosem v polních podmínkách českého Polabí. Jednotlivé genotypy prezentují luskoviny z České republiky, Francie, Holandska a Německa. Dá se předpokládat, že v našich podmínkách nejlépe obstojí naše české genotypy hrachu jarního. U pelušky ozimé se dá předpokládat, že nejlépe obstojí v našich podmínkách jedno ze dvou nových genotypů.

Naklíčená semena pelušky ozimé ARKTA zasetých do vysušené hlíny (podmínka velké sucho) sledovaná v řízených podmínkách zřejmě nevyklíčí nebo vyklíčí maximálně jejich jedna třetina. Dá se předpokládat, že klíčící semena pelušky ozimé ARKTA zasetá v hlíně v plastovém květináči vystavená teplotě -22 °C po dobu 24 h již nevzejdou.

U hrachu jarního se sledovaly původci chorob. Krčkové choroby by pravděpodobně mohl způsobit rod *Fusarium*. Vzhledem k výsledkům ze sledování standardních vlastností z roku 2014 (Vosáhlová, 2015) se předpokládá, že by mohla být nejméně rezistentní ke kořenovým chorobám holandská odrůda hrachu jarního HJH 1 i v roce 2016. Předpokládá se, že by také mohla mít nejnižší výnos.

Naopak nová česká odrůda HJČ 7 by mohla být nejodolnější k chorobám a mít nejvyšší výnos. Na základě sledovaných standardních vlastností hrachu jarního se předpokládá, že pro české Polabí by byly nejvhodnější české odrůdy.

Dá se předpokládat, že jeden ze dvou nových genotypů bude na základě hodnocení standardních vlastností rezistentnější, a také bude mít vyšší výnos, než kontrola ARKTA. Pro svůj vyšší výnos než měla odrůda ARKTA byly minulý rok totiž tyto dvě odrůdy vybrány ŠS Chlumecko nad Cidlinou pro další pozorování.

U pelušky ozimé je navíc sledován počet rostliny před zimou a po zimě. Cílem práce je vytipovat na základě přezimovaných rostlin takové novošlechtění, které bude mít nejvyšší rezistenci k biotickým a abiotickým faktorům, a to především k faktoru mrazu. Dá se předpokládat, že jedno ze dvou novošlechtění bude mít vyšší procento přezimování než kontrolní odrůda ARKTA.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Význam luskovin

Luskoviny mohou zajistit *dobrou protierozní ochranu půdy* pro větší část vegetačního období. Dále podporují infiltraci vody, omezují povrchový odtok, zlepšují fyzikální vlastnosti půdy (půdní struktury, zvyšování pórovitosti). Jejich pěstování předchází dehumifikaci půdy, tedy ztrátě stability půdních agregátů. Mají **fytosanitární účinky** (mohou působit proti šíření některých škodlivých organismů), vysokou předplodinovou hodnotu, *pozitivní vliv na obsah a kvalitu humusu v půdě*, potlačují plevel zastíněním ve druhé části vegetace. Tyto plodiny se také mohou využít k fytoremediaci půdy kontaminované ropnými produkty. Dále pěstování luskovin představuje možnost, jak dodávat organickou hmotu do půdy. Taková půda pak získává větší odolnost vůči utužení (Batysta, 2016).

Dle výsledků Jiang et al. (2015) z let 2010 až 2013 byla provzdušněnost půdy, na které se pěstoval hrách, významně vyšší než provzdušněnost půdy, na které se pěstovala pšenice ozimé. Dle Talgre et al. (2012) luštěniny mohou absorbovat živiny z nižších vrstev půdy svým dobře vyvinutým a hlubokým kořenovým systémem, vrací živiny do horních vrstev půdy prostřednictvím jejich biomasy.

Hlavní význam luskovin ovšem spočívá ve schopnosti **vázat vzdušný dusík** prostřednictvím hlízkových bakterií. Vzdušný dusík získaný prostřednictvím hlízkových bakterií pokrývá potřebu rostliny (Batysta, 2016). Hlízkové bakterie souvisí s vývojem nodulů. Jejich dobře známým regulátorem jsou cytokininy, které hrají klíčovou roli v regulaci během tvorby uzlíku, tedy primordia (Azarakhsh et al. 2015). Bakteriální signály (NOD faktory) indikují komplex reakcí v epidermálních buňkách a stimulují proliferaci buněk v kořenovém pericyklu a kůře, což vede k tvorbě primordia, tedy uzlíku (Schultze et Kondorosi, 1998).

Obohacení půdy dusíkem svědčí i následným plodinám. Produktivita rostlin je ovlivněna právě mineralizací dusíku (DuPont, 2008). Ke *zlepšování fyzikálního stavu půdy* a půdní struktury přispívá mohutný kořenový systém. Hrách, lupiny, bob nebo vikev jsou schopny *přijmu živin* z větších hloubek půdy.

Luštěniny jsou bohaté na *rozpustné a nerozpustné vlákniny*, *pomáhají trávení* a jsou skvělé *pro střevní mikroflóru* (Erglis et al. 2013). Luštěniny také představují zdroj vápníku (Rovira, 2015). Škrob, který představuje hlavní zdroj dostupných sacharidů

v lidské stravě, je nejvíce obsažen (22 – 45 %) právě v semenech luštěnin (Hoover et Zhou, 2003). Větší pozornost je v poslední době věnována luštěninovým proteinům, jelikož byly úspěšně aplikovány jako blokátory škrobu v léčbě obezity a diabetu, a také byly použity při regulaci hmotnosti (Barrett et Udani, 2011).

V současné době rostou požadavky spotřebitelů. Náboženské vyznání a rostoucí trend vegetariánství zapříčinily spolu s rostoucím výskytem případů zdravotních problémů a alergií zvýšení zájmu o funkční rostlinné bílkoviny v potravinářském průmyslu jako *alternativ bílkovin živočišných* (Aydemir et Yemenicioglu, 2013; Carbonaro et al. 2014). Hráškový protein se považuje za rozvíjející alternativu pro bezlepkové výrobky (Mariotti et al. 2009).

Hrachový lektin inhibuje růst buněk (Kabir et al. 2013). Také je schopen vyvolat mitogenní odpověď (vyvolávají buněčné dělení) u myších splenocytů (slezinných buněk). Dále může inhibovat aktivitu reverzní transkriptázy (enzym, který katalyzuje proces přepisu genetické informace z ribonukleové kyseliny - RNA do deoxyribonukleové kyseliny - DNA) viru HIV-1. Hrachový lektin se vyznačuje významným účinkem při relativně nízké dávce 4,7 ug/ml, proto je možné lektin dále použít na výrobu léků. Pro použití hrachového lektinu v průmyslové výrobě je výhodná například jeho vysoká stabilita (Ng et al. 2015).

Možné riziko pro zdraví však může představovat geneticky modifikovaný hrách (GM hrách). U lidí může vyvolat zánětlivé nebo alergické reakce. Nebezpečné imunitní reakce byly sledované u myši (Smith, 2015).

2.2 Situace a podmínky pěstování luskovin ve světě a v České republice

Evropské hospodářské společenství EHS (nyní EU) se rozhodlo v roce 1978 pro podporu výroby a využití luskovin prostřednictvím garantovaných cen pro výrobce a finančních dotací pro zemědělce. V důsledku této politiky se následně produkce luštěnin zvýšila (Ranalli, 1994). Na celém světě je ročně vypěstováno přibližně 7,8 milionů hektarů hrachu. Hlavní produkce pochází z Kanady, Ruska, Číny, Indie, Francie, USA a Ukrajiny (FAOSTAT, 2014).

V Norsku produkce obilovin obecně vede ke ztrátám dusíku v půdě (Vagstad, 2001). Hlavním důvodem pro zařazení meziplodin v osevním postupu je fixace dusíku (Thorup-Kristensen et al. 2003). Několik studií uvádí, že v severských podmínkách

se setím meziplodin výrazně snižují ztráty dusičnanů (Gustafson et al. 1998; Lemola et al. 2000).

Globální změna klimatu s sebou přináší posuny v abiotických (horko, chlad, vítr, srážky) a biotických (patogeny, škůdci) faktorech životního prostředí, a také představuje hrozbu pro zemědělskou produkci po celém světě (Shahzad et al. 2015). Nejvíce ovlivněné jsou v první řadě arktické oblasti. Existuje řada výzkumných projektů, jako je např. ITEX (the International Tundra Experiment), který se zabývá vlivem klimatických změn na život rostlin. Do tohoto projektu se kromě České republiky zapojila i Zemědělská univerzita na Islandu (Magnússon, 2017).

V dnešní době celosvětově roste střední třída. Očekává se tedy, že poptávka po kvalitních potravinách by se mohla do roku 2050 zdvojnásobit. V budoucnu by mohla být zemědělská výroba přesunuta na sever (Lebech, 2014). Dle Veteläinen (2006) se teplota pravděpodobně zvýší o 4 °C v severních skandinávských oblastech během následujících sta let.

Změna klimatu zejména v severských zemích může mít vliv na zvýšení rizika vyluhování dusičnanů v povrchovém a podzemním systému, což povede k poklesu kvality životního prostředí (Patil et al. 2012).

V severských zemích je hlavní podíl zemědělské půdy využíván k produkci píce, kde dominujícími plodinami jsou vytrvalé trávy a **luštěniny**. Klimatické oteplování může vést k dřívější aktivitě hmyzu na jaře a proliferaci některých druhů škůdců. Také to může vést k šíření některých virových onemocnění prostřednictvím hmyzu. Plevel na rozdíl od škůdců a chorob je přímo ovlivněn změnami atmosférické koncentrace CO₂ (Lebech, 2014).

Tepější zimy umožňují škůdcům přezimovat i v oblastech, kde jsou nyní omezeny chladem. Důsledkem toho dochází k dřívějšímu napadení plodin většího rozsahu během následné sezóny (Roos et al. 2011). Na základě obav ze změn klimatu a jeho následného dopadu na přírodní zdroje a na zemědělství v severském regionu vznikla severská organizace **Nordgen**. Nachází se ve Švédsku a Norsku a jejím cílem je ochrana *genetické rozmanitosti v zemědělství a lesnictví v severských zemích* (Lebech, 2014).

Česká republika se také snaží zachovat své genetické zdroje, poslala 800 vzorků rostlin do genové banky na Špicberkách. Úkolem této genové banky je schraňovat vzorky

semen rostlin pro případ přírodní či jiné katastrofy. Na norských Špicberkách státy ukládají vzorky semen především zemědělských a potravinářských plodin. Genová banka schraňuje jednotlivým státům semena pro jakýkoliv případ vyhynutí určitého typu rostliny. Semena jsou uložena v pískovcové skále při teplotě – 18 °C a ČR sem poslala i některé druhy kulturních plodin (Hosenseidlová, 2015).

Od roku 1961 byla sestavena sbírka luskovin na zrno v Šumperku v AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. z rostlinných sbírek šlechtitelů a státních institucí, která zahrnuje 13,5% českých krajových šlechtitelských linií a genotypů. V jedenácti ústavech v České republice jsou studovány kolekce genetických zdrojů rostlin, což je vedeno pod *Národním programem pro konzervaci a využívání genetických zdrojů rostlin*. Od roku 1994 v České republice byl spuštěn pod záštitou Ministerstva zemědělství ČR *Národní program ochrany a využití genetických zdrojů*. Tento program má své koordinační centrum ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze. Jedním z cílů tohoto programu je zachování genofondu (Hybl, 1996).

Talgre et al. (2012) se ve svém výzkumu zaměřili na pěstování různých luštěnin jako zeleného hnojiva v severských podmínkách a jeho vliv na půdu. Zásadní částí tohoto výzkumu jsou studie zaměřené na biologicky pevný dusík a jeho účinnost, o těchto účincích není mnoho předchozích studií. Dřívější experimenty ukázaly, že množství biomasy závisí na rostlinných druzích, metodách zpracování půdy a životním prostředím (Kumar et Goh, 2002; Talgre et al. 2009).

V ČR luskoviny na polích významně rozšiřují druhové spektrum a velmi pozitivně působí na půdní úrodnost. V roce 2015 díky současné dotační politice vzrostla meziroční osevní plocha luskovin asi o 65 %. Luskoviny se staly v roce 2015 jedinou skupinou plodin, kde se změna plochy dostala přes 10 % stavu roku 2014. Rok 2015 přinesl rekordní výnosy pro hrách. Z jednoho hektaru se v průměru sklídilo 3,38 tuny. To znamená, že při výměře blížící se 24 tisícům hektarů bude celková produkce téměř 81 tisíc tun (Hezký, 2016).

Pro středoevropské podmínky České republiky jsou z pěstitelského hlediska důležitými luskovinami především hrách, bob, lupina, sója, vikev a čočka. Využití těchto druhů se soustředí na potravinářský a krmivářský průmysl. Zde je předmětem zájmu pěstování luskovin na zrno. V ČR má pěstování luskovin dlouholetou tradici. Většina druhů luskovin pochází z Řecka, Itálie, Francie, Nizozemka apod. Plochy luskovin byly ve střední Evropě v dávné minulosti několikanásobně vyšší než v současné době.

Poslední léta však u luskovin zaznamenala pokles více než o 50 %. S nástupem nové Společné zemědělské politiky (SZP) došlo ke zlepšení tohoto trendu, kdy v posledních dvou letech došlo k nárůstu ploch luskovin (Stehlíková, 2016).

V České republice k hlavním abiotickým faktorům zemědělských plodin patří především sucho. Polabí, jižní Morava a Žatecko patří u nás k nejpravděpodobnějším oblastem, kde vzniká sucho. V optimálním případě může být rostlina zásobena vodou v listech až z 90 % a v semenech z 5 až 15 % (Kůdela et al. 2013).

2.3 Rostliny a stres

Abiotické stresové faktory, zejména *nízké teploty*, *sucho* a *obsah soli* představují hlavní omezení zemědělské výroby v mírném klimatu (Kosová et al. 2015). Tyto tři faktory snižují výtěžek hlavních plodin o více než 50 % (Mahajan et Tuteja, 2005).

Stupeň mrazuvzdornosti je hodnocen podle tzv. kritické teploty (mrazivá teplota), při které odumře polovina z testovaných rostlin. Všeobecně odrůdy ozimů, které byly vyšlechtěny v západní Evropě v podmínkách přímořského klimatu, mají zpravidla nižší mrazuvzdornost. Jednotlivé odrůdy se tu na mrazuvzdornost na rozdíl od států s kontinentálním podnebím většinou netestují (Kůdela et al. 2013).

Dle Duc et al. (2010) je kladen důraz na rezistenci rostliny k nízkým teplotám, což je považováno jako jeden z klíčových faktorů spolu s biologii kvetení, velikostí a složení semen, tolerancí k abiotickým a biotickým faktorům a genetickou variabilitou.

Vytrvalé rostliny musí udržet alespoň minimální příjem vody a živin i při vnějších teplotách pod nulou. Vnitřní teplota rostlin je udržována nad nulou i za těchto teplot pod nulou. Tak velké rozdíly v teplotách nejsou známy v tropech a subtropích. Vnitřní a vnější bariéra chrání rostlinný transport živin a metabolitů. Pokud je teplota extrémně nízká, dochází i u těchto rostlin ke zmrznutí, především při jarních mrazech (Hýsek et al. 2013).

V reakci rostlin na stres hrají klíčovou roli proteiny, mají totiž přímý vliv na formování fenotypu. V současné době jsou proteomické studie, které se zabývají stresem u plodin, stále dominující. Jednou z cest, jak pomoci proteomickému výzkumu, je usilovat o *podrobnější charakteristiku tolerance různých genotypů plodin*. Také se prokázalo, že *kombinované stresové podmínky vyvolaly jedinečnou odpověď*

rostlin na proteomické úrovni. Jako příklad lze uvést působení *vysokých teplot a sucha zároveň* nebo *působení mrazu v kombinaci buď se suchem, nebo podmáčením* (Kosová et al. 2015).

2.4 Luskoviny a stres

2.4.1 Mráz

Mezi *hlavními abiotickými stresy* limitujícími přizpůsobivost rostlin je například *intenzita mrazu, načasování mrazového působení a trvání nízkých teplot* spolu s jejich dopadem na symbiotické bakterie navazující dusík (Stoddard et al. 2006). Lepší zimní otužilost u luštěnin je proto důležitým cílem šlechtění a efektivní reakce na globální klimatické změny (Stoddard et al. 2009).

K nejdůležitější složce zimuvzdornosti patří mrazuvzdornost, což představuje schopnost překonávat působení teplot pod bodem mrazu. Jednotlivé druhy i odrůdy se svou mrazuvzdorností liší. Mezi mrazuvzdorností a zimuvzdorností u polních plodin byla popsána významná korelace. Zimuvzdornost na rozdíl od mrazuvzdornosti kromě schopnosti snášet mráz zahrnuje snášenlivost k dalším faktorům se zimou spojených jako je silný sněhový nebo ledový příkrov, námraza, zaplevelení, vytahování rostlin, vysušení (fyziologické sucho) nebo napadení původci sněžné plísňovitosti (Kúdela et al. 2013).

2.4.1.1 Vliv mrazu na hrách setý

Ve Středomoří je pro hrách setý (*Pisum sativum* L.) hlavním stresovým abiotickým faktorem zejména v reprodukční fázi mráz. Právě ve Středomoří byla sledována reakce na mráz v době květu. Sledovaly se zde pupeny, květy a lusky (sledovány jednotlivé stupně zralosti). V řízených podmínkách byly rostliny vystaveny minimální teplotě $-4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 4 hodin. Potom, co začaly rostliny přecházet do stádia s vývojem pupenů, květů a lusků, byl hrách vystaven mrazu v řízených podmínkách mrazící komory. K hodnocení fází vývoje hrachu byla použita stupnice z klíče pro fáze vývoje hrachu (Knott, 1987).

V mnoha zemích, kde setí pelušky probíhá v zimě nebo na jaře, je poškozením mrazem sledováno v mladém vývojovém stádiu (Badaruddin et Meyer, 2001). Semenáčky hrachu může mráz zničit, což vede k opakovanému setí (Meyer et Badaruddin, 2001).

Poškození mrazem může podpořit průchod některých infekcí, např. *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, což je původce bakteriální plísně (Knott et Belcher, 1998). Po zahájení květu byla u hrachu pozorována zvýšená citlivost k mrazu (Lejeune-Henaut et al. 1999). Lejeune-Henaut et al. (1999, 2008) chtěli, aby se zabránilo poškození mrazem v reprodukčním období. Tomuto poškození by se zabránilo setím ozimých odrůd, které by měly zpožděnou iniciaci kvetení za kratší počet dnů.

V evropských podmínkách mohou rostliny uniknout stresu mrazem oddálením začátku kvetení (Lejeune-Hénaut et al. 1999). Ve Středomoří, kde byl proveden experiment v řízených podmínkách, byla zaznamenána nejvyšší tolerance pupenů, květů a lusků vůči mrazu v pěti případech. Zaznamenaly se u nich i nejnižší počty abnormálních semen.

Ve Středomoří se na jaře často objevují mrazíky. V té době se rostliny nachází v reprodukčním stadiu (Siddique et al. 1999; Ahmad et al. 2010). Ridge et Pye (1985) zjistili, že výskyt mrazivých teplot nebo vysokých teplot během fáze kvetení může být důležitým činitelem ovlivňujícím výnos u hrachu. Studie zaměřená na poškození mrazem není snadná vzhledem k *nepředvídatelnosti výskytu, doby trvání a četnosti výskytu teplot nižších než 0 °C* (Ali et Johnson, 1999). Dále výsledky může komplikovat vzájemné působení různých faktorů jako je vlhkost půdy, typ půdy, patogeny apod. (Badaruddin et Meyer, 2001).

Přesnější výsledky mohou přinést experimenty prováděné za řízených podmínek (Ali et Johnson, 1999). Současná přítomnost reprodukčních orgánů (pupenů, květů a lusků v mnoha fázích vývoje) je dalším velkým problémem spojeným se studiem stresových reakcí u hrachu během reprodukční fáze. V době mrazové expozice závisí na tom, který pohlavní orgán je zasažen. Od toho se potom může odvíjet míra poškození mrazem.

V mrazové komoře se simulovaly teploty, které byly pod nulou po dobu 24 h (tab. č. 1). Minimální teplota (-4,8 °C) byla vybrána na základě skutečné nejnižší minimální teploty vzduchu zaznamenané v srpnu v posledních třech letech v jižní Austrálii v oblastech, kde se pěstuje hrách. Po tom, co rostliny prošly působení mrazem, byly rostliny vráceny do skleníku a dále pěstovány (Shafiq, 2012).

Tab. č. 1: Simulované podmínky mrazu v mrazové komoře po dobu 24 hodin (Shafiq, 2012).

Phase	Temperature	Temperature ramping
Induction	20→3.5°C	5°C decrease/h
	3.5→-4.8°C	1°C decrease/h
Frost exposure	-4.8°C	4 h on hold
Recovery	-4.8→3.5°C	2°C increase/h
	3.5→20°C	5°C increase/h

Tato studie zkoumala vliv mrazu za řízených podmínek na pupeny, květy a lusky. Potom, co na rostliny hrachu působil mráz, byl pozorován opad květinových pupenů, květů a lusků podobně jako po těžkém tepelném stresu (Guilioni et al. 1997). Citlivější na chlad mohou být kvetoucí rostliny, jelikož u nich klesá hladina polyaminu, tj. putrescinu (Nayyar, 2005). Ukázalo se, že pupeny byly nejcitlivějšími reprodukčními orgány vůči mrazovému stresu (Ohnishi et al. 2010).

Akumulace fotosyntetických asimilátů, jako jsou cukry a škrob ve tkáních pupenů, květů nebo lusků, může být důležitá k potlačení opadávání během teplotního napětí (Aloni et al. 1996; Nayyar et al. 2005). Současné výsledky ukazují, že mrazová tolerance byla vyšší u vyzrálých lusků. To může souviset s relativně nízkou vlhkostí zralých lusků na rozdíl od těch nevyzrálých (Sasaki et al. 1998).

Snížení opětovného růstu hrachu v době vegetativního vývoje bylo u hrachu pozorováno při vystavení teplotám pod bodem mrazu například -6 °C (Meyer et Badaruddin, 2001). Současné výsledky ukázaly, že přibližně u poloviny případů rostlinek hrachu, které prošly mrazovým stresem -4,8 °C, které rostly ještě pod povrchem půdy, nebyly poškozeny. Opětovná schopnost růstu může pomoci kompenzovat poškození mrazem, které se vyskytuje v časném vývojovém stádiu rostlin.

Hrách byl citlivý na mrazový stres v reprodukční fázi, kdy mráz působil po dobu 4 h. Při minimální teplotě -4,8 °C bylo pozorováno odumírání pupenů, květů i lusků a podstatné ztráty výnosu ve více než 50 % případů. Teplota -4,8 °C byla vybrána na základě meteorologických dat sebraných z cílového kraje pro pěstování hrachu. Dva důležité faktory jsou *míra stresu* a *vývojové stádium plodin*, ty určují výnos zrna.

Experiment se semenáčky hrachu ukázal pouze na 32% přežití při teplotě -4 °C po dobu 4 h (Badaruddin et Meyer, 2001; Meyer et Badaruddin, 2001). Vzhledem k tomu, že reprodukční fáze je více citlivá na mráz, než fáze vegetativní, zvolená teplota -4,8 °C v tomto experimentu může být příliš nízká a doba trvání 4 h příliš

dlouhá. Pro experimenty s mrazovým stresem je nejlepší teplota nebo doba trvání taková, která umožňuje diferenciaci mezi tolerantní a vnímavé případy. Pokud se zvolí velmi drsné podmínky a některé rostliny přežijí, upozorňuje to na velkou toleranci k mrazu vybraných genotypů. Tato studie podala první informace o mrazové toleranci hrachu v reprodukčním stádiu v různých stupních (Shafiq et al. 2012).

Produktivita hrachu (*Pisum sativum*) je spojena se schopností se vyrovnat nízkým teplotám v průběhu podzimu a zimy. Tolerance k mrazu může souviset se *zvýšením proteinu* v souvislosti se syntézou cukru, antioxidantním potenciálem, regulací mRNA transkripce a translace prostřednictvím chloroplastu (Grimaud et al. 2013). Lepší mrazová tolerance také může souviset s *glycinovými dráhami*. Tolerance k zamrznutí souvisí s poklesem funkčních genů vztahujících se k fotosyntéze a expresi genu, který se podílí na produkci cysteinu a methioninu. Právě methionin by mohl působit jako kryoprotektant. Tyto studie odhadují, že v chladu se zapojuje odpověď jasmonátových drah (Legrand et al. 2013).

Dvě hrachové linie (*Pisum sativum*) byly studovány pomocí proteomického přístupu k lepšímu pochopení chladové tolerance. Tři dny následoval mráz. Proteomy chlazených rostlin vykazovaly významné rozdíly ve srovnání s rostlinami, které mrazem neprošly. Celkem bylo identifikováno 32 proteinů, které souvisely s reakcí na mráz nebo mrazuvzdorností. Mrazuvzdornost genotypu Champagne je zřejmě důsledkem využívání přebytku energie prostřednictvím fotorespirace. Dále to souvisí se zapojením do buněčné detoxikace se zvýšenou akumulací glutathionu (Dumont et al. 2011).

Rostliny se liší v jejich toleranci k chladným teplotám (0-15 °C) a mrazivým teplotám pod 0 °C (Pearce, 2001; Kreps et al. 2002; Chinnusamy et al. 2007; Chen et al. 2011). Zranění chladem a mrazem může zpomalit aktivitu enzymů a modifikovat tak metabolismus rostlin se škodlivými účinky ve většině biologických funkcí (Stitt et Hurry, 2002).

2.4.1.2 Rezistence hrachu setého

Plodina hrachu se považuje za poměrně přizpůsobivou *k širokým teplotním rozsahům*. Klíčící semena jsou schopna přežít dokonce -20 °C (Shereena et Salim, 2006). *Klíčení a růst hrachu* nejsou obecně dávány do souvislosti se semeny nebo barvou květu, ale *přesto červeně kvetoucí hrách vykazuje lepší klíčení a růst při 5 °C než genotypy bíle kvetoucí* (Sincik et al. 2004).

Hrách se stává tolerantním vůči mrazu, pokud je vystaven první nízké nemrznoucí teplotě. To způsobuje tzv. **chládovou aklimatizaci**, kde pravidelná intenzita světla zvyšuje mrazovou toleranci. Zároveň zde existuje úzký vztah mezi rozpustnou koncentrací cukru v listech a mírou tolerance k mrazu (Bourion et al. 2003). Rostliny hrachu jsou také schopny modulovat frekvenci jejich fotosyntézy při růstu za nízké teploty a přizpůsobit ji podle potřeby pro své přežití (Yordanov et al. 1996).

Genotypům hrachu určeným na píci pomáhá zpožděná iniciace kvetení uniknout mrznoucím teplotám. Náchylnost k mrazu se také zvyšuje v průběhu přechodu do reprodukčního stádia (Lejeune-Hénaut et al. 1999). Například v Srbsku jsou šlechtěné odrůdy ozimého hrachu obecně charakterizovány prominentní zimní otužilostí a dlouhým vegetačním obdobím (Mihailović et al. 2005).

V Srbsku výsev hrachu obvykle začíná počátkem října a končí buď sklizní na píci na konci května či sklizní na zrno v polovině července. Výrazně **zlepšená časnost** je jednou ze strategických výhod nedávno šlechtěných genotypů hrachu pro podzimní setí (Mikić et al. 2011). U povrchu půdy jsou v Srbsku číselné hodnoty teploty často nižší než $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v některých měsících dosahují pouhých $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Annicchiarico et Iannucci, 2007). Nízká HTS (hmotnost tisíce semen) nepřesahující 200 g poskytuje levné náklady na setí (Knott et Belcher, 1998).

Dle Mikić et al. (2011) výzkum na zimní otužilost u luštěnin učinil významné pokroky zejména u hrachu a bobu. Byly objeveny a popsány mnohé fyziologické procesy a základní genetické souvislosti. Nové odrůdy ozimého hrachu, které jsou odolné proti mrazu a mohou být zasety na začátku října ve Francii, obsahují ve svém genomu jediný dominantní gen, který zvýší citlivost k fotoperiodě, než tomu bylo u většiny komerčních odrůd hrachu (Lejeune-Hénaut et al. 1999, 2008).

2.4.1.3 Přezimování hrachu setého

Urbatzka et al. (2012) se zaměřili ve své studii na vliv různých termínů setí genotypů ozimého hrachu na jejich zimní otužilost a výnos. Hlavním cílem této studie bylo prozkoumání vlivu **tří termínů setí** (polovina září, začátek října, polovina října) na zimní otužilost a výnos šesti genotypů ozimého hrachu (*Pisum sativum*). Tyto dva polní pokusy byly zkoumány buď jako čistý porost ozimého hrachu nebo ve smíšeném porostu se žitem po dobu dvou sezón. Vyselo se 225 klíčivých semen na m^2 na experimentální farmě University of Kassel v Německu.

Experiment byl proveden vždy po čtyřech opakováních. Hlavním faktorem bylo datum setí u šesti vybraných genotypů ozimého hrachu. Těchto šest genotypů bylo srovnáváno se třemi běžně používanými odrůdami v EU. Mezi odrůdami byly vybrány například Assas z Francie a EFB 33 z Německa. Vzdálenost řádků byla 21 cm a hloubka setí cca 4 cm. Zimní otužilost byla zjištěna na základě počtu rostlin před zimou a po zimě.

Urbatzka et al. (2012) uvádí ve své studii, že hrách rostoucí ve směsi měl dřívější nástup kvetení v roce 2006/2007 než v dalších dvou vegetačních obdobích. Stoprocentní přezimování bylo pozorováno v jiných výzkumných projektech zaměřených na ozimý hrách a jiných pěstovaných rostlin v důsledku růstu plodiny i během zimního období (Urbatzka et al. 2011; Short et al. 2003).

Jelikož spotřeba vody během klíčení je poměrně vysoká, v experimentech některá semena hrachu zůstala spící, tedy v primární vegetačním klidu nebo mohly zůstat spícími v důsledku nepříznivého životního prostředí - sekundární vegetační klid (Farack et Guddat, 2006).

U pozorování dvou francouzských odrůd nebylo pozorováno žádné onemocnění ani sucho, dá se tedy usuzovat, že rostliny odumřely v důsledku působení mrazu (Urbatzka et al. 2012). Badaruddin et Meyer (2001) zjistili, že plodiny jsou ještě více náchylné na následný výskyt mrazu, pokud působí neobvykle vysoká teplota nebo se v daném roce vyskytuje nízký počet mrazivých a ledových dní.

Větší listy a delší internodia mohou být důvodem pro menší odolnosti genotypů k chladu (Annicchiarico et Iannucci, 2007; Cousin, 1997; Andersen et Markarian, 1968). Pozdní setí nemůže být doporučeno v oblastech, kde se mráz vyskytuje v měsíci březnu. Dřívější setí je výhodné z důvodu rychlého nárůstu plodin a lepší homogenity plodin, mimo to i teplota půdy je vyšší (Knott et Belcher, 1998).

Dle (Meyer et Badaruddin, 2001; Knott et Belcher, 1998; Hume et Jackson, 1981) datum setí silně ovlivňuje zimní otužilost plodin. Auld et al. (1983), Becwar et Bagget (1978), Dowker (1969) uvádí, že o vlivu osevních dat na ozimém hrachu se toho v tehdejší literatuře psalo jen málo.

Dle Urbatzka et al. (2012) výsledky jejich experimentu ukázaly, že do podmínek přechodného klimatu nelze doporučit ozimé genotypy hrachu přizpůsobené oceánskému podnebí pro jejich nedostatečnou mrazuvzdornost. Odrůdy vypěstované v přechodném

podnebí měly dostatečnou zimní otužilost a nezáleželo na datu setí (splňovaly požadavky: růžice s malými listy, krátká internodia na počátku zimy, kvantitativní fotoperiodická citlivost) na rozdíl od genotypů oceánského podnebí. Pěstování hrachu ve směsi obilovin může být účinné, pokud zvolíme pozdní datum setí. V tuto dobu je zde ještě relativně nízká konkurenceschopnost ozimého žita.

2.4.2 Sucho

Rozlišujeme tzv. *půdní sucho* (nedostatek vody v kořenové vrstvě půdního profilu), *zimní sucho* a *sucho fyziologické* (nedostatek půdní vody, která je pro rostliny fyziologicky přístupná). Zimní sucho souvisí s dehydratací nadzemních částí rostlin. Ta může nastat, když při přechodném oteplení nastane vypařování vody z listů, ale příjem vody kořeny ze zamrzlé půdy není možný. Usychání nadzemní části rostliny může být urychleno **výsušnými větry**. Sucho je příčinou podstatně většího rozsahu škod na rostlinách v mírném pásu, než je tomu u stresu nadbytkem vody. Podle některých parametrů je to až 2,5krát (Kůdela et al. 2013).

Luskoviny reagují citlivě jak na přebytek, tak **nedostatek vláhy**. Hrách vyžaduje *přiměřený dostatek vláhy v období klíčení a vzházení*. Přemokřené půdy nesnášejí žádné luskoviny a nároky na vláhu v období vegetace odpovídají dynamice tvorby sušiny. V období kvetení a tvorby plodů a semen je největší potřeba vláhy, přesto nadbytek vláhy v tomto období je škodlivý (Pulkrábek et Capouchová, 2016).

Stresem z nedostatku vody je rostlina v přírodě běžně postižena. Rostlina nedokáže přijmout tolik vody, kolik jí transpirací ztratila a vzniká tak vodní deficit. Reakce rostlin na celoroční sucho se projevuje tím, že kořeny pronikají do větší hloubky, avšak u jednotlivých druhů rostlin se půdní sucho projevuje různě. Závisí zde na nárocích daného druhu rostliny, vlastnostech půdy a stáří rostliny. Listy a plody předčasně opadávají při silném stresu suchem.

V Číně bylo zjištěno, že klastrové analýzy jsou důležité a užitečné pro shromažďování lokalit podle geografických a klimatických proměnných a identifikace stanoviště s teplem, suchem a mrazem. Tato analýza ukázala, že zde došlo k **souvislosti** mezi **suchem** a **mrazem**. Zajímavé je, že nebyl zjištěn žádný vztah mezi vegetativní a reprodukční fází při vzniku námrazy (Li et al. 2013).

Při výskytu nedostatku půdní vláhy při klíčení nebo odnožování obilovin je jejich další růst zpomalen. Životnost je však obvykle zachována. Popelavého až bronzového

zbarvení listy nabývají při déle trvajícím suchu. Rostliny tuhnou a usychají. Spalování suchem pokračuje od vrcholu k bázi listu, a také od spodních listů k vrcholovým. Sucho zvyšuje náchylnost k infekčním chorobám u řady kořenových a krčkových hnilob a bazálních hnilob kmenů, například u pšenice podporuje výskyt *Fusaria* (Kůdela et al. 2013). Ztrátu vody u rostlin, které jsou stresované suchem, snižuje aktivace signální dráhy kyseliny abscisové (Guo et al. 2016).

Suchostní poškození se u fazolu vyskytuje z několika důvodů. Jedním důvodem je nedostupnost vody pro kořeny, dále akumulace toxických koncentrací iontů jako je hořčík nebo bor. Následně se uzavírají průduchy, omezuje se příjem oxidu uhličitého a dochází k přechodnému nebo trvalému vadnutí (Kůdela et al. 2013).

2.4.3 Choroby

2.4.3.1 Přehled chorob u hrachu

Mezi ekonomicky nejzávažnější choroby, které se vyskytují u hrachu, patří *komplex virových onemocnění, komplex kořenových a krčkových hnilob* (Lahola, 1990). Pokud se hodnotí onemocnění hrachu z hlediska původce, lze rozdělit choroby na tři základní kategorie: **virózy** (obr. č. 1), **bakteriόzy** a **mykόzy** (Koudela et Svozilová, 2010).



Obr. č. 1: Virové choroby u hrachu a jejich symptomy (Dostálová, 2017a)

Mezi **virόzy** patří například *virová mozaika hrachu*, která se projevuje zesvětlením žilek. Do **bakteriόz** se řadí například *bakteriální spála hrachu*, která se zase projevuje vodnatými až purpurově hnědými skvrnami na nadzemních částech rostlinek hrachu (Koudela et Svozilová, 2010). Původcem **mykόz** mohou být například oospory

Pythium ultimum. Pokud se nechají semena hrachu (*Pisum sativum*) klíčit za vysoké vlhkosti, dochází k intenzivnějšímu vylučování exudátů, ve kterých jsou obsaženy uhlovodíky, které stimulují klíčení oospor *Pythium ultimum*. Tyto oospory jsou původci odumírání vzcházejících rostlin.

Osevní postupy hrají významnou roli v ochraně rostlin proti původcům kořenových chorob a chorob bází rostlin (Kazda et Prokinová, 2001). **Strupovitost (antraknóza) hrachu** je zase způsobena původcem *Ascochyta pisi* (Koudela et Svozilová, 2010).

Padlí (obr. č. 2) způsobuje původce *Erysiphe pisi* (*E. polygoni*), představuje jedno z hlavních omezení v hrachové výrobě po celém světě, což způsobuje snížení výnosu a ztrátu kvality (Srivastava et al. 2012).



Obr. č. 2: Původce padlí *Erysiphe pisi* (Dostálová, 2017b)

Plíseň hrachová (obr. č. 3) je způsobena původcem *Peronospora pisi*. Kromě této plísně je známá ještě plíseň šedá, která je způsobena *Botrytis cinerea*. **Rzivot hrachu** zase způsobuje *Uromyces pisi* (Seidenglanz et al. 2016). Mezi mykózy dále patří i významný komplex kořenových a krčkových hnilob (Lahola, 1990).



Obr. č. 3: Původce plísně hrachové *Peronospora pisi* (Rod, 2017a)

2.4.3.2 Strupovitost (antraknóza) hrachu

Původcem strupovitosti (antraknózy) hrachu (obr. č. 4) je *Ascochyta pisi*. Primární infekce hrachu obvykle začíná skvrnami na povrchu listů. Stává se tomu tak většinou po dešti. Ničím nerušené vlhké podmínky mohou způsobit shlukování, rozšiřování poškození a nakonec senescenci listu (Tran et al. 2014). Celkově se na stoncích a listech vytvářejí světle hnědé skvrny. Tyto skvrny mají tmavší a mírně vyvýšený okraj a uvnitř jsou hnědočerné tečky, což jsou plodničky hub. Houba se postupně tvoří na semenech, která jsou potom deformována (Tyrolová, 2012).



Obr. č. 4: Strupovitost (antraknóza) hrachu (Klušák, 2017)

Plíseň *Ascochyta* je jedním z nejvýznamnějších onemocnění u hrachu (*Pisum sativum*) na celém světě včetně Austrálie, kde se odhaduje, že plodiny utrpí 15% ztrátu ročního výnosu, v závažných případech 75 % (Bretag et al. 2006; Salam et al. 2011). V souvislosti s výskytem onemocnění způsobeného *Ascochyta* byly prováděny polní pokusy na pěti lokalitách ve Francii (Dijon, Estrées-Mons, Maisse, Rennes, Toulouse). Rozvoj onemocnění byl posuzován na palistech a stoncích, nejvyšší stupeň onemocnění byl pozorován na každém genotypu v prvním datu setí (May et al. 2008).

V letech 1984, 1987, 1989, 1996, 2010 a 2012 byly provedeny průzkumy v celém hrachu rostoucím v oblasti západní Austrálie. V souvislosti s příznaky nemoci (černé tečky) bylo shromážděno 1872 houbových izolátů. V západní Austrálii byl patogen *A. pisi* zaznamenán v roce 1912 a znovu v roce 1968. V této oblasti, ale i v jiných částech Austrálie a jinde, však tento patogen v západní Austrálii mezi léty 1984 a 2012 nebyl zaznamenán. Vzhledem k tomu, že nebyl zaznamenán v Austrálii mezi léty 1984 a 2012 patogen *A. pisi*, nabízí se otázka, zda předešlé identifikace byly správné (Tran et al. 2014).

Pozdějším výsevem *Pisum sativum* se minimalizují ztráty výnosu způsobené onemocněním (*Ascochyta*). I přesto mají v jižní Austrálii ztráty na výnosech při pozdějším výsevu v posledních letech, jelikož tato léta byla sušší a teplejší. Na poli šlechtění hrachu se v tomto směru začala přesouvat intenzita výběru směrem ke genotypům s dřívější iniciací kvetení v těchto kratších pěstebních sezónách (McMurray et al. 2011).

McDonald et Peck (2009) navrhli zlepšení genetické odolnosti vůči nemocem. Podle nich s největší pravděpodobností poskytne zisky strategická aplikace fungicidy s kombinací časného setí.

Infekce patogenem *Ascochyta* byla sledována v jižní Austrálii ve všech letech bez ohledu na režim a umístění, snížila výnos zrna v jednom experimentu v roce 2008 a ve dvou v roce 2009. Nejvýraznější vliv choroby byl sledován prostřednictvím ztráty výtěžku u varianty výsevu s nejpozdějším datem výsevu. Jižní Austrálie má převážně středomořské klima se suchými léty hrách je pěstován od té doby, co nastanou srážky od zimy až do jara. Duben – červen (podzim a počátek zimy) dešť iniciuje zahájení setí. Ke snížení expozice infekce *Ascochyta* se může vysévat v pozdním červnu (McMurray et al. 2011).

V roce 2011 byly získány z nemocných vzorků odebraných z hrachu ve středním a severním Albertě v Kanadě celkem 157 houbových izolátů k pochopení složení hub infekce *Ascochyta* (Liu et al. 2013).

Očkování bylo provedeno nastříkáním každou suspenzí spor na rostliny s přesným rozprašovačem. Po dobu 48 hodin v komoře s vysokou vlhkostí byly udržovány rostliny po inokulaci při 20 ± 2 °C. Potom se rostliny přenesly do skleníku do stejných podmínek. Závažnost onemocnění na listech rostlin (obr. č. 5) se hodnotila 8 dní po inokulaci v prvním experimentu a 9 dní po inokulaci ve druhém experimentu za použití stupnice 0-5 (Zhang et al. 2003).



Obr. č. 5: Hodnocení onemocnění způsobené houbou *Ascochyta* u hrachu setého dle stupně závažnosti (Liu et al. 2013)

Vysvětlivky:

0 – bez příznaků; **1** – nízký výskyt skvrn na listech; **2** – výskyt lézí do 10 % povrchu rostliny; **3** – vyšší výskyt nekrotických skvrn, výskyt velkých lézí na palistech a stoncích do 50 % povrchu rostliny; **4** – výskyt velkých shlukujících se lézí na listech a palistech do 50 % povrchu rostliny, jedinci přežijí; **5** – výskyt velkých shlukujících se lézí na listech, palistech a stoncích, jedinci vadnou a odumírají.

Výsledky poukázaly na rozdíly ve složení izolátů fylogenetické skupině v některých krajích a městských částí. Může to odrážet dopad geografické vzdálenosti, selekčního tlaku hostitele nebo podmínek životního prostředí houbových populací. Aktuální výsledky ukazují, že v Albertě se vyskytují převážně *A. pinodes* nebo *P. pinodella* (Liu et al. 2013).

Většina účinných metod proti patogenu *Ascochyta* spočívá v kombinaci odstranění nebo vyhýbání se zdrojům inokula, ošetření osiva, setí nenapadených semen, manipulace

s datem setí. Záleží zde na tom, aby se zabránilo hlavnímu šíření askospor. Důležitá je i aplikace fungicidů (Tran et al. 2014). Na hrachu mimo jiné také proti *Ascochyta* sp. působil **tymiánový olej** a kmen *Clonostachys rosea* (Tinivella et al. 2009).

2.4.3.3 *Hnědá strupovitost*

Dle Kováčik et al. (1983) mezi mykózy dále řadíme hnědou strupovitost (*antraknózy*) hrachu. Původcem této mykózy *hnědé strupovitosti (antraknózy) hrachu* je *Mycosphaerella pinodes*. Biotické škody způsobené tímto patogenem jsou jednou ze dvou hlavních typů škod, které předurčuje délka vegetačního období a klimatické podmínky v průběhu zimního období. Druhým typem jsou pak škody způsobené mrazem (Biarnes et al. 2004).

M. pinodes je hlavním patogenem ovlivňující výnos ozimého hrachu ve Francii. Některé aplikace fungicidu jsou povinné, aby rostliny zůstaly zdravé a omezila se tak ztráta výnosu. Během jednoho sklizňového období se může aplikovat 3 až 5 dávek fungicidů, výše napadení touto chorobou může být tak snížena na polovinu. Nejpriznivějšími podmínkami pro patogena jsou *časté srážky, vysoká relativní vlhkost, silný vítr* (Tivoli et Banniza, 2007).

V Austrálii se sejí ozimé luskoviny v květnu. Pokud se sejí brzy, má to za následek vyšší výskyt infekce *M. pinodes* na rostlinách a jejich semenech. Důsledkem brzkého setí jsou nižší výnosy ve srovnání s pozdějšími výsevy v červenci (Bretag et al. 2000; Davidson et Kimber, 2007). V období 2003 až 2004 se May et al. (2008) zaměřili na *porovnání chování nového genotypu hrachu se dvěma klasickými ozimými odrůdami a na jejich stanovení rizika infekce houbou Ascochyta*.

Obvykle mnohem vyšší výskyt onemocnění byl sledován u brzkého setí než u pozdějšího setí, a to ve všech pěti pokusných lokalitách u všech tří genotypů. Poškození rostlin bývá často spojováno s vysokým rizikem infekce houbových patogenů (Banniza et Vandenberg, 2003). Hrachové rostliny mohou utrpět poškozením mrazem v průběhu zimy. Prokázalo se, že poškození chladem může vést k zvýšení propustnosti buněk, které poskytují živiny potřebné pro klíčení askospor (Huang et Kokko, 1992; Hudyncia et al. 2000). Schoeny et al. (2007) sledoval nástup onemocnění *Ascochyta* u ozimého hrachu v období od poloviny září do poloviny prosince a poznamenal, že dřívější setí byla spojena s dřívějším nástupem onemocnění.

Tato studie ukázala pozdější nástup kvetení u genotypu Hr 102 v porovnání s klasickými odrůdami a to o 3 až 4 týdny u každé pozorované lokality. Genotyp 102 podléhá více vodnímu stresu než dva klasické odrůdy bez ohledu na data výsevu. Genotyp Hr 102 nepochybně výrazně zlepšil genofond hrachu ozimého v zemích, kde poškození mrazem může být limitujícím faktorem (May et al. 2008).

2.4.3.4 Suchá kořenová spála

Původcem onemocnění suché kořenové spály je patogen *Phoma medicaginis* var. *Pinodella* (Tyrolová, 2012). Využití infikovaného osiva zpravidla vede ke **špatnému klíčení** a **smrti sazenic** z důvodu hniloby (Wallen et al. 1967; Xue, 2000). Zejména při **nízkých teplotách** může jevit zárodek rostliny symptomy na povrchu nebo pod povrchem půdy (Moussart et al. 1998).

2.4.3.5 Kořenová spála

Příčinou **kořenové spály** je komplex půdních patogenů, které představují *Fusarium oxysporum*, *F. solani* f.sp. *pisi*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Aphanomyces euteiches*). Pozitivem je, že ze zbytků pletiv brukvovitých rostlin se uvolňují těkavé látky s obsahem síry, které inhibují rozvoj jednoho z původců (*Aphanomyces euteiches*) této choroby hrachu (Kazda et Prokinová, 2001). Na následujícím obr. č. 6 je zachycena francouzská odrůda hrachu jarního HJF 1, u kterého byla zaznamenána kořenová spála. Mezi příznaky tohoto onemocnění patří redukce počtu semen v luscích hrachu na 1 až 2 semena.



Obr. č. 6: Příznaky kořenové spály na luscích u francouzské odrůdy hrachu jarního HJF 1

Kořenové vadnutí pak způsobuje konkrétně *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (McPhee et al. 1999). Tento patogen způsobuje vadnutí a usychání rostlin,

což je následkem ucpání cévních svazků vlákny patogena a účinkem toxinů vylučovaných touto houbou. Za následek to má onemocnění kořenovou spálou, která se projevuje uhníváním báze stonků a kořenů. V patogenní účinnosti byl zjištěn synergismus u kombinace *Fusarium solani* + *Rhizoctonia* a *Fusarium solani* + *Pythium* (AGRITEC, 2016). Na následujícím obr. č. 7 je zachycena česká odrůda hrachu jarního HJČ 7, u které se projevuje uhnívání báze stonků a kořenů v důsledku onemocnění kořenovou spálou.



Obr. č. 7: Uhnívání bází stonků v důsledku kořenové spály u české odrůdy HJČ 7

Druh *Fusaria solani* představuje zhruba 50 % lidských infekcí způsobených fuzáriem (Guarro, 2013; Tortorano et al. 2014; Salah et al. 2015). Rod *Fusarium* je všudypřítomný půdní patogen odpovědný za hniloby a vadnutí u rostlin širokého rozsahu. Zejména *F. keratoplasticum*, *F. petroliphilum*, *F. lichenicola* a *F. solani* jsou klinicky důležité. Mohou totiž způsobovat infekce u lidí a jiných živočichů (Guarro, 2013; O'Donnell et al. 2008).

V přírodě se rod *Fusarium* vyskytuje na substrátech rostlinného původu, často kontaminuje krmiva a obilí. Mnoho druhů z tohoto rodu jsou **fytopatogenní**, způsobují hniloby rostlin. Mohou být příležitostně patogenní a způsobovat **mykózy** u člověka. Jsou to producenti mykotoxinů: **fumonisin**, **zearalenon**, **moniliformin** aj.). K anamorfnímu stádiu se vztahují hlavní identifikační znaky. Rod *Fusarium* charakterizuje tvorba vícebuněčných zakřivených **makrokonidií**. Právě zakřivení těchto makrokonidií je rozlišovacím znakem mezi rodem *Fusarium* a jemu příbuznému rodu *Cylindrocarpon*, který má makrokonidie většinou rovné. *Fusarium* je spojeno s teleomorfami *Giberella*

a *Nectria*, zatímco *Cylindrocarpon* pouze s *Nectria* (Pitt et Hocking, 1997; Samson et al. 2004; Leslie et Summerell, 2006).

Fusarium solani se vyznačuje velmi rychle rostoucími koloniemi. Mycelium je flokozní, šedobílé. Spodní strana má často zelenavou, modrozelenou nebo hnědou barvu. Z hlediska mikroznaků můžeme pozorovat mikrokonidie hojně se tvořící na dlouhých vláknitých monofialidách. Mají zaoblené konce, jsou protáhlé, přibližně 8-16 x 2-4 µm. Na bohatě větvených konidioforech se tvoří **makrokonidie**. Ty jsou vřetenovité, mírně zakřivené, zpravidla se třemi až pěti septy.

Dále mají makrokonidie zaoblenou koncovou buňku a nevýrazně pedicellární bazální buňku. **Chlamydospory** se tvoří **v řetězcích** nebo **interkalárně**. Vyskytuje se celosvětově v půdě, u širokého spektra rostlin i živočichů a u člověka může způsobovat keratitidu. Kontaminuje skladované potraviny, je pokládán za patogena rostlin i člověka (Pitt et Hocking, 1997; Samson et al. 2004; Leslie et Summerell, 2006).

Tato houba *Fusarium solani* var. *martii* vyvolává tvorbu pisatinu v luscích hrachu (Kováčik et al. 1983). Význam kořenové hniloby u hrachu v severní Dakotě se snažili objasnit v roce 2004 a 2005 různými průzkumy. Nejčastějšími izolovanými druhy patogenů napadající kořeny hrachu byly druhy rodu *Fusarium*. *F. oxysporum* tvořil 66,7 % a 94,7 % v polních podmínkách, *F. avenaceum* tvořil podíl 71,8 % a 89,5 % v polních podmínkách v roce 2008 a 2009. Testy patogenity ukázaly, že všech 9 druhů rodu *Fusarium* izolovaných z kořenů bylo schopno způsobit kořenové onemocnění (Chittem et al. 2015).

Fusarium oxysporum f. sp. *pisi* je významným a destruktivním patogenem hrachu, který ovlivňuje úrodu *Pisum sativum* po celém světě. Provedly se proteomické analýzy u hrachu s cílem identifikovat proteiny zapojené do různých mechanismů rezistence během infekce *F. oxysporum*. Použila se dvojrozměrná elektroforéza (2-DE) spojená s hmotnostní spektrometrií (MALDI-TOF/TOF). Kořenové proteomy tří genotypů hrachu vykazovaly odlišnou odolnost. Na následujícím obrázku (obr. č. 8) jsou zachyceny rostliny s různou odolností k *Fusariu oxysporum*. Rostliny se zde hodnotí dle poškození kořenů. Vlevo je odolná rostlina a vpravo náchylná rostlina.



Obr. č. 8: Odolnost rostlin k *Fusarium oxysporum* podle poškození kořenů (Dostálová, 2017c)

Potvrdilo se, že klíčení hrách stimuluje klíčení chlamydospor *Fusarium solani* f. sp. *pisi* i *F. oxysporum* f. sp. *pisi* (Kazda et Prokinová, 2001). Pro růst kolonií rodu *Fusarium* se doporučují média PDA (potato dextrose agar) a PSA (peptone sucrose agar), kde se ukáží znaky kolonií. Kultivace obvykle probíhá ve tmě při 25 °C (Pitt et Hocking, 1997; Samson et al. 2004; Leslie et Summerell, 2006).

V současnosti se v Bangladéši jasně prokázalo, že integrace chemických a biologických procedur má vysoký potenciál pro úspěch, a to zejména u fungicidů s mikrobiálními antagonisty. Farmáři doporučují používat kombinaci metod pro účinnější kontrolovatelnost nemoci *Rhizoctonia solani* a zlepšit výnosy plodin (Akhter et al. 2015). Také se prokázalo, že těkavé látky, které se uvolňují ze zelených zbytků pletiv ovsa, kukuřice, hrachu zapravených do půdy působí inhibičně na růst *Rhizoctonia solani* (Kazda et Prokinová, 2001).

2.4.3.6 *Rezistence hrachu setého*

Odolnost rostlin proti chorobám nelze vysvětlit jedním obecným mechanismem, jelikož má různé příčiny. Jednou z nich jsou **fytoalexiny** (antibiotické látky), které se vytvořily hostitelskou rostlinou jako výsledek interakce dvou metabolických systémů – hostitele a parazita. Tyto látky mají většinou fungicidní účinky na patogenní houby. Působí zpravidla lokálně, řidčeji systémově. Nejznámějším fytoalexinem je **pisatin** (Kováčik et al. 1983). Pisatin byl lokalizován v hrachu v endokarpu epidermálních buněk pomocí laserové desorpce/ionizace za účasti matrice (MALDI) hmotnostní spektrometrie (Seneviratne et al. 2015).

Látky, které obsahuje rostlina již před napadením parazitem, tedy chemické faktory pasivní rezistence, patří do **první skupiny**. Látky, které rostlina obsahuje sice již před napadením, ale jejichž obsah po napadení parazitem u odolných odrůd stoupá, patří do **druhé skupiny**. Do **třetí skupiny** patří látky, které vznikají a šíří se až v souvislosti s napadením rostliny. Takové látky se nazývají **chemickými faktory aktivní rezistence** neboli **fytoalexiny** (Kováčik et al. 1983).

Ve všech klimatických pásmech se vyskytují **univerzální** mikroorganismy, jako jsou např. mikromycety *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Thielaviopsis basicola* a další, které působí onemocnění rostlin. Tyto fytopatogeny se totiž vyznačují širokou ekologickou valencí k vlhkosti a teplotě. K chorobám mohou mít rostliny přirozenou rezistenci. Rostliny při infekci avirulentním patogenem nebo nepatogenem indukují řadu obran včetně syntézy fytoalexinů. Dále mohou zvýšit tvorbu lytických enzymů jako **chitináz** a jiných **antimikrobiálních proteinů** (Hýsek et al. 2013).

Produkcí fytoalexinů mohou vyvolat houby nejen parazitické, ale i saprofytické. Metabolity hub k tvorbě fytoalexinů postačí. V některých případech lze vyvolat tvorbu fytoalexinů i různými chemickými látkami (Kováčik et al. 1983). **Fytoalexin pisatin** má následující chemický vzorec (obr. č. 9).



Obr. č. 9: Fytoalexin pisatin tvořící se po infekci v hrachu (CHEGG, 2017)

Odrůdová odolnost s tvorbou fytoalexinů byla v některých případech zcela jasně prokázána. Pisatin má rovněž nespecifický charakter induktorů. Houby *Ascochyta pisi*, *A. pinodella*, *Botrytis allii*, *B. cinerea*, *Fusarium solani* var. *martii*, *Rhizopus nigricans*, *Erysiphe* sp. a řada dalších vyvolávaly tvorbu pisatinu v luscích hrachu. Syntézy fytoalexinů jsou schopné i oddělené části rostlin. Skladované lusky hrachu například syntetizují pisatin při teplotě 4 °C ještě za 20 dní po utržení. Není dosud zcela objasněna funkce fytoalexinů (Kováčik et al. 1983).

2.4.4 Škůdci

Mezi škůdce na hrachu patří například **třásněnka hrachová** (*Kakothrips robustus*). Líhne se v suchém a teplém prostředí velmi rychle. Po napadení rostliny třásněnkou se na rostlině začínají objevovat malé stříbřité skvrnky, které jsou způsobené vzduchem. Do listů a jejich tkání totiž sající třásněnky tento vzduch vtlačují. Následně se zpomaluje nebo úplně zastaví růst napadaných rostlin, listy potom opadávají. Na povrchu napadené rostliny lze pozorovat červenohnědé výměšky třásněnek, v tomto případě se jedná o medovice. Hrozbu představují plísňe, které se později na těchto výměšcích usazují.

Proti rodu třásněnka existuje účinná biologická ochrana, kdy se na napadenou rostlinu aplikuje dravý roztoč *Amblyseius cucumeris*. Tento roztoč je asi 0,5 mm velký, mléčně bílé barvy, mimo larvy třásněnek napadá také i larvy svlušek (Řehořová, 2006).

Kyjatka hrachová (*Acyrtosiphon pisum*) je druh mšice (obr. č. 10). Zjara se z přezimujících vajíček líhnou bezkřídlé samice. Tato mšice se živí na stoncích a listech hrachu. Většina živočichů by na těchto rostlinách zahynula. Mšice přežívají díky mikrobiálním spojencům, které hostí ve specializovaných buňkách těla, tzv. bakteriocytech (Petr, 2016).



Obr. č. 10: Kyjatka hrachová (Pokorný, 2015)

Jelikož fenologii organismů může změnit klima, jako modelový organismus byla ve studii Joschinski et al. (2015) zvolena mšice *Acyrtosiphon pisum*. Byl měřen růst populace mšic na jejich hostitelské rostlině *Pisum sativum*. Zjistilo se, že krátké dny snižují plodnost a délku reprodukčního období mšic. Mšice ve venkovních podmínkách

byly konfrontovány s řadou abiotických faktorů, jako jsou teplotní výkyvy (Trionnaire et al. 2012).

Původ **plodomorky hrachové** (*Contarinia pisi*) není znám, v současnosti je pokládána za eurosibiřský druh. Tento škůdce se vyvíjí mezi deformovanými listy terminální části výhonků, v květních pupenech nebo v luskách hrachu setého (Vimmer, 1913).

Listopas čárkovaný (*Sitona lineatus*) patří do čeledi nosatcovitých (*Coleoptera: Curculionidae*). Délka těla listopase čárkovaného činí něco kolem 4 mm. Listopasi mají jednu generaci v roce a imága hibernují v půdě. Listopasi čárkovanému tvrdá zima nemusí ovlivnit jeho úspěšnost hibernace a celkovou mortalitu imag během zimy, jelikož se jedná o druh plně adaptovaný na klimatické podmínky ČR.

Plodnost listopasů výrazně zvyšuje teplé počasí v dubnu a červnu. Přirozenými **nepřáteli** listopasů jsou **lumci** a **lumčici**, kteří parazitují larvy listopasů. Vajíčka listopasů jsou požírána drabčiky a střevlíky. Včasná setí má jednoznačně pozitivní efekt. Přímou ochranu kulturních plodin představuje použití registrovaných přípravků. Insekticidní postřik musí být aplikován včas, aby přinesl žádoucí efekt. Aplikace insekticidu tedy probíhá ve fázi prvního až druhého listu, tzn. ihned po zaznamenání prvních výkusů zvláště v letech, kdy rostliny navíc nevyrovnaně a pomalu vzchází a rostou v důsledku sucha. Ztráta listové asimilační plochy by neměla přesáhnout 10 % (Hýbl et al. 2011).

Tmavě zbarvený brouk **zrnokaz hrachový** (*Bruchus pisorum*), který je zobrazen na následujícím obr. č. 11, je velký 4 až 5 mm. Již na poli kladou samičky vajíčka na semena hrachu. Uvnitř semene masitá larva vyhlodává jeho obsah a prodělává tak svůj vývoj. Semena hrachu jsou při kuklení larvy zazátkována. Zrno pak opustí dospělý brouk, který prokouše asi 2 mm velký otvor. Líhnutí probíhá v uskladněném hrachu. Pokud během zimy teplota přesáhne 20 °C, vylíhli brouci předčasně vylétnou a díky zimě zahynou.

Proti tomuto škůdci lze použít metodu zmrazení hrachu při teplotě -13 °C. Pokud se používá chemické hubení, aplikuje se insekticid v době květu a opakuje se po 7 až 10 dnech. Dále je vhodné rané setí hrachu, dodržováním dostatečného odstupu mezi porosty a sklady s tímto škůdcem, likvidování napadené partie, zaorávání výdrolu, hlubokou orbou na loňských hrachovištích. Škůdci jsou schopni vylézt z hloubky do 10 cm (Horáková et al. 2008).



Obr. č. 11: Zrnokaz hrachový (ZAHRADAAPRIRODA, 2017)

Důležité informace o vztazích mezi škůdcem **obalečem hrachovým** (*Cydia nigricana*), který je zachycen na následujícím obr. č. 12, a rostlinou může poskytnout identifikaci rostlinných těkavých látek, které přitahují hmyzí samičky obaleče hrachového (*Cydia nigricana*) pro naklazení vajíček. Tyto informace se dají využít pro vývoj určité strategie boje proti škůdcům, kdy jsou manipulovány samičky hmyzu při vyhledávání jejího hostitele. Tato studie představuje první krok na cestě při identifikaci této těkavé látky.

Nejatraktivnější fenologické stádium hrachu pro samice obaleče je stádium kvetení. V tomto případě na květy přistálo 58 % samiček obaleče hrachového. Z různých fenologických fází byly odebrány a následně analyzovány těkavé látky pomocí plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Celkově výsledky této studie ukazují jasnou **souvislost** mezi *fenologií hostitelské rostliny a chováním samic obaleče hrachového* (Thöming et al. 2014).



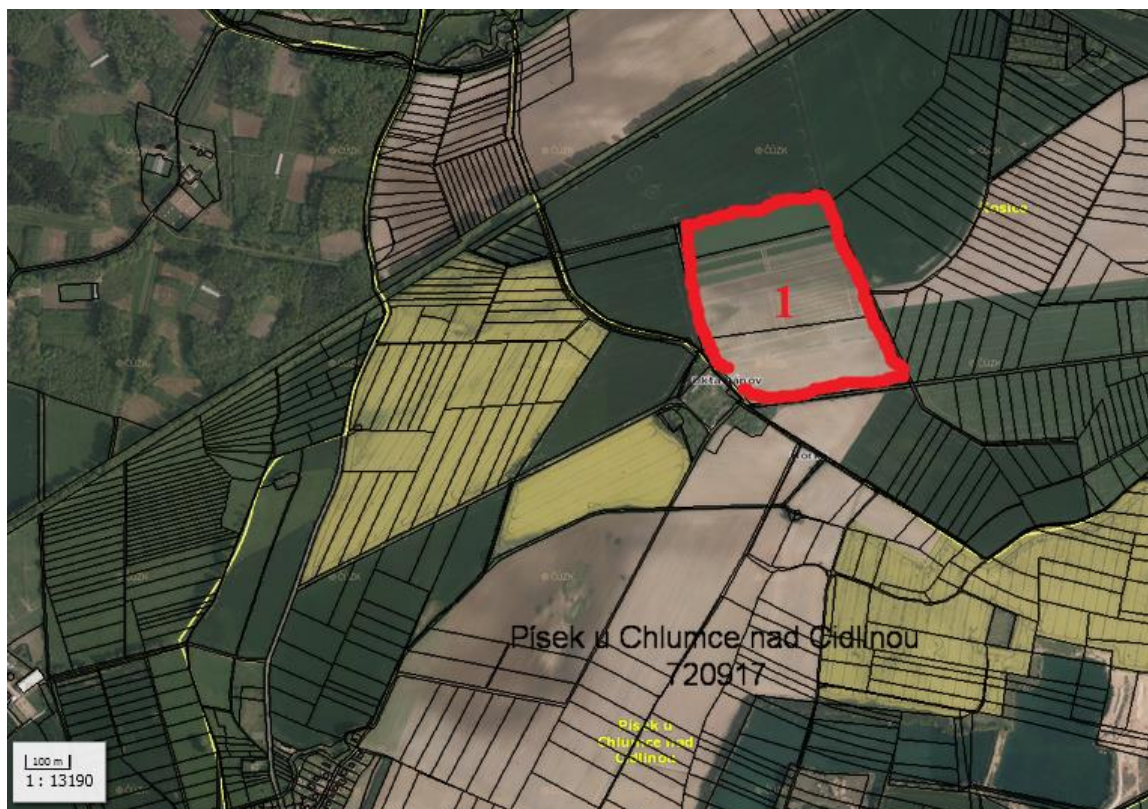
Obr. 12: Obaleč hrachový (Rod, 2017b)

Mezi škůdce hrachu také patří **můra hrachová** (*Ceramica pisi*). Tento škůdce vyžaduje vyšší vlhkost. Při nedostatku vláhy může ustupovat do vyšších poloh a ztrácet jako škůdce význam (Vrzalová, 2009).

3 METODIKA

3.1 Hodnocení vlastností luskovin v polních podmínkách

Pozorování jarní formy hrachu setého – polního (*Pisum sativum* subsp. *hortense*) a ozimé formy hrachu setého – krmného, pelušky (*Pisum sativum* subsp. *arvense*), tedy pelušky ozimé a hrachu jarního (Hýbl, 2017; SELGEN, 2017) v polních podmínkách bylo uskutečněno na třech pozemcích, které jsou řazeny k řepařské výrobní oblasti. Tyto pozemky se nachází v obci Kosice (mapa č. 1) 3,7 km od ŠS Chlumeč nad Cidlinou, náleží k teplé oblasti. Nadmořská výška vybrané lokality činí 240 m n. m. Normální průměrná roční teplota tu je 8,7 °C a normální průměrný roční úhrn srážek činí 642 mm.



Mapa č. 1: Překryv ortofotomapy ČÚZK (aktuální) a INSPIRE - parcely 1 : 13190, Kosice (GEOPORTAL, 2017), upraveno autorkou práce

Vysvětlivky:

1. Pozemek s pozorovanou peluškou ozimou a hrachem jarním.

Jeden z pozemků, na kterém byla uskutečněna všechna pozorování v polních podmínkách (mapa č. 1), má parcelní číslo 581 a nachází se v obci Kosice, v katastrálním území Kosice s vlastnickým právem Kinský dal Borgo. Z hlediska druhu pozemku se

jedná o ornou půdu s výměrou 30203 m², což je 3,0 ha. Druhý pozemek má parcelní číslo 583 a nachází se rovněž v obci Kosice, v katastrálním území Kosice s vlastnickým právem Kinský dal Borgo. Z hlediska druhu pozemku se jedná o ornou půdu s výměrou 84886 m², což je 8,5 ha. Třetí a zároveň poslední pozemek má parcelní číslo 585, nachází se v obci Kosice, v katastrálním území Kosice s vlastnickým právem Kryže Ladislav Ing. Z hlediska druhu pozemku se jedná o ornou půdu s výměrou 70116 m², což je 7,0 ha. Jedná se tedy o tři pozemky vedle sebe s celkovou výměrou 18,5 ha (ČÚZK, 2017). Z celkové výměry těchto pozemků pokrýval hrách setý 7,05 ha.

Tato plocha o velikosti 7,05 ha zahrnovala všechna pozorování autorky na roztroušeně se nacházejících parcelkách nebo čtvercích o výměře 363 m² (0,0363 ha). Peluška ozimá z výměry 363 m² zaujímá 3 m² (0,0003 ha) a hrách jarní 360 m² (0,0360 ha). Šlechtitelská stanice má hrách i na jiných polích, ale ten již není předmětem zkoumání této diplomové práce.

Dle zrnitosti, skeletovitosti a hloubky půdy náleží tyto pozemky, na kterých jsem zkoumala hrách a pelušku, k **písčitohlinité půdě (střední)**. Z hlediska půdního typu a subtypu se tato půda řadí k **hnědozemí typické**. Dne 17. 2. 2014 byl proveden rozbor půdy na zásobu živin. Zjistilo se, že půda obsahuje 136 mg/ha fosforu (P), 154 mg/ha draslíku (K), 182 mg/ha hořčíku (Mg) a 2475 mg/ha vápníku (Ca). Půda má pH 5,9.

„Pěstování a šlechtění ovlivňuje počasí, proto ve ŠS Chlumeck nad Cidlinou SELGEN a. s. měří různé meteorologické údaje prostřednictvím jejich vlastní meteostanice, která se nachází za budovou stanice. Meteostanice je v nepřetržitém provozu, soustavně měří meteorologické údaje z jednoho místa. Jednou za 24 h meteostanice automaticky provádí výpočet průměrného denního úhrnu srážek a výpočet průměrné denní teploty. Navíc v měsíčních intervalech provádí sama meteostanice výpočet průměrného měsíčního úhrnu srážek a výpočet průměrné denní teploty. Stejně tak počítá z měsíčních hodnot i průměrné roční úhrny srážek a průměrné roční teploty“ (Vosáhlová, 2015).

Záznamy z meteostanice pro období září 2015 až srpen 2016 byly automaticky převedeny do programu v počítači na chlumecké stanici. Záznamy této meteostanice zahrnovaly průměrné denní teploty v dekádě v měsíci, absolutní přízemní teplotní maxima a minima, počet dní s přízemním mrazíkem, součet srážek v mm, počet dní se srážkami do 5 mm a nad 5 mm. Všechny tyto údaje jsou hodnoceny ve třech dekádách v měsíci. Celkové měsíční průměrné teploty a úhrny srážek byly porovnávány

s čtyřicetiletými průměry (měsíční 40letý teplotní normál v °C a srážkový normál v mm). Tyto čtyřicetileté průměry vyjadřují průměrnou teplotu nebo úhrn srážek daného měsíce počítaný ze všech údajů naměřených za 40 let. Tato meteostanice funguje od roku 1950. Následně byly tyto záznamy zpracovány autorkou v programu Microsoft Excel ve formě tabulky a vloženy do této práce (příloha 9.11).

ŠS Chlumeck nad Cidlinou dala souhlas autorce práce se zveřejňováním údajů odrůdy pelušky ozimé ARKTA, údajů o novošlechtění pelušky ozimé v letech 2015 - 2016, o hrachu jarním v roce 2016, získaných ze ŠS Chlumeck nad Cidlinou. Dále souhlasí s uveřejňováním meteorologických údajů a údajů o stanovišti, které byly získány na pozorovacím stanovišti ŠS Chlumeck nad Cidlinou. Také souhlasí se zveřejňováním dalších údajů, které se vztahují k výše zmíněným genotypům (příloha 9.12).

Předplodinou pelušky ozimé a hrachu jarního byla pšenice ozimá, která byla sklizena v srpnu 2015. Po sklizni předplodiny u pelušky ozimé následovala podmítka pomocí diskového podmítače. Potom byla provedena letní orba a následně před setím příprava kompaktozem. Na podmítku, orbu a přípravu kompaktozem si ŠS Chlumeck nad Cidlinou každoročně objednává službu, která jim to vykonává.

Na podzim hned po zasetí pelušky ozimé byl aplikován herbicid AFALON 45 SC, jehož objem činil 1,5 l na 1 ha a COMMAND 36 CS, který byl aplikován po 0,15 l na 1 ha. Na celkovou osevní plochu s peluškou ozimou o velikosti 1,05 ha bylo aplikováno kombinované hnojivo NPK v dávce 300 kg/ha. Toto hnojivo však bylo aplikováno až na jaře. Do půdy bylo tedy dodáno pro ozimé luskoviny na regeneraci po zimě celkem 36 kg/ha dusíku, 57 kg/ha fosforu a 57 kg/ha draslíku.

Co se týká hrachu jarního, půda se začala připravovat až na jaře. V březnu proběhlo smykování a vláčení s hnojením. O den později proběhla příprava pro setí kompaktozem. Hnojilo se superfosfátem a draselnou solí. Z hlediska mechanického ošetření se dne 30. 3. 2016 uskutečnilo zavláčení při setí a o den později uválení hladkými válci. Na pozemku se aplikovalo celkem 5 chemických přípravků. AFALON 45 SC se aplikoval v dávce 1,5 l/ha, COMMAND 36 CS (0,15 l/ha), FURY 10 EW (0,15 l/ha), NURELLE D 0,6 l/ha a PROTEUS 110 OD (0,75 l/ha).

Celkem na 7,05 ha hrachu setého (jarní luskoviny) v Chlumci nad Cidlinou byl aplikován superfosfát v dávce 300 kg/ha a draselná sůl v dávce 200 kg/ha. U jarních luskovin není třeba dodávat dusík do půdy jako je tomu u ozimů. Pro hrách jarní bylo

celkově do půdy dodáno 48 kg/ha fosforu v podobě P_2O_5 a 80 kg/ha draslíku v podobě K_2O .

3.1.1 Přezimování a hodnocení vlastností pelušky ozimé

3.1.1.1 *Přezimování pelušky ozimé*

Peluška ozimá byla vyseta dne 2. 10. 2015 parcelním secím strojem Wintersteiger do hloubky 5 – 6 cm do parcelek o délce 10 m a šířce 1 m, na kterých bylo později náhodně vymezeno autorkou 12 čtverců o velikosti $0,25\text{ m}^2$. Na každé parcelce byla peluška vyseta do 10 řádků. Plocha jedné parcelky činila 10 m^2 a plocha jednoho řádku 1 m^2 . Výsevek činil 1,2 milionů klíčových zrn na 1 ha, tedy 120 klíčových zrn na 1 m^2 . U ozimých luskovin bylo vyseto o 0,2 mil. klíčivých zrn na 1 ha více, protože bylo počítáno s případným vymrznutím semen.

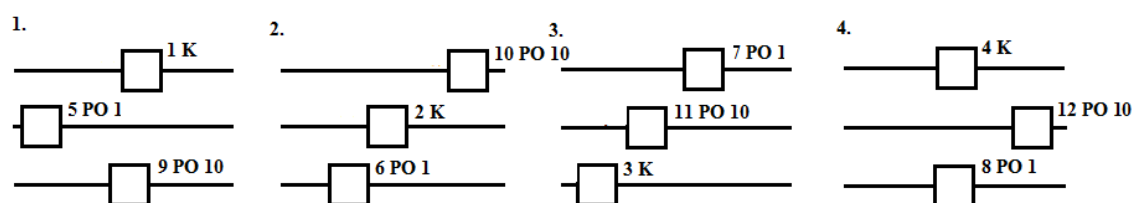
Všechna sledovaná peluška ozimá byla normálního listového typu. Pro pozorování autorce práce byla stanicí vybrána dvě novošlechtění pelušky ozimé, která se v posledních prokázala svými nejlepšími vlastnostmi, a tak postoupila do užšího výběru za účelem vybrání nejlepšího genotypu pro registraci nové odrůdy. Novošlechtění PO 1 a PO 10 také byla testována v bakalářské práci autorky této práce. Tato dvě novošlechtění byla porovnávána s dosud nejlepší odrůdou ozimé pelušky ARKTA, kterou tato stanice vyšlechtila. Novošlechtění i kontrola se sela ve čtyřech opakováních. Výsevní plocha autorčina pozorování 12 čtverců s peluškou ozimou zaujímala 3 m^2 .

Po vzejití rostlin bylo na parcelkách vymezeno autorkou těchto 12 čtverců o velikosti $0,25\text{ m}^2$ dne 19. 11. 2015. Dřevěnými čtverci (obr. č. 13) byly vymezeny sledované plochy a po obvodu byly dřevěným kladivem zatlučeny kolíky. Kolíky zde zůstaly až do sklizně. Těmito kolíky byla celkem vymezena sledovaná plocha pelušky ozimé o velikosti plochy 3 m^2 , která zahrnovala čtyři opakování kontroly ARKTA, novošlechtění pelušky ozimé PO 1 a PO 10.



Obr. č. 13: Vymezení plošek s peluškou pomocí dřevěného čtverce a kolíků, čtvrté opakování novošlechtění pelušky ozimé PO 10

Po vymezení dvanácti čtverců (stejný den) byly autorkou počítány ručně jednotliví vzejití jedinci obou novošlechtění a kontroly. Opakování bylo seto celkem ve čtyřech řadách, kde umístění jednotlivých novošlechtění a kontroly bylo náhodné. Umístění obou novošlechtění a kontroly znázorňuje obr. č. 14. Jednotlivé čtverce o velikosti 0,25 m² byly na těchto parcelkách autorkou rovněž umístěny náhodně tak, aby hrana dřevěné konstrukce čtverce nepřekrývala jednotlivé řádky. Náhodně byly také autorkou práce zvoleny řádky zahrnuté ve čtverci (celkem 5 řádků). Celkem byly spočteny rostlinky ve 12 čtvercích.



Obr. č. 14: Schéma umístění dvanácti čtverců pelušky ozimé o celkové velikosti 3 m²

Vysvětlivky:

□ – čtverec s pozorovanou peluškou ozimou o velikosti 0,25 m²; | – parcelka o délce 10 m a šířce 1 m; **1 K – 4 K** – kontrola ARKTA po 4 opakování; **5 PO 1 – 8 PO 1** – novošlechtění pelušky ozimé 1 po 4 opakování; **9 PO 10 – 12 PO 10** – novošlechtění pelušky ozimé po 4 opakování.

Parcelky byly značeny čísly, pod kterými byly autorkou dohledány označení novošlechtění a kontroly v záznamech šlechtitelské stanice. Číslo jednotlivých parcel, číslo čtverce, označení dané odrůdy, počet vzejitých rostlin a datum pozorování byly

zapsány autorkou do zápisníku. Tyto údaje byly následně autorkou zpracovány a statisticky zhodnoceny v programu Microsoft Excel.

Po zimě bylo autorkou opakováno počítání, rostlinky byly počítány na stejných parcelkách a na stejném čtverci jako po vzejití před zimou. Tyto údaje byly rovněž zaznamenány společně s datem pozorování do zápisníku k údajům předcházejícím. Následně byly i tyto údaje doplněny do tabulky v programu Microsoft Excel, spočítala se v něm procenta přezimování a hotová tabulka byla vložena do diplomové práce.

3.1.1.2 Hodnocení vlastností pelušky ozimé

Před kvetením byl na luskoviny aplikován insekticid (především proti kyjatce hrachové) NURELLE D o objemu 0,6 l na 1 ha. O dva týdny později byl aplikován šetrnější insekticid PROTEUS 110 OD o objemu 0,75 l/ha proti zrnokazu, obaleči a též proti kyjatce.

Autorka práce společně s ostatními spolupracovníky šlechtitelské stanice pod odborným dohledem Ing. Romana Tyllera zaznamenávala během vegetačního období do zápisníku údaje o standardních vlastnostech, tedy o stavu po vzejití (hodnoceno dne 19. 11. 2015) o stavu po zimě (hodnoceno dne 26. 4. 2016), poléhání před kvetením (hodnoceno dne 22. 5. 2016), počátku kvetení, konci kvetení, délce rostliny po odkvětu v cm (hodnoceno dne 10. 6. 2016), poléhání před sklizní (hodnoceno dne 11. 7. 2016), komplexu kořenových chorob (hodnoceno dne 2. 4. 2016), komplexu viróz (hodnoceno dne 1. 6. 2016), plísní hrachu – *Peronospora pisi* (hodnoceno dne 24. 6. 2016) a plísní šedé – *Botrytis cinerea* (hodnoceno dne 24. 6. 2016).

Stav po vzejití, poléhání před kvetením, poléhání před sklizní, komplex kořenových chorob, komplex viróz, plíseň hrachu – *Peronospora pisi* a plíseň šedá – *Botrytis cinerea* byly hodnoceny podle stupnice 9 – 1. Stupeň 9 znamená nejlepší hodnocení a stupeň 1 nejhorší hodnocení (Vosáhlová, 2015).

U počátku kvetení a konce kvetení byl zaznamenáván datum. Délka rostliny po odkvětu (cm) byla měřena v místech, která reprezentují délku rostlin na parcele, po ukončení růstu od paty rostliny k vrcholu lodyhy dřevěným polním metrem. Nakonec byl uveden průměr ze čtyř měření v každém opakování na vybraných rostlinách (u polehlých porostů bylo třeba danou rostlinu napřímit).

Dále bylo autorkou zjišťováno společně s ostatními spolupracovníky výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti, relativní výnos v % a hmotnosti tisíce semen (HTS v g).

Výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti byl zjištěn pracovníky šlechtitelské stanice zvážením sklizeného vzorku jednotlivých opakování a následným přepočítáním na t/ha a na 14% vlhkost.

Následně byl autorkou vypočítán průměrný výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti ze všech opakování u obou novošlechtění a kontroly. Z průměrných výnosů zrna (t/ha) při 14% vlhkosti jednotlivých odrůd byl vypočítán průměrný výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti všech odrůd, který byl vydělen 100 %. Výsledkem, který byl získán tímto způsobem, byl dělen každý průměrný výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti ze všech opakování u každé jednotlivé odrůdy. Získal se tak relativní výnos v % u obou novošlechtění i kontroly. Jelikož stanice pracuje jen s průměrnými hodnotami jednotlivých odrůd získaných ze všech opakování, přepočítání výnosu zrna (t/ha) při 14% vlhkosti na relativní výnos v % u každého jednotlivého opakování nebylo nutné.

Hmotnost tisíce semen (HTS v g) byla stanovena pracovníky v šlechtitelské stanici zvážením průměrného vzorku, který vznikl smícháním všech čtyř opakování. Z toho vyplývá, že HTS je následně uváděno pouze u průměru ze všech čtyř opakování. Zjišťování HTS proběhlo pomocí ručního počítání a digitální váhy Basic RK 10 TONAVA. Ve spolupráci s RNDr. Zuzanou Dučaiovou, Ph.D. byl proveden Tukey test u chorob, poléhání a výnosu v programu STATISTICA, tedy metoda mnohonásobného porovnávání. Ostatní statistické hodnocení bylo provedeno autorkou práce v programu Microsoft Excel 2010.

Bezprostředně před sklizní byla autorkou spolu s ostatními pracovníky stanice rozhrnována peluška pomocí dřevěné tyče. Rozhrnování slouží pro usnadnění mechanizované sklizně. Dne 11. 7. 2016 proběhla sklizeň pelušky ozimé pomocí parcelní sklízecí mlátičky Wintersteiger classic. Jednotlivé parcelky byly sklizeny do pytlíků odpovídajících její velikosti. Sklizený hrách byl dále sušen v prostorách stanice a použit k dalším účelům šlechtitelské stanice. V příloze 9.2 je tato sklizeň zachycena na jednotlivých snímcích.

3.1.2 Hodnocení vlastností a výskytu chorob hrachu jarního

3.1.2.1 *Hodnocení vlastností hrachu jarního*

Výsevní plocha hrachu jarního zaujímal 360 m². Na této výsevní ploše se nacházelo celkem 36 parcelek. Hrách jarní byl vyset dne 30. 3. 2016 parcelním secím strojem Wintersteiger do hloubky 5 – 6 cm. Před vzejitím byla aplikována stejná

postřiková směs herbicidů jako u pelušky ozimé a se stejným dávkováním, a to dne 31. 3. 2016.

Odrůdy hrachu jarního (typ semi-leafless, tedy úponkatá) byly vybrány ŠS Chlumec nad Cidlinou ze seznamu doporučených odrůd ČR. Seznam doporučených odrůd (SDO) obsahuje odrůdy vhodné pro pěstování v ČR. Pro pozorování hrachu jarního byly vybrány odrůdy holandské, francouzské, české a jedna odrůda německá. Všechny vybrané české odrůdy byly vyšlechtěny ŠS SELGEN. Některé tyto odrůdy byly testovány i v bakalářské práci autorky této diplomové práce. Seznam byl však obměněn právě podle seznamu doporučených odrůd ČR.

Každá odrůda hrachu jarního (celkem 12) byla vyseta po třech opakováních. Jedno opakování představuje jednu řadu všech dvanácti odrůd. Jednotlivé odrůdy byly ve třech opakováních (řadách) umístěny náhodně (tab. č. 2). Hrách byl vyset na své příslušné parcelce o délce 10 m a šířce 1 m. Na každé parcelce bylo vyseto 10 řádků. Plocha jedné parcelky činila 10 m² a plocha jednoho řádku 1 m². Výsevek činil 1 milion klíčivých zrn na 1 ha, tedy 100 klíčivých zrn na 1 m². U jarních luskovin se nemusí počítat s případnými ztrátami způsobené vymrznutím semen.

Tab. č. 2: Rozmístění odrůd hrachu jarního v jednotlivých parcelách a řadách na pozemku

Rozmístění odrůd hrachu jarního v jednotlivých parcelách a řadách												
1.	HJH 1	HJH 2	HJČ 8	HJČ 5	HJF 2	HJF 3	HJN 1	HJČ 7	HJČ 6	HJF 1	HJČ 4	HJČ 3
2.	HJČ 5	HJČ 7	HJN 1	HJF 1	HJH 2	HJČ 6	HJČ 4	HJF 2	HJČ 3	HJH 1	HJČ 8	HJF 3
3.	HJČ 4	HJČ 6	HJF 2	HJF 3	HJČ 3	HJČ 7	HJH 1	HJČ 8	HJH 2	HJN 1	HJČ 5	HJF 1

Vysvětlivky:

Číslo 1. – 3. – pořadové číslo řady (opakování); **HJČ 3 – 8** – hrách jarní – česká odrůda (vyšlechtěno v ŠS SELGEN); **HJH 1 – 2** – hrách jarní – holandská odrůda; **HJN 1** – hrách jarní – německá odrůda; **HJF 1 – 3** – hrách jarní – francouzská odrůda. Jednotlivá označení odrůd **HJČ 3 – 8** – **HJN 1** zároveň simulují svoji příslušnou parcelu.

Před kvetením byly na luskoviny aplikovány insekticidy FURY 10 EW (aplikace dne 18. 4. 2016) o objemu 0,15 l/ha, NURELLE D (aplikace dne 30. 5. 2016) o objemu 0,6 l/ha a PROTEUS 110 OD (aplikace dne 16. 6. 2016) o objemu 0,75 l/ha.

Ve vegetačním období byly autorkou práce společně s ostatními pracovníky šlechtitelské stanice pod odborným dohledem Ing. Romana Tyllera zaznamenávány do zápisníků údaje o stavu po vzejití (zaznamenáno dne 13. 5. 2016), stavu před květem (zaznamenáno dne 26. 5. 2016), počátku kvetení, konci kvetení, délce rostliny po odkvětu v cm (zaznamenáno dne 28. 6. 2016), chorobách – *Fusarium* (zaznamenáno dne 24. 6. 2016), poléhání před sklizní (zaznamenáno dne 13. 7. 2016). Stav po vzejití, stav

před květem, choroby a poléhání před sklizní bylo hodnoceno podle stupnice 9 – 1, kde číslo 9 znamená nejlepší a číslo 1 nejhorší.

Dále byl zjišťován autorkou společně s ostatními pracovníky stanice výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti, relativní výnos v % a hmotnost tisíce semen (HTS v g). Ve spolupráci s RNDr. Zuzanou Dučaiovou, Ph.D. byl proveden Tukey test u chorob, poléhání a výnosu v programu STATISTICA, tedy metoda mnohonásobného porovnávání. Ostatní statistické hodnocení bylo provedeno autorkou práce v programu Microsoft Excel.

Autorkou práce a ostatními pracovníky byl hrách jarní před sklizní rozhrnován dřevěnou tyčí pro usnadnění mechanizované sklizně. Dne 14. 7. 2016 proběhla sklizeň hrachu jarního stejným způsobem jako u pelušky ozimé. I zde následovalo sušení. Hrách byl potom použit k dalším účelům šlechtitelské stanice. V příloze 9.2 je tato sklizeň zachycena na jednotlivých snímcích.

3.1.2.2 *Hodnocení výskytu chorob u hrachu jarního*

Dne 28. 6. 2016 byly na poli před sklizní autorkou náhodně vybrány rostliny hrachu jarního napadené komplexem kořenových a krčkových chorob, které měly v lusku 1 – 3 semena, lodyhy byly nekrotizované (černé) a daly se snadno vytáhnout z půdy. Náhodný výběr byl proveden ze tří opakování dvanácti odrůd hrachu jarního.

Tyto rostliny byly převezeny a uskladněny v plastové bedýnce ve sklepě autorky o průměrné teplotě 25 °C. Spodní části rostlinek (kořen až 1 – 2 větvení) byly zabaleny do papírových sáčků, které byly následně označeny příslušným číslem odrůdy a opakování. Jedna část byla poslána do společnosti AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. v Šumperku a druhá část byla autorkou dovezena do nemocnice v Hradci Králové k určení původce choroby. Do Šumperka byla navíc poslána i semena, která byla odebrána při sklizni. Semena byla skladována v papírových sáčcích za stejných podmínek jako celé rostliny.

Část napadených rostlin byla autorkou převezena do Fakultní nemocnice v Hradci Králové (do Ústavu klinické mikrobiologie). Dne 21. 7. 2016 ve spolupráci s Mgr. Janem Wiplerem byly z napadených rostlin izolovány původci onemocnění ke kultivaci. Jednalo se o holandskou odrůdu HJH 1, jejíž původci onemocnění byli kultivováni celkem na pěti plotnách. Pro kultivaci byl zvolen Sabouraudův agar SAP1 s přidavkem chloramfenikolu (antibiotikum), aby se zabránilo růstu bakterií. Pomocí pinzety byl autorkou uchopen jeden krček rostliny (nacházející se nad kořenem), který byl nanesen na plotnu tak, aby

se původci choroby otiskly na agaru. Původci choroby ze čtyř dalších krčků rostlin byly stejným způsobem aplikovány na agar. Na těchto pěti plotnách vzniklo po kultivaci primární inokulum, ze kterého bylo dne 3. 8. 2016 izolováno několik jednotlivých kultur za účelem zisku čistých kultur.

Dne 10. 8. 2016 (po 7 dnech kultivace) byl autorkou odebrán z čisté kultury vzorek sporulujícího mycelia preparační jehlou a pinzetou. Vzorek byl umístěn na podložní sklíčko s kapkou vody, přikryt krycím sklíčkem a následně pozorován pod mikroskopem při zvětšení 1000krát s použitím imerzního objektivu. Ze vzorku byla detekována houba *Fusarium solani*. K identifikaci původce choroby sloužila literatura Pitt et Hocking (1997) Samson et al. (2004), Leslie et Summerell (2006).

Následně byla provedena autorkou fotodokumentace pomocí fotoaparátu PENTAX K – S2, který byl zapůjčen u pana Mgr. Jana Wiplera. Tímto způsobem byl pořízen snímek obr. č. 22 z vrchní strany plotny i ze spodní strany plotny obr. č. 23. Autorkou byly stejným způsobem detekovány další mikroorganismy.

Druhá část napadených rostlin, která byla poslána do společnosti AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. v Šumperku byla hodnocena ve fytopatologické laboratoři standardním postupem panem RNDr. Michalem Ondřejem, CSc. metodou umytí kořenů a umístění do vlhké komůrky. Napadené kořenové krčky a zbytky kořenů byly umyty ve vodě k odstranění zbytků hlíny a umístěny do vlhkých komůrek – Petriho misek o průměru 12 cm s navlhčeným filtračním papírem ve třech vrstvách.

Po 2 – 3 dnech proběhlo mikroskopické hodnocení výskytu spor na kořenových krčcích tak, že na podložní sklíčko s kapkou vody bylo z povrchu kořenových krčků žiletkou seškrábnuto narostlé mycelium hub i s kortexem. Žiletkou bylo vše rozsekáno na jemné kousky a pod podložní sklíčko se použila získaná tekutina se spory a myceliem. Mikroskopická detekce hub byla provedena při zvětšení mikroskopu 450krát. Obdobným způsobem bylo provedeno také mikroskopické hodnocení hub na semenech hrachu s tím rozdílem, že detekce byla provedena 4. den po umístění do vlhkých komůrek.

3.2 Sledování pelušky ozimé v řízených podmínkách

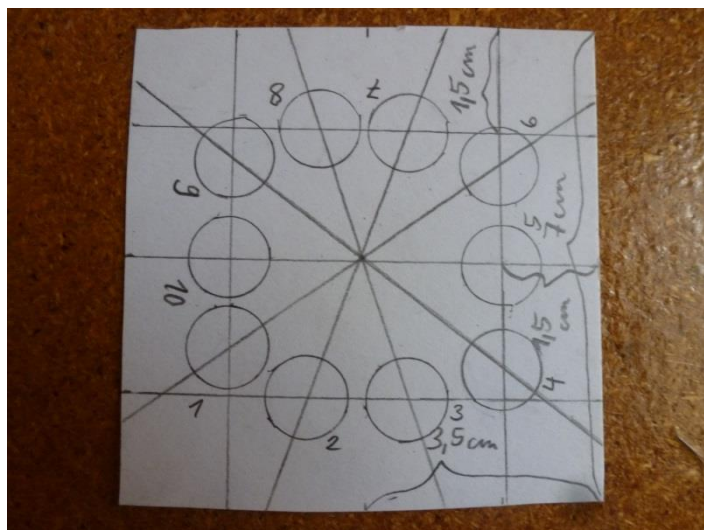
3.2.1 Sledování mrazuvzdornosti

Dne 13. 10. 2016 bylo autorkou připraveno 25 plastových květináčů hranatých (8 x 8 x 8 cm). Na dno plastových květináčů byl umístěn filtrační papír a FORESTINA STANDARD substrát pro výsev a množení (používáno balení po 5 l). Substrát byl plněn do plastových květináčů až po jejich okraj. Každý kelímek byl zalit 100 ml vody naměřených v platové odměrce. Každý kelímek byl popsán číslem opakování, **číslem podmínky** a označen příslušnou barvou (na samolepce). Zvláště bylo umístěno 500 semen pelušky ozimé (rok sklizně 2015) odrůdy ARKTA na podmisku truhlíkovou s filtračním papírem a vodou (výška hladiny 1,5 cm). Semena zde dále klíčila při pokojové teplotě 17 °C.

Za 48 h po vyklíčení dne 15. 10. 2016 byla vybrána pinzetou semena s prasklým osemením, s délkou klíčku přibližně 1 mm. Dohromady bylo tedy přesunuto do plastové misky pinzetou 250 naklíčených semen pelušky ozimé. Semena byla seta pinzetou do otvorů v papíru o průměru 1 cm.

Tento papírový čtverec (obr. č. 15) s otvory v přesně naměřených vzdálenostech měl minimalizovat důsledky čtvercového efektu plastového květináče. Středy jednotlivých otvorů se nacházely 1,5 cm od kraje čtverce (7 x 7 cm). Středem čtverce byla narýsovaná přímka, podle které byly narýsovány 4 přímky pod úhlem 36°.

Od středové přímky ve vzdálenosti 2 cm byla z obou stran narýsována další přímka. Celkem na 3 přímky byly vedeny kolmo 2 přímky ve vzdálenosti 1,5 cm od kraje papíru. V místě, kde došlo k průniku kolmých přímek a přímek vedených pod úhlem 36°, vznikl střed celkem 10 otvorů. Z těchto středů byly narýsovány kružítkem kružnice o průměru 1 cm. Vzniklé kruhy byly následně vystřiženy pomocí nůžek. Celkem 10 semen bylo sázeno do hloubky 5 cm pomocí pinzety, která byla opatřena lepicí páskou vyznačující právě 5 cm.



Obr. č. 15: Papírový čtverec před vystřížením otvorů pro síť pelušky

Dne 16. 10. 2016 po 16,5 h po setí bylo všech 25 kelímků uloženo do mrazáku Elektrolux ERB 3442 o teplotě $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (změřeno teploměrem). Po půl hodině teplota v mrazáku vystoupala na $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a dále pak teplota pomalu klesala zpět na $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (tab. č. 3).

Tab. č. 3: Průběh stresování pelušky ozimé mrazem v řízených podmínkách

Činnost	Teplota v $^{\circ}\text{C}$	Čas od vložení vzorků do mrazáku v h
Vložení vzorků do mrazáku	-22	0
Průběžné sledování	-8	0,5
Vyjmutí vzorků 1	-11,5	6
Průběžné sledování	-9	6,5
Vyjmutí vzorků 2	-12	10
Průběžné sledování	-10	10,5
Vyjmutí vzorků 3	-20	14
Průběžné sledování	-17	14,5
Vyjmutí vzorků 4	-22	24

Po 6 h po uložení do mrazáku se vyťahovalo prvních 5 opakování (1/1 – 1/5) této podmínky (vytažení po 6 h) při teplotě v mrazáku $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do pokojové teploty $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. V mrazáku se po půl hodině teplota zvýšila na $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po 10 h od uložení 25 kelímků do mrazáku bylo vytaženo dalších 5 opakování (2/1 – 2/5) této podmínky (vytažení po 10 h) při teplotě v mrazáku $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ do pokojové teploty $17\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V mrazáku se po půl hodině teplota zvýšila na $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po 14 h po uložení do mrazáku se vyťahovalo dalších 5 opakování (3/1 – 3/5) této podmínky (vytažení po 14 h) při teplotě v mrazáku $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do pokojové teploty $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. V mrazáku se teplota po půl hodině zvýšila na $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po 24 h (dne 17. 10. 2016) po uložení do mrazáku se vyťahovalo posledních 5 opakování (4/1 – 4/5) této podmínky (vytažení po 24 h) při teplotě v mrazáku $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ do pokojové teploty $17\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Klíčící semena v dvaceti plastových květináčích se substrátem (prošla mrazem) a semena v pěti plastových květináčích se substrátem, která neprošla mrazem, tedy své klíčení a růst dokončovala již při pokojové teplotě $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Následně byl každý den zaznamenáván počet vzejitých rostlin do sešitu až do dne 8. 11. 2016. Získané údaje byly zpracovány a statisticky vyhodnoceny v programu Microsoft Excel 2010.

Podobné pozorování bylo autorkou předem provedeno v dubnu 2016 na Svalbardu v Longyearbyen na České výzkumné stanici – centrum polární ekologie v rámci Botanického zimního kurzu polární ekologie, který konala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Na tomto místě v řízených podmínkách byly však stresovány celé vzejité rostliny hrachu setého zabalené ve filtračním papíře a měřil se zde základní fluorescenční poměr jako indikátor stresu.

Pro toto pozorování byla náhodně vybrána odrůda pelušky ozimé ARKTA a dvě české odrůdy hrachu jarního. Devět semen každé odrůdy každého opakování (celkem 8) bylo umístěno na navlhčený filtrační papír a přikryto dalším navlhčeným filtračním papírem. Zabalená semena hrachu ve filtračním papíru klíčila v laboratorní místnosti po dobu 7 dní při $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Následně byly rostliny uloženy do mrazicího boxu o teplotě $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Každé 4 h se teplota v mrazicím boxu postupně nastavovala na nižší teploty ($-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$). Při nastavování teplot se současně vyťahovalo z mrazicího boxu jedno opakování každé odrůdy. Jedno opakování u všech odrůd bylo kontrolní (neprošlo mrazem). Poslední opakování u všech odrůd bylo ponecháno po celou dobu v teplotě pohybující se kolem $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve venkovním prostředí za oknem laboratoře.

Po jedné hodině po vytažení posledních opakování z mrazicího boxu byl u všech rostlin měřen základní fluorescenční poměr (F_v/F_m – podíl variabilní a maximální fluorescence) pomocí fluorimetru FluorPen FP 100. Údaje byly zapsány do zápisníku.

3.2.2 Sledování vlivu sucha

Dne 11. 11. 2016 bylo autorkou připraveno 15 plastových květináčů hranatých (8 x 8 x 8 cm). Na dno plastových květináčů byl umístěn filtrační papír a FORESTINA STANDARD substrát pro výsev a množení (používáno balení po 5 l). Substrát byl plněn do plastových květináčů až po jejich okraj.

Byly zvoleny 3 podmínky (**velké sucho**, **sucho**, **kontrola**) po pěti opakováních. Tyto podmínky odpovídají jednotlivým stupňům hodnocení vlhkosti podle Conrad Měřicího přístroje vlhkosti půdy (zemin k pěstování pokojových rostlin) 67 24 01 (obr. č. 16). Dle tohoto přístroje představuje podmínka **velké sucho** suchou zeminu a je na přístroji jedním polem diagramu. Dvě zobrazená pole diagramu na tomto přístroji představují středně (poměrně) suchou zeminu, což v tomto pozorování představuje podmínku **sucho**. Zobrazení tří polí diagramu na tomto přístroji znamená středně vlhkou zeminu, což v tomto pozorování představuje podmínku **kontrola**.



Obr. č. 16: Conrad Měřicí přístroj vlhkosti půdy (zemin k pěstování pokojových rostlin)
67 24 01

Pět kelímků kontroly bylo zalito dne 11. 11. 2016 50 ml vody naměřených v platové odměrce. Každý kelímek byl popsán číslem opakování, **číslem podmínky** a označen příslušnou barvou (na samolepce). Zvláště bylo umístěno 500 semen pelušky ozimé (rok sklizně 2015) odrůdy ARKTA na podmisku truhlíkovou s filtračním papírem a vodou (výška hladiny 1,5 cm). Semena byla zde ponechána za účelem klíčení při pokojové teplotě 15 °C.

Dne 17. 11. 2016 byly květináče podmínky velkého sucha (5 opakování) vysušeny v troubě Mora MEC 67322 FW při teplotě 70 °C za 3 h. Předtím byla změřena vlhkost půdy. Byla tedy zaznamenána středně vlhká zemina (tři pole diagramu). Tohoto dne byla také provedena synchronizace vlhkoměru a jeho tří senzorů (obr. č. 17).



Obr. č. 17: Tři senzory vlhkoměru

Dne 18. 11. 2016 proběhlo setí vyklíčených semen pelušky ozimé ARKTA pomocí pinzety do hloubky 5 cm. Do každého květináče bylo naseto 15 semen. Po zasetí bylo 5 opakování kontroly zalito 75 ml vody a 5 opakování podmínky sucha 25 ml vody. Na vlhkoměru byla zobrazena vlhkost v podobě tří polí diagramu pro kontrolu (dle měřicího přístroje znamená středně vlhkou zeminu), dvou polí diagramu pro podmínku sucha (dle měřicího přístroje znamená středně suchou zeminu) a jednoho pole diagramu pro podmínku sucha (dle měřicího přístroje znamená suchou zeminu). Tento vlhkoměr měřil vlhkost kontinuálně.

Díky kontinuálnímu měření vlhkosti byly dané vlhkosti stále udržovány ve stavu prvního měření. Při případném poklesu vlhkosti byly plastové květináče doplněny 50 ml a 25 ml vody. Následně byl každý den zaznamenáván počet vzejitých rostlin do sešitu až do dne 6. 12. 2016. Získané údaje byly zpracovány a statisticky vyhodnoceny v programu Microsoft Excel 2010.

4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky z hodnocení vlastností luskovin v polních podmínkách

4.1.1 Výsledky z přezimování a hodnocení vlastností pelušky ozimé

4.1.1.1 Výsledky z hodnocení přezimování pelušky ozimé

V následující tab. č. 4 jsou přehledně zpracovány souhrnné výsledky přezimování pelušky ozimé v % na základě počtu rostlin na 0,25 m² po vzejití a po zimě. Tabulka zahrnuje výsledky dvou vybraných novošlechtění z chlumecké šlechtitelské stanice. Tyto dva genotypy jsou srovnány s kontrolní odrůdou ARKTOU, která byla vyšlechtěná ŠS SELGEN. Kontrola i každý ze dvou genotypů mají svá čtyři opakování.

Tab. č. 4: Podzimní a jarní hodnocení vzejití pelušky ozimé

číslo	typ	počet rostlin na 0,25 m ² na podzim	počet rostlin na 0,25 m ² na jaře	přezimování v %
1	K	49	9	18
2	K	68	11	16
3	K	26	4	15
4	K	26	9	35
5	PO 1	28	17	61
6	PO 1	49	43	88
7	PO 1	31	22	71
8	PO 1	39	37	95
9	PO 10	29	4	14
10	PO 10	26	6	23
11	PO 10	36	16	44
12	PO 10	34	9	26

Vysvětlivky

Číslo – pořadové číslo novošlechtění nebo kontroly; **označení** – pro identifikaci novošlechtění nebo kontroly; **PO 1 a PO 10** – peluška ozimá – novošlechtění; **K** – kontrola (peluška ozimá, odrůda ARKTA).

Z tab. č. 4 je patrné, že 88% a 95% přezimování dosahuje genotyp PO 1, a zároveň jsou jeho hodnoty u dalších opakování rovny 61% a 71% přezimování. Hodnoty přezimování u kontroly se pohybují od 15 – 35 % a u PO 10 od 14 – 44 %.

4.1.1.2 Výsledky z hodnocení vlastností pelušky ozimé

V následující tab. č. 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty čtyř opakování dvou genotypů pelušky ozimé a kontroly ARKTA jednotlivých sledovaných vlastností a jejich směrodatné odchylky. Tato peluška byla zaseta dne 2. 10. 2015 a sklizena

dne 11. 7. 2016. Podrobnější údaje o výsledcích tohoto pozorování a výsledky Tukey testu jsou uvedeny v příloze 9.7.

Tab. č. 5: Peluška ozimá v letech 2015 až 2016

označení	poléhání před sklizní 11.7.2016	komplex kořenových chorob 2.4.2016	komplex viróz 1.6.2016	plíseň hrachu - <i>Peronospora pisi</i> 24.6.2016	plíseň šedá - <i>Botrytis cinerea</i> 24.6.2016	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti	relativní výnos v %	HTS/g
K	3,3 ± 0,43	4,5 ± 0,50	7,0 ± 0,00	5,0 ± 0,00	7,3 ± 0,43	3,6 ± 0,16	99,4	120,0
PO 1	3,3 ± 0,43	6,5 ± 0,50	7,0 ± 0,00	5,5 ± 0,50	7,5 ± 0,50	4,0 ± 0,10	111,7	121,0
PO 10	3,8 ± 0,43	5,3 ± 0,43	7,0 ± 0,00	5,3 ± 0,43	6,5 ± 0,50	3,3 ± 0,11	90,3	125,0

Vysvětlivky:

9-1 měřítko – použito u stavu po vzejití, stavu před květem, chorob, poléhání před sklizní, kde 9 = nejlepší, 1 = nejhorší; **relativní výnos v %** – procentuálních vyjádření výnosu zrna; **PO 1 a PO 10** – peluška ozimá 1 a 10 – novošlechtění; **K** – kontrola (peluška ozimá, odrůda ARKTA); **HTS** – hmotnost tisíce semen.

Z tab. č. 5 je patrné, že relativní výnos u novošlechtění PO 1 je 111,7 % a u kontroly a novošlechtění PO 10 se relativní výnos pohybuje kolem 90 %. Průměrná hodnota komplexu kořenových chorob u PO 1 se rovná 6,5. U *Botrytis cinerea* se průměrná hodnota rovná 7,5 a výnos zrna se rovná hodnotě 4,0 t/ha.

4.1.2 Výsledky z hodnocení vlastností a výskytu chorob hrachu jarního

4.1.2.1 Výsledky z hodnocení vlastností hrachu jarního

V následující tab. č. 6 jsou uvedeny průměrné hodnoty tří opakování dvanácti odrůd hrachu jarního, jednotlivých sledovaných vlastností a jejich směrodatné odchylky. Tento hrách byl zaset dne 30. 3. 2016 a sklizen dne 14. 7. 2016. Podrobnější údaje o výsledcích tohoto pozorování a výsledky Tukey testu jsou uvedeny v příloze 9.8.

Tab. č. 6: Hrách jarní v roce 2016

označení	poléhání před sklizní 13.7.2016	choroby; Fusarium 24.6.2016	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti	relativní výnos v %	HTS/g
HJH 1	9,0 ± 0,00	6,0 ± 0,00	3,57 ± 0,16	79,3	273
HJČ 3	9,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	4,54 ± 0,07	100,9	283
HJH 2	8,7 ± 0,47	8,0 ± 0,00	4,44 ± 0,12	98,7	246
HJN 1	9,0 ± 0,00	7,0 ± 0,00	4,14 ± 0,14	92,0	240
HJČ 4	7,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	4,99 ± 0,20	110,9	254
HJČ 5	9,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	4,93 ± 0,19	109,6	240
HJF 1	9,0 ± 0,00	7,0 ± 0,00	4,75 ± 0,18	105,6	251
HJF 2	9,0 ± 0,00	7,0 ± 0,00	4,15 ± 0,12	92,2	246
HJČ 6	8,7 ± 0,47	9,0 ± 0,00	4,82 ± 0,12	107,1	271
HJF 3	8,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	4,25 ± 0,15	94,4	259
HJČ 7	9,0 ± 0,00	7,0 ± 0,00	4,70 ± 0,15	104,4	248
HJČ 8	9,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	4,71 ± 0,21	104,7	228

Vysvětlivky:

Stupnice 9 - 1 – použito u poléhání a hodnocení choroby, kde 9 = nejlepší, 1 = nejhorší; **označení** - k identifikaci odrůdy; **HJČ 3 – 8** – hrách jarní – česká odrůda (vyšlechtěno v ŠS SELGEN); **HJH 1 – 2** – hrách jarní – holandská odrůda; **HJN 1** – hrách jarní – německá odrůda; **HJF 1 – 3** – hrách jarní – francouzská odrůda; **relativní výnos v %** - procentuálních vyjádření výnosu zrna.

Z tab. č. 6 je patrné, že relativní výnos o velikosti 100 % překročily všechny české odrůdy HJČ 3, 4, 5, 6, 7, 8, dále pak francouzská odrůda HJF 1. Hodnoty poléhání se pohybovaly kolem stupně 7 až 9. Česká odrůda HJČ 4 dosahuje hodnoty 7. Hodnoty chorob se pohybují mezi 6 až 9. Z tabulky je patrné, že česká odrůda HJČ 6 dosahuje hodnoty 9 a holandská odrůda HJH 1 hodnoty 6 (výnos 3,57 t/ha). Celkově se výnos pohybuje kolem 4 t/ha při 14% vlhkosti.

Obr. č. 18 zachycuje jednu z odrůd hrachu jarního (francouzská odrůda HJF 1) s relativním výnosem 105,6 %.



Obr. č. 18: Francouzská odrůda hrachu jarního HJF 1 v červenci 2016

4.1.2.2 *Výsledky z hodnocení výskytu chorob u hrachu jarního*

V následující tab. č. 7 je uveden seznam mikroorganismů, který byl určen ve Fakultní nemocnici Hradec Králové autorkou práce s Mgr. Janem Wiplerem. Jednalo se o náhodně vybrané rostlinky holandské odrůdy HJH 1, která byla kultivována celkem na pěti plotnách. K zamezení růstu bakterií byl pro kultivaci zvolen Sabouraudův agar SAP1 s přidavkem chloramfenikolu (antibiotikum). Původci chorob byly odebrány z otisků kořenových krčků na agar. Určování jednotlivých původců krčkových chorob probíhalo dne 10. 8. 2016 s pomocí literatury Pitt et Hocking (1997), Samson et al. (2004), Leslie et Summerell (2006).

Tab. č. 7: Výskyt mikroorganismů u holandské odrůdy HJH 1 určené ve Fakultní nemocnici Hradec Králové

Odrůda	Druh mikroorganismu						
HJH 1	<i>Bacillus simplex</i>	<i>Rhodotorula rubra</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor hiemalis</i> forma <i>hiemalis</i>	<i>Mucor hiemalis</i> forma <i>sylvaticus</i>	<i>Fusarium solani</i>

Vysvětlivky:

HJH 1 – holandská odrůda hrachu jarního.

Z tab. č. 7 lze vyčíst, že u holandské odrůdy bylo nalezeno a identifikováno celkem 7 mikroorganismů. Mezi nalezenými mikroorganismy zde byla bakterie *Bacillus simplex*. Dále se zde nacházely některé saprotrofní druhy hub jako je *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, rod *Mucor* sp. a jeden patogenní druh *Fusarium solani*.

Tab. č. 8 zahrnuje výsledky druhé části hodnocení napadených rostlin. Tato část byla hodnocena v Šumperku ve společnosti AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. panem RNDr. Michalem Ondřejem, CSc. metodou umytí kořenů a umístění do vlhké komůrky, kde po 2 – 3 dnech proběhlo mikroskopické hodnocení výskytu spor na kořenových krčcích.

Tab. č. 8: Výskyt mikroorganismů u náhodně vybraných rostlin hrachu jarního

Odrůda	Opakování	Počet kořenů (ks)	Stupně napadení (0-3)						
			PP**	PU**	Feq**	FS**	FOX**	RhS**	Saprotrofní druhy*
1 HJČ 4	1	3	3	3	3	2	1	0	1
	2	5	1	0	2	2	1	1	1
	3	3	3	1	0	3	0	0	1
2 HJČ 6	1	2	3	1	2	2	0	1	1
	3 HJF 2	1	5	2	1	3	2	2	0
3 HJF 2	2	2	1	3	3	0	0	0	3
	3	1	3	1	1	3	0	0	2
	4	1	2	2	3	3	1	0	1
	4 HJF 3	1	5	3	1	1	0	0	2
4 HJF 3	4	4	2	3	0	1	2	1	2
	5 HJH 1	1	5	3	1	1	3	0	2
5 HJH 1	2	5	3	2	1	1	0	0	1
	3	12	1	3	3	0	0	0	3
	4	8	2	2	2	3	1	1	3

Vysvětlivky:

Stupně napadení: 0 - bez výskytu, 1 - nízký výskyt spor, 2 - střední výskyt spor, 3 - vysoký výskyt spor; * - *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuis*, *Stemphylium herbarum*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium macrocarpum*, *Cladosporium cladosporoides*, *Gonatobotrys simplex*, *Acremonium* sp., *Mucor* spp., *Thielavia terricola*; **: **PP** - *Peyronellaea pinodella* (dříve *Phoma pinodella*), **PU** - *Pythium ultimum*, **Feq** - *Fusarium equiseti*, **FS** - *Fusarium solani*, **FOX** - *Fusarium oxysporum*, **RhS** - *Rhizoctonia solani*.

V následující tab. č. 9 je zahrnuto mikroskopické hodnocení hub na semenech hrachu jarního a pelušky ozimé. Toto mikroskopické hodnocení bylo provedeno panem RNDr. Michalem Ondřejem, CSc. metodou umístění semen do vlhké komůrky, kde po 4 dnech proběhlo mikroskopické hodnocení výskytu spor hub.

Tab. č. 9: Výsledky z mikroskopického hodnocení semen hrachu jarního

Označení vzorku	Počet semen ve vzorku	Slovní popis
ARKTA	8	hniloba semen – <i>Botrytis cinerea</i> , semena neklíčila černa suchá nekrotizace osemení – <i>Peyronellaea pinodella</i> (dříve <i>Phoma pinodella</i>) semena klíčila
HJČ 4	2	povrchová hnědá nekrotizace osemení <i>P. pinodella</i> , <i>A. alternata</i> , <i>Mucor</i> sp. Semena klíčila
HJČ 5	1	povrchové světle hnědé malé nekrózy – prorůstala mycelium <i>Alternaria alternata</i> nezpůsobovalo hnilobu semen, semena klíčila
HJČ 6	2	silná hniloba semen – černání osemení <i>Botrytis cinerea</i> , semena neklíčila
HJF 2	6	nezjištěn výskyt houbového mycelia nekróza nezpůsobovala hnilobu semen – semena klíčila normálně
HJF 3	1	černá + šedá hniloba osemení s částečným hloubkovým průnikem – <i>Alternaria alternata</i> semena klíčila

Vysvětlivky:

Označení vzorku – název nebo označení sledované odrůdy; **ARKTA** – peluška ozimá - česká odrůda; **HJČ 4 – 6** – hrách jarní – česká odrůda (vyšlechtěno v ŠS SELGEN); **HJF 2 – 3** – hrách jarní – francouzská odrůda; **počet semen ve vzorku** – náhodný počet semen dané odrůdy, z které byly identifikovány jednotlivé mikroorganismy.

Z této tab. č. 9. je patrné, že u pelušky ozimé ARKTA byla nalezena *Botrytis cinerea*. Byla zde pozorována hniloba semen, která neklíčila. Dále zde byla nalezena *Peyronellaea pinodella*. Byla zde pozorována černá suchá nekrotizace osemení, semena zde klíčila. Semena dále neklíčila u české odrůdy HJČ 6. U ostatních odrůd semena klíčila. Dále zde byly pozorovány mikroorganismy *A. alternata* a *Mucor* sp.

Podrobnější fotodokumentace z hodnocení výskytu chorob u hrachu jarního je uvedena v příloze 9.3 a obrazová dokumentace z mikroskopického hodnocení hub v Šumperku je uvedena v příloze 9.4.

4.2 Výsledky ze sledování pelušky ozimé v řízených podmínkách

4.2.1 Výsledky ze sledování mrazuvzdornosti

V následující tab. č. 10 jsou uvedeny průměrné hodnoty počtu vzejitých rostlin (i v %) pěti opakování čtyř podmínek (6, 10, 14 a 24 h působení mrazu o velikosti -22°C) a jedné kontroly pelušky ozimé ARKTA a jejich směrodatné odchylky. Tato peluška byla zaseta dne 15. 10. 2016. Sledování bylo ukončeno dne 8. 11. 2016. Podrobnější údaje o průběhu a výsledcích tohoto pozorování jsou uvedeny v příloze 9.5 a 9.9.

Tab. č. 10: Klíčení pelušky ozimé po předchozím působení mrazu

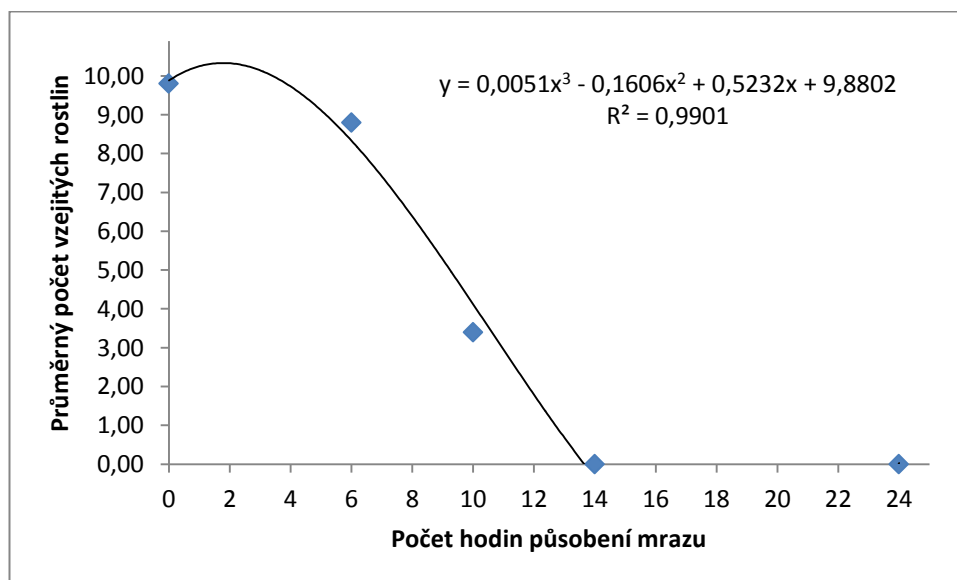
označení	doba působení mrazu (-22 °C)	počet dní do 1. klíčení	počet dní do max. klíčení	průměrný počet vzejitých rostlin	průměrný počet vzejitých rostlin v %
K	0	7	20	9,80 ± 0,40	98 ± 4,00
1	6	8	20	8,80 ± 1,94	88 ± 19,39
2	10	9	21	3,40 ± 2,87	34 ± 28,71
3	14	0	0	0,00 ± 0,00	0 ± 0,00
4	24	0	0	0,00 ± 0,00	0 ± 0,00

Vysvětlivky:

Označení - k identifikaci dané podmínky (1 = působení mrazu 6 h, 2 = 10 h, 3 = 14 h, 4 = 24 h); **K** – rostliny pelušky ozimé ARKTA, které nebyly vystaveny mrazu; **počet dní do 1. klíčení** – počítáno do vyklíčení 1. rostlinky všech pěti opakování; **počet dní do max. klíčení** – počet dní, od kterého se počet vyklíčených rostlin všech opakování dané podmínky neměnil; **průměrný počet vzejitých rostlin (i v %)** – počítáno ze dne s max. klíčením.

Z tab. č. 10 je patrné, že počet dní do 1. klíčení se pohyboval mezi 7 až 9 dny. U podmínek, kde mráz působil v době klíčení 14 a 24 h, nedošlo k žádnému klíčení. Počet dní do 1. klíčení a rovněž počet dní do max. klíčení je v těchto případech roven 0. U kontroly K a podmínky 1 (působení mrazu 6h) byl zaznamenán počet dní do max. klíčení 20 dní a u podmínky 2 (10 h působení mrazu) 21 dní.

V následujícím grafu č. 1 je blíže zachycena závislost mezi počtem vyklíčených rostlin a jednotlivými čtyřmi podmínkami s kontrolou.



Graf č. 1: Průměrný počet vzejitých rostlin po působení mrazu za různý počet hodin

Vysvětlivky:

R – korelační koeficient

Z korelačního koeficientu v grafu č. 1 blížícího se hodnotě 1 je patrné, že tato polynomická funkce třetího stupně koreluje s těmito výsledky. Celkově lze z grafu vyčíst, že se se zvyšující se délkou trvání mrazu u klíčících rostlin snižuje počet vzejitých rostlin. Když mráz působil na rostliny po dobu 14 a 24 h, nevyklíčila žádná rostlina z žádného z pěti opakování.

Výsledky ze Svalbardu nebyly zpracovány.

4.2.2 Výsledky ze sledování vlivu sucha

V následující tab. č. 11 jsou uvedeny průměrné hodnoty počtu vzejitých rostlin (i v %) pěti opakování dvou podmínek (sucho a velké sucho) a jedné kontroly pelušky ozimé ARKTA a jejich směrodatné odchylky. Tato peluška byla zaseta dne 18. 11. 2016 a její sledování bylo ukončeno dne 6. 12. 2016. Podrobnější údaje o průběhu a výsledcích tohoto pozorování jsou uvedeny v příloze 9.6 a 9.10.

Tab. č. 11: Klíčení pelušky ozimé za dvou různých stupňů sucha

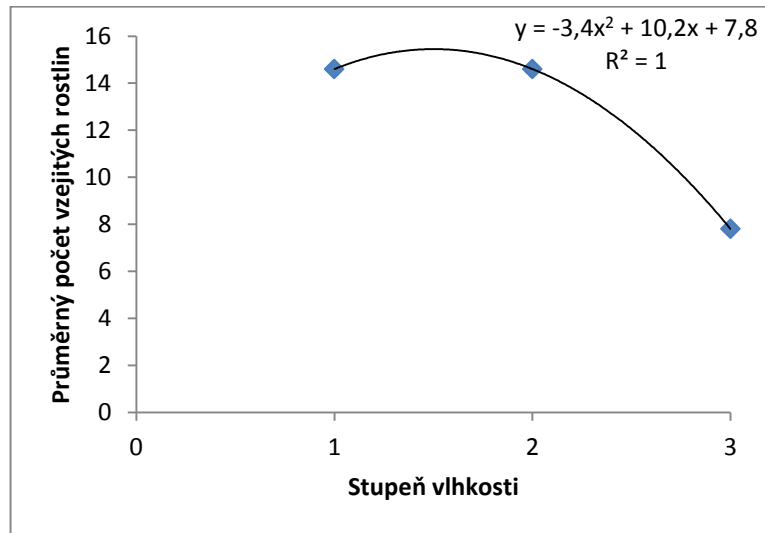
označení	vlhkost	počet dní do 1. klíčení	počet dní do max. klíčení	průměrný počet vzejitých rostlin	průměrný počet vzejitých rostlin v %
K	1	5	13	14,60 ± 0,49	97,3 ± 3,27
1	2	5	16	14,60 ± 0,49	97,3 ± 3,27
2	3	6	15	7,80 ± 2,56	52,0 ± 17,07

Vysvětlivky:

Označení - k identifikaci dané podmínky; **vlhkost 1** – kontrola; **vlhkost 2** – sucho; **vlhkost 3** – velké sucho; **počet dní do 1. klíčení** – počítáno do vyklíčení 1. rostlinky všech pěti opakování; **počet dní do max. klíčení** – počet dní, od kterého se počet vyklíčených rostlin všech opakování dané podmínky neměnil; **průměrný počet vzejitých rostlin (i v %)** – počítáno ze dne s max. klíčením.

Z tab. č. 11 je patrné, že počet dní do 1. klíčení se pohyboval mezi 5 až 6 dny. U kontroly byl zaznamenán počet dní do max. klíčení 13 dní, u označení podmínky 1 (sucho) bylo zaznamenáno 16 dní a u označení podmínky 2 (velké sucho) byl zaznamenán počet patnácti dnů do max. klíčení.

V následujícím grafu č. 2 je blíže zachycena závislost mezi počtem vyklíčených rostlin a dvěma jednotlivými podmínkami s kontrolou.



Graf č. 2: Průměrný počet vzejitých rostlin při různém působení sucha

Vysvětlivky:

R – korelační koeficient

Z grafu č. 2 je patrné, že hodnota koeficientu je rovna hodnotě 1, tato polynomická funkce druhého stupně úplně koreluje s těmito výsledky. Z grafu celkově vyplývá, že s nižší vlhkostí klesá počet vzejitých rostlin.

5 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

V následující tab. č. 12 je zachyceno průměrné přezimování obou novošlechtění pelušky ozimé a kontroly ARKTA.

Tab. č. 12: Průměrné přezimování dvou genotypů pelušky ozimé a kontroly

číslo	typ	průměrný počet rostlin na 0,25 m ² před zimou	průměrný počet rostlin na 0,25 m ² po zimě	průměrné přezimování v %
1	K	42,25 ± 17,58	8,25 ± 2,59	21 ± 7,86
2	PO 1	36,75 ± 8,14	29,75 ± 10,62	79 ± 13,48
3	PO10	31,25 ± 3,96	8,75 ± 4,55	27 ± 11,12

Vysvětlivky:

Číslo - pořadové číslo novošlechtění a kontroly; **typ** – pro identifikaci novošlechtění a kontroly; **K** – kontrola (peluška ozimá, odrůda ARKTA); **PO 1 a 10** – peluška ozimá – novošlechtění; **průměrný počet rostlin na 0,25 m² před zimou** – počet rostlin po vzejití na plochu čtverce o velikosti 0,25 m²; **průměrný počet rostlin na 0,25 m² po zimě** – počet rostlin po zimě na plochu čtverce o velikosti 0,25 m²; **přezimování v %** - počet přezimovaných rostlin v %; ke všem průměrným hodnotám je uvedena směrodatná odchylka.

Z tab. č. 12 je zřejmé, že nejlépe přezimoval genotyp pelušky ozimé PO 1 s 79% průměrným přezimováním a směrodatnou odchylkou 13,48. Z tab. č. 6 je navíc patrné, že ve většině případů vzklíčilo více rostlin, než mělo být vyseto. Na 0,25 m² mělo být vyseto 30 rostlin.

V následující tab. č. 13 jsou uvedeny výsledky dvouvýběrového *t*-testu přezimování rostlin v % ze čtyř opakování.

Tab. č. 13: Výsledky dvouvýběrového *t*-testu přezimování rostlin v %.

	K	PO 1	PO 10
K	X	0	0,244
PO 1	0	X	0,001
PO 10	0,244	0,001	X

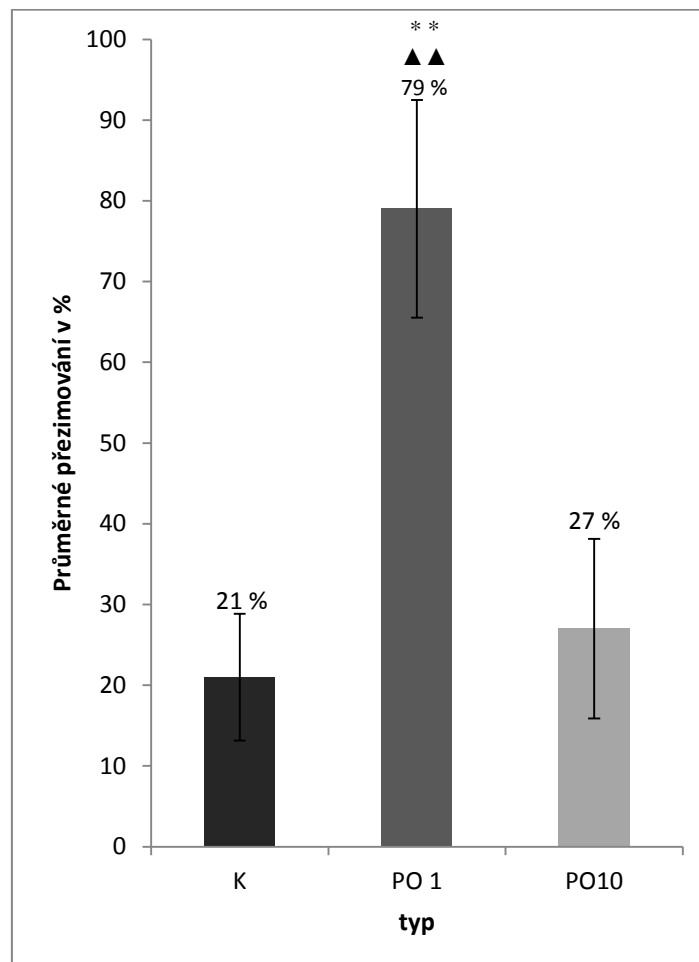
Vysvětlivky:

Statistické porovnání bylo provedeno mezi novošlechtěním PO 1 a kontrolou K, mezi novošlechtěním PO 10 a kontrolou K a mezi novošlechtěním PO 1 a PO 10 na základě dvouvýběrového *t*-testu; jednotlivá čísla představují pravděpodobnost odpovídající dvouvýběrovému Studentovu *t*-testu s rovností rozptylů s jednostranným rozdělením.

Z tab. č. 13 je patrné, že mezi novošlechtěním PO 10 a kontrolou není žádný statisticky významný rozdíl při hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Naopak statisticky vysoce

významný rozdíl při hladině významnosti $\alpha = 0,01$ byl zaznamenán mezi novošlechtěním PO 1 a K i mezi novošlechtěním PO 1 a PO 10. PO 1 se tedy se svým 79% přezimování od PO 1 i kontroly významně liší, jeho přezimování je nejméně úspěšnější.

Následující graf č. 3 zachycuje průměrné přezimování dvou genotypů ozimé pelušky a kontroly ze čtyř opakování.



Graf č. 3: Průměrné přezimování genotypů pelušky ozimé v %

Vysvětlivky:

** - statistické porovnání mezi novošlechtěním PO 1 a kontrolou K na základě dvouvýběrového *t*-testu

▲▲ – statistické porovnání mezi novošlechtěním PO 1 a novošlechtěním PO 10 na základě dvouvýběrového *t*-testu

Z grafu č. 3 je patrné, že novošlechtění pelušky ozimé PO 1 má statisticky významnější hodnoty přezimování než kontrola a druhé novošlechtění. To znamená, že PO 1 přezimovalo lépe. Novošlechtění PO 1 se podle výsledků *t*-testu výrazně odlišuje

od novošlechtění PO 10 i kontroly. Novošlechtění PO 1 dosáhlo nejvyšších hodnot přezimování (79 %).

Na obr. č. 19 je zachyceno třetí opakování novošlechtění PO 10 před zimou. Snímek byl pořízen dne 19. 11. 2015. Jedná se o genotyp pelušky ozimé, u kterého bylo zaznamenáno pouze 27% přezimování.



Obr. č. 19: Novošlechtění pelušky ozimé PO 10 před zimou s dřevěným čtvercem

Ná následujícím obr. č. 20 je zobrazeno také třetí opakování novošlechtění PO 10 před zimou bez dřevěného čtverce. Plošku o velikosti 0,25 m² zde vyměřují pouze dřevěné kolíky.



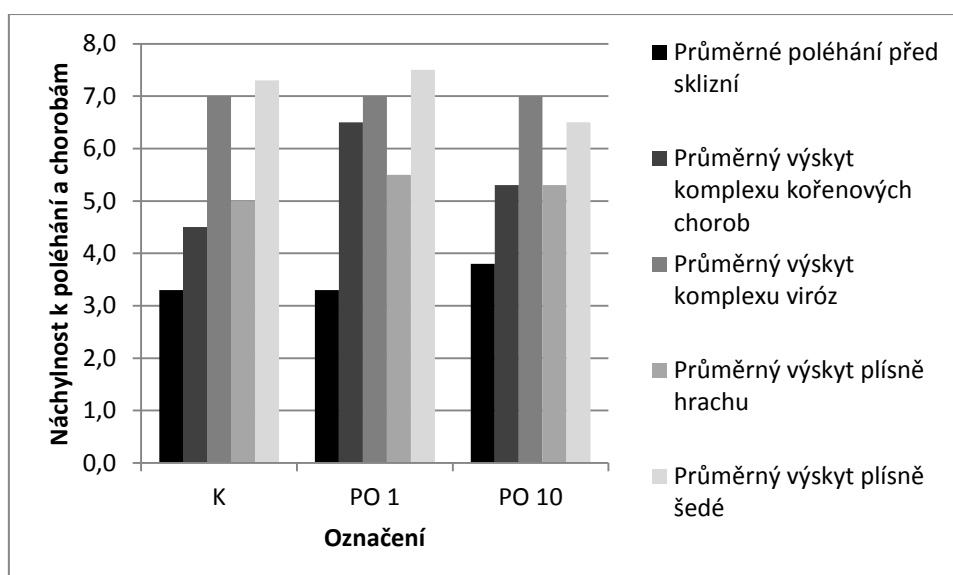
Obr. č. 20: Novošlechtění pelušky ozimé PO 10 (3. opakování) před zimou bez dřevěného čtverce

Na obr. č. 21 je zachyceno stejné opakování stejného genotypu pelušky ozimé (PO 10) jako na obr. č. 20, ale po zimě. Na tomto obrázku je zřejmý výrazný úbytek rostlin po zimě ve srovnání s obrázkem obr. č. 19 a obr. č. 20, které byly pořízeny před zimou.



Obr. č. 21: Novošlechtění pelušky ozimé PO 10 (3. opakování) po zimě bez dřevěného čtverce

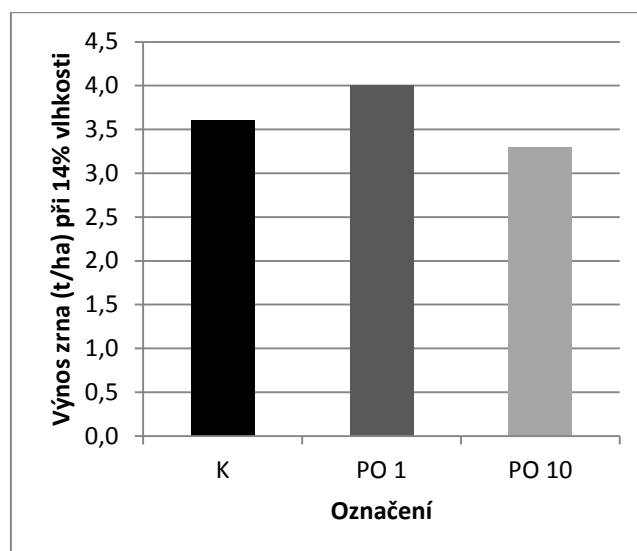
V grafu č. 4 jsou zachyceny informace z hodnocení standardních vlastností pelušky ozimé. Jsou zde informace o průměrném poléhání před sklizní, výskytu komplexu kořenových chorob, komplexu viróz, výskytu plísně hrachu a plísně šedé. Jedná se o zobrazení průměrných údajů všech čtyř opakování.



Graf č. 4: Náchylnost dvou genotypů pelušky ozimé k poléhání a chorobám

Z grafu č. 4 je patrné, že komplex viróz se vyskytoval u všech genotypů stejně (stupeň 7). Komplex kořenových chorob se nejvíce vyskytoval u kontroly a nejméně u novošlechtění PO 1. Právě u novošlechtění PO 1 byly zaznamenány nejvyšší stupně (tedy nejlepší hodnocení) u všech hodnocených kritérií. Novošlechtění PO 10 však mělo nejlepší poléhání.

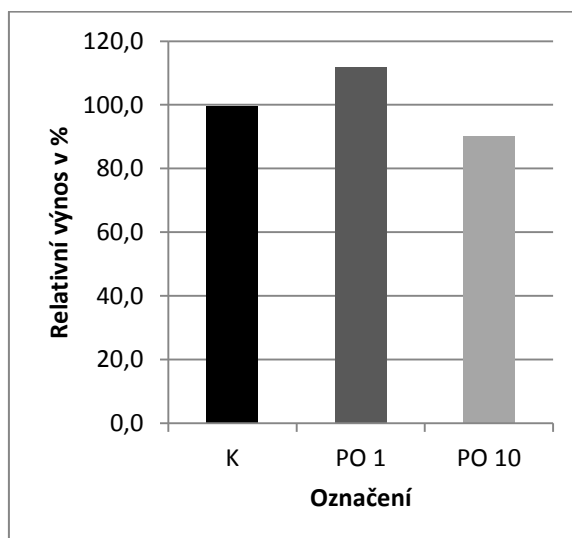
V grafu č. 5 je zaznamenán výnos zrna (t/ha) pelušky ozimé při 14% vlhkosti.



Graf č. 5: Výnos zrna pelušky ozimé

Z grafu č. 5 vyplývá, že novošlechtění pelušky ozimé PO 1 má výnos zrna při 14% vlhkosti 4,0 t/ha, což je nejvyšší výnos v porovnání s kontrolou a novošlechtěním PO 10.

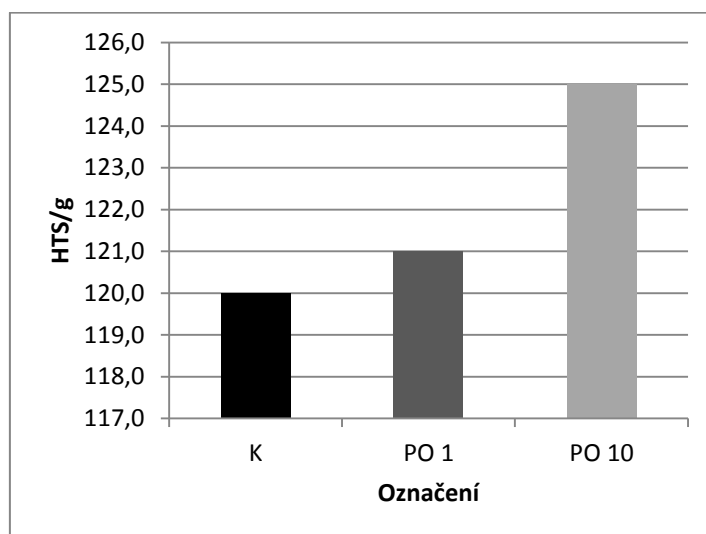
V grafu č. 6 je zachycen relativní výnos pelušky ozimé v %.



Graf č. 6: Relativní výnos pelušky ozimé v %

Nejvyššího procenta relativního výnosu dle grafu č. 6 dosáhlo novošlechtění pelušky ozimé PO 1. Z hlediska nejvyššího relativního výnosu je tedy PO 1 úspěšné.

Následující graf č. 7 zachycuje HTS (hmotnost tisíce semen) pelušky ozimé v gramech (g).



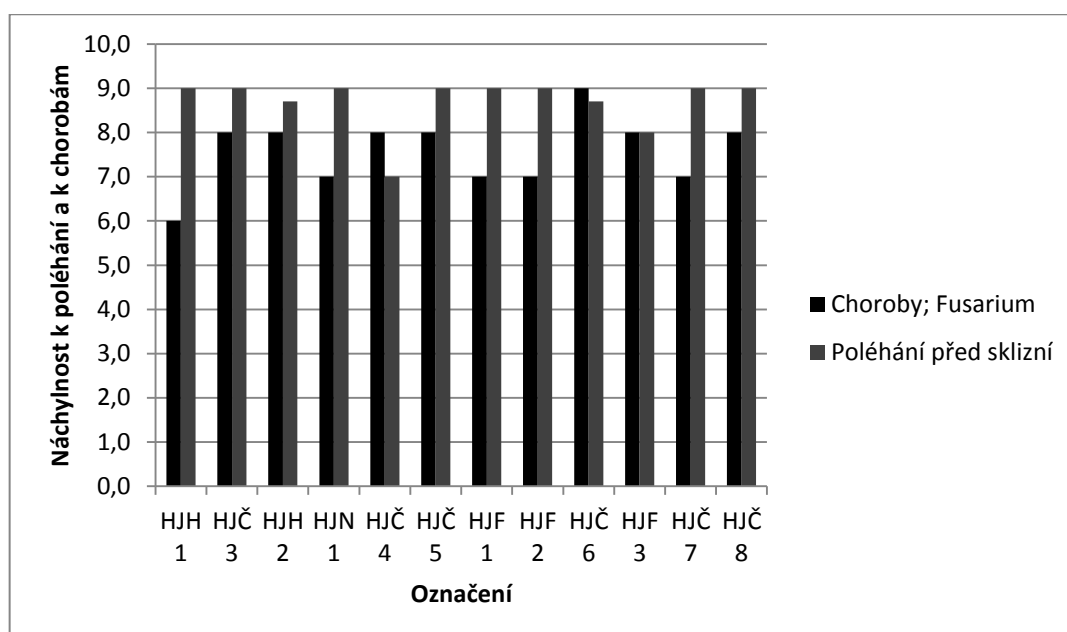
Graf č. 7: Hmotnost tisíce semen (HTS) pelušky ozimé

Nejvyšší hmotnost tisíce semen je podle grafu č. 7 u novošlechtění pelušky ozimé PO 10.

V příloze 9.7 jsou uvedeny podrobnější výsledky z hodnocení standardních vlastností pelušky ozimé a hodnoty Tukey testu. Dle tohoto testu jsou výsledky poléhání

před sklizní, komplexu viróz, plísně hrachu a plísně šedé statisticky nevýznamné. To znamená, že jednotlivé odrůdy se u hodnocení těchto parametrů neliší. Z hlediska hodnocení komplexu kořenových chorob se statisticky odlišuje novošlechtění PO 1, které má nejlepší hodnocení. Co se týká výnosu, jsou výsledky statisticky odlišné. Novošlechtění PO 1 má nejvyšší výnos, ve kterém ji následuje kontrola.

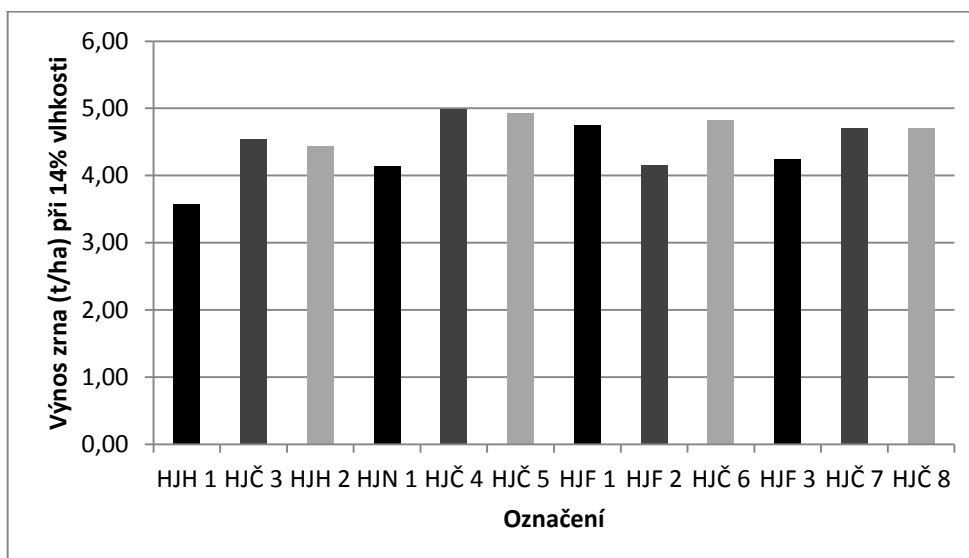
V grafu č. 8 jsou zachyceny průměrné standardní vlastnosti všech tří opakování hrachu jarního. Zde je zobrazena náchylnost k chorobám (napadení rodem *Fusarium*) a náchylnost k poléhání před sklizní.



Graf č. 8: Náchylnost hrachu jarního k poléhání a chorobám

Z grafu č. 8 je patrné, že nejlépe odolávala chorobám česká odrůda HJČ 6, poléhání naopak málo odolávala česká odrůda HJČ 4.

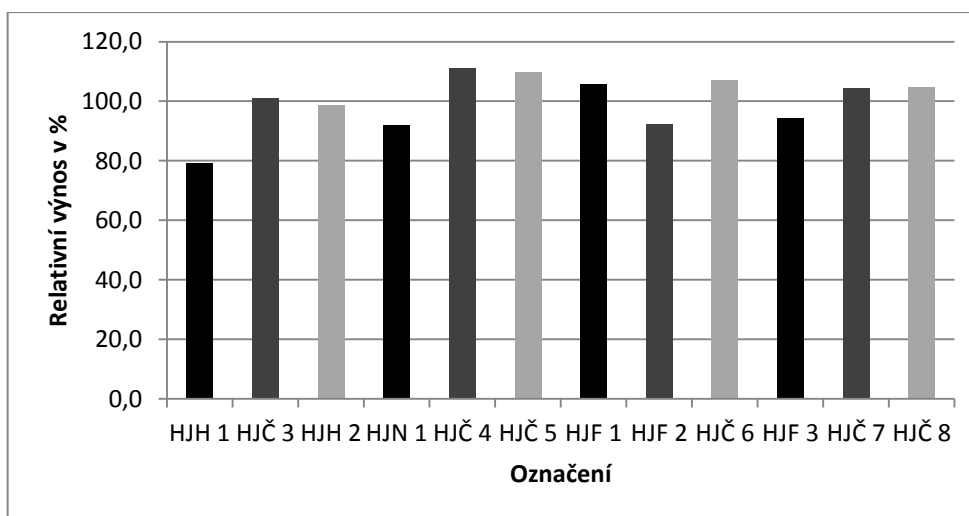
V grafu č. 9 je uveden výnos zrna dvanácti odrůd hrachu jarního v t/ha při 14% vlhkosti.



Graf č. 9: Výnos zrna (t/ha) hrachu jarního při 14% vlhkosti

Z grafu č. 9 je patrné, že nejvyššího výnosu zrna při 14% vlhkosti dosahovala česká odrůda HJČ 4.

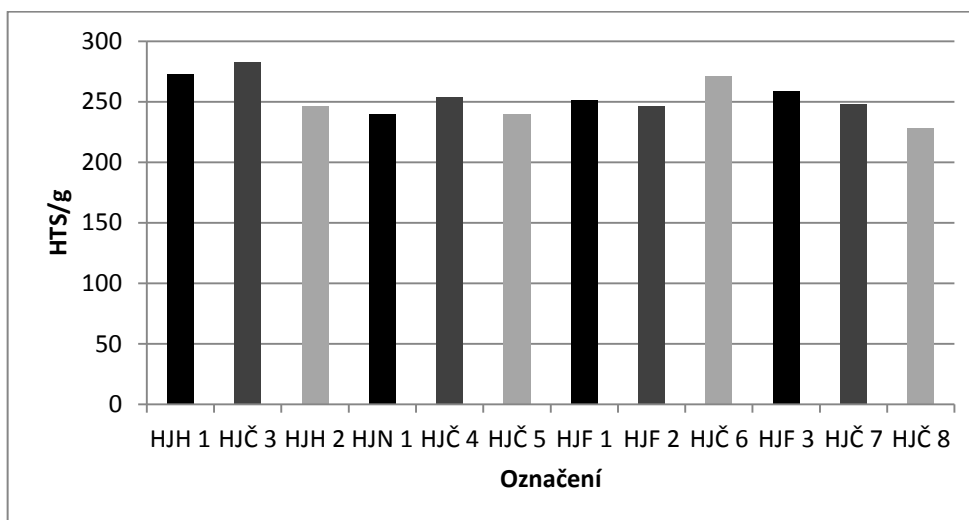
V grafu č. 10 je zachycen relativní výnos dvanácti odrůd hrachu jarního v %.



Graf č. 10: Relativní výnos hrachu jarního v %

Graf č. 10 stejně jako graf č. 9 poukazuje na nejvyšší výnos české odrůdy HJČ 4.

V následujícím grafu č. 11 je zachycena hmotnost tisíce semen hrachu jarního.



Graf č. 11: Hmotnost tisíce semen (HTS) hrachu jarního

Graf č. 11 ukazuje na nejvyšší hmotnost tisíce semen u české odrůdy hrachu jarního HJČ 3.

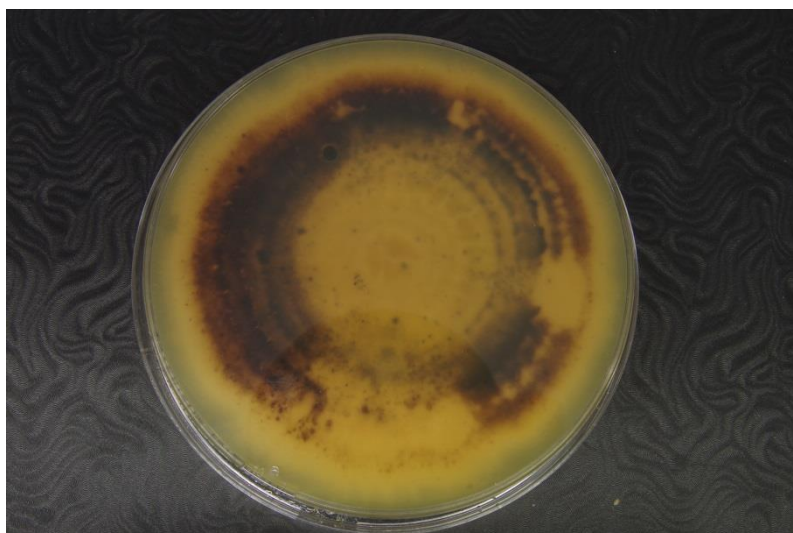
V příloze 9.8 jsou uvedeny podrobnější výsledky z hodnocení standardních vlastností hrachu jarního a výsledky Tukey testu. Podle tohoto testu se výsledky u poléhání před sklizní u jednotlivých odrůd příliš neliší, nejsou statisticky významné. Statisticky významnou je česká odrůda hrachu jarního HJČ 4, která se podle výsledků Tukey testu odlišuje od ostatních odrůd. Její rostliny nejvíce poléhají. Statisticky významné hodnoty u výnosu zrna při 14% vlhkosti jsou u českých odrůd HJČ 4, 5 a 6. Výsledky Tukey testu odlišují tyto odrůdy od ostatních, v tomto případě se jedná o odrůdy s nejvyšším výnosem. Naopak nejnižší výnos má holandská odrůda HJH 1, která se také statisticky odlišuje.

Na následujícím obr. č. 22 je zachycena kolonie *Fusarium solani* na Petriho misce z vrchní strany, která byla identifikována autorkou práce a panem Mgr. Janem Wiplerem pomocí literatury Pitt et Hocking (1997) Samson et al. (2004), Leslie et Summerell (2006) ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové (Ústav klinické mikrobiologie) dne 10. 8. 2016. Tato kolonie byla získána z krčků holandské odrůdy hrachu jarního HJH 1. Jedná se o fytopatogenní houbu, která zapříčinila vznik této krčkové choroby u této odrůdy.



Obr. č. 22: Kolonie *Fusarium solani* na Petriho misce z vrchní strany

Na předešlém obr. č. 22 i na následujícím obr. č. 23 je tedy zachyceno čisté inokulum *Fusarium solani* na Sabouraudově agaru SAP1 s přidavkem chloramfenikolu (antibiotikum). Pod světelným mikroskopem se zvětšením 1000krát byly z odběru této kolonie sledovány **terminální hruškovité chlamydostry** a **zaoblené přehrádky**. Mikrokonidie se hojně tvořily na dlouhých vláknitých monofialidách, byly protáhlé a měly zaoblené konce. Chlamydostry se tvořily interklárně nebo v řetězcích. Na základě těchto poznávacích znaků byl podle výše zmíněné literatury identifikován původce krčkové choroby hrachu *Fusarium solani*. Na následujícím obr. č. 23 je zachyceno čisté inokulum *Fusaria solani*, ale ze spodní strany Petriho misky.



Obr. č. 23: Kolonie *Fusarium solani* na Petriho misce z vrchní strany

Co se týče hodnocení komplexu kořenových a krčkových chorob v Šumperku, s nejmenší frekvencí se u jednotlivých odrůd vyskytovala *Fusarium oxysporum* a *Rhizoctonia solani*. U jednotlivých odběrů jednotlivých odrůd nejvíce dominovala houba *Peyronellaea pinodella*, která měla nejvyšší výskyt spor v porovnání s ostatními houbami. Mezi dalšími identifikovanými houbami se nacházely zástupci *Fusarium equiseti*, *F. solani*, *Pythium ultimum* a saprotrofní druhy.

Na následujícím obr. č. 24 je zobrazena česká odrůda hrachu jarního HJČ 6, u které byl identifikován vysoký výskyt spor *Peyronellaea pinodella*, nízký výskyt spor *Pythium ultimum*, střední výskyt spor *Fusarium equiseti*, střední výskyt spor *Fusarium solani*, žádný výskyt spor *Fusarium oxysporum*, nízký výskyt spor *Rhizoctonia solani* a nízký výskyt spor saprotrofních druhů. Na tomto obrázku nejsou na první pohled patrné symptomy onemocnění komplexem kořenových a krčkových chorob.



Obr. č. 24: Rostliny české odrůdy hrachu jarního HJČ 6

Na následujícím obr. č. 25 je taktéž zachycena česká odrůda hrachu jarního HJČ 6. Z obr. č. 25 je zřejmé, že česká odrůda hrachu jarního HJČ 6 nemá na rozdíl od obr. č. 24 normální lusky. Vyskytují se na nich černé skvrny.



Obr. č. 25: Rostliny české odrůdy hrachu jarního HJČ 6 s černými skvrnami

Na následujícím obrázku obr. č. 26 je zobrazena francouzská odrůda hrachu jarního HJF 2, u které byl identifikován podobný výskyt spor jako u české odrůdy HJČ 6.



Obr. č. 26: Francouzská odrůda hrachu jarního HJF 2

Na tomto obr. č. 26 není pouze rostlina úplně vpravo napadená žádným patogenem, způsobujícím onemocnění rostlin. U ostatních rostlin se vyskytují příznaky napadení komplexem kořenových a krčkových chorob jako je například malý lusk obsahující 1 – 2 semena. Dále jsou nadzemní části rostlin černé a suché. U této odrůdy byly nalezeny všechny stejní původci jako u české odrůdy HJČ 6, ale na rozdíl od ní zde nebyla nalezena *Rhizoctonia solani*.

Houbou *Botrytis cinerea* byla podle výsledků pana RNDr. Michala Ondřeje, CSc. napadena semena české odrůdy hrachu jarního HJČ 6. Tato houba způsobila neklíčivost

semen. *P. pinodella* se vyskytovala u české odrůdy hrachu jarního HJČ 4. Houba u této odrůdy neovlivnila klíčení semen. U české odrůdy hrachu jarního HJČ 4 byl také zjištěn výskyt saprotrofních hub *A. alternata* a *Mucor* sp. *A. alternata* u žádné odrůdy nepotlačila klíčení. U francouzské odrůdy HJF 2 nebyl navzdory nekrotizovaného povrchu semen v porovnání s ostatními odrůdami zjištěn výskyt houbového mycelia.

Na následujícím obr. č. 27 jsou zobrazena napadená semena české odrůdy HJČ 6. Obr. č. 27 zachycuje silnou hnilobu semen, kdy až černá osemení. Tato semena napadená *Botrytis cinerea* následně neklíčila.



Obr. č. 27: Napadená semena české odrůdy HJČ 6

Na následujícím obr. č. 28 jsou zobrazena semena francouzské odrůdy HJF 2. Zde je patrné, že semena nejeví výskyt houbového mycelia, což bylo potvrzeno. Viditelná nekróza nezpůsobovala hnilobu semen, semena následně normálně klíčila.



Obr. č. 28: Semena francouzské odrůdy hrachu jarního HJF 2

Na následujícím obr. č. 29 je zobrazeno semeno české odrůdy HJČ 5. Na tomto obrázku jsou zachyceny povrchové světle hnědé malé nekrózy, prorůstala myceliem *Alternaria alternata*. Nezpůsobovala však hnilobu semen, jelikož semena klíčila normálně.



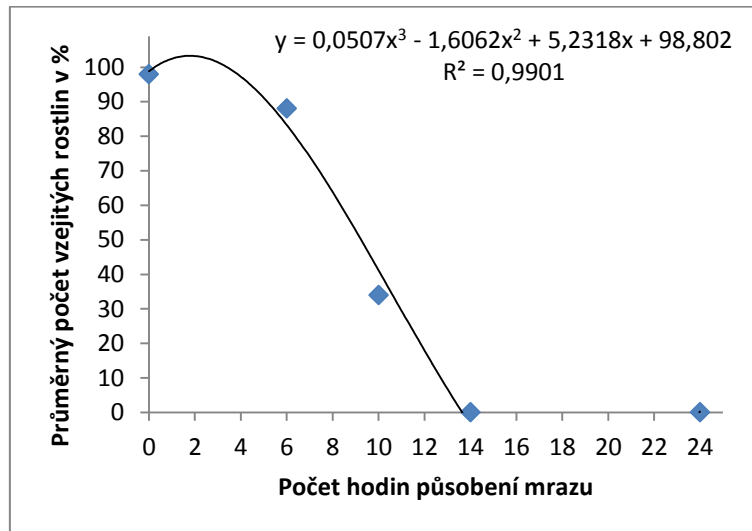
Obr. č. 29: Semeno české odrůdy hrachu jarního HJČ 5

Na následujícím obr. č. 30 jsou zobrazena semena české odrůdy HJČ 4. Na tomto obrázku je zachycena povrchová hnědá nekrotizace osemení, které způsobily druhy *P. pinodella*, *A. alternata*, *Mucor* sp. Semena následně normálně klíčila.



Obr. č. 30: Napadená semena české odrůdy hrachu jarního HJČ 4

Následující graf č. 12 zobrazuje závislost mezi průměrným počtem vzejitých rostlin v % a působením mrazu o různé délce trvání.



Graf č. 12: Průměrné procento vzejitých rostlin po působení mrazu za různý počet hodin

Vysvětlivky:

R – korelační koeficient

Z korelačního koeficientu blížího se hodnotě 1 je patrné, že tato polynomická funkce třetího stupně koreluje s těmito výsledky. Celkově lze z grafu č. 12 vyčíst, že se zvyšující se délkou trvání mrazu u klíčících rostlin snižuje procento vzejitých rostlin. Po působení mrazem na klíčící rostliny o délce trvání 14 a 24 h nevyklíčila žádná rostlina v žádném opakování. Tato situace je zachycena také na následujícím obr. č. 31.



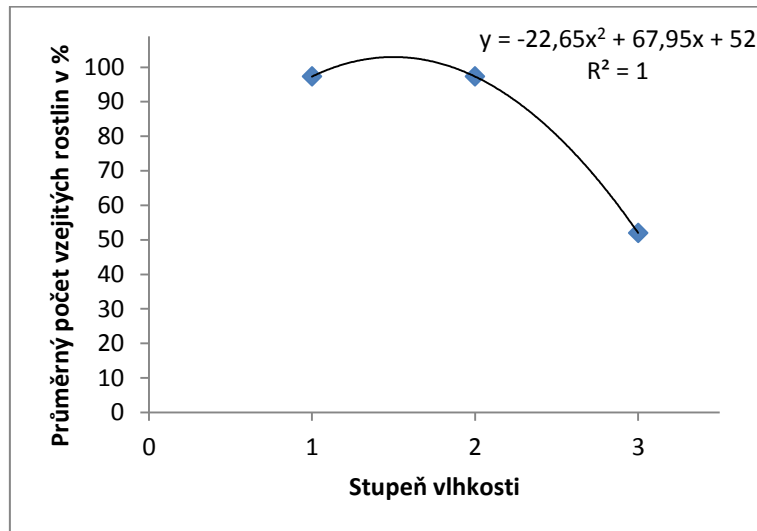
Obr. č. 31: Vzejitě rostliny pelušky ozimé ARKTA po různé délce trvání mrazového působení během klíčení ze dne 30. 10. 2016

Vysvětlivky:

Na levé straně obrázku jsou zachyceny plastové květináče se vzejitou kontrolou pelušky ozimé, kde při klíčení rostlin mraz nepůsobil; od spodní části obrázku směrem k horní straně obrázku se zvyšuje délka trvání mrazu; jednotlivé vodorovné řady květináčů představují jednu variantu délky trvání mrazu.

Z důvodu selhání mrazicího zařízení na Svalbardu nebyly tyto výsledky relevantní, tedy neměly rozhodující význam, a proto nebyly následně zpracovány v programu Microsoft Excel 2010 a dále hodnoceny.

V následujícím grafu č. 13 je zachycena vzájemná závislost mezi průměrným počtem vzejitých rostlin v % a působením různého stupně sucha.

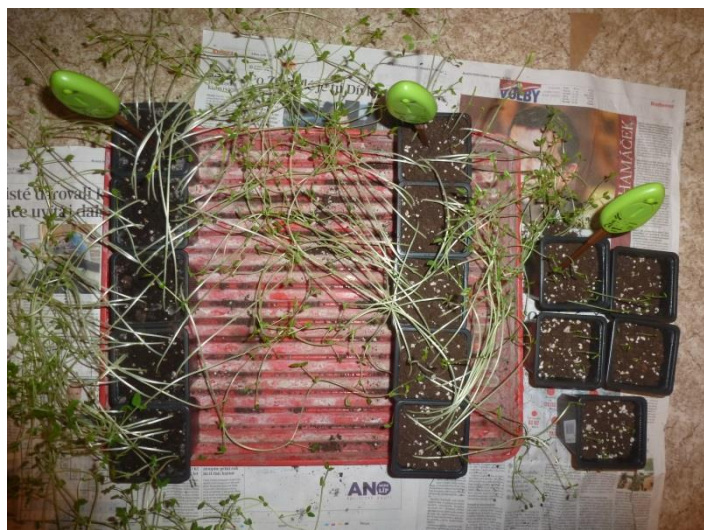


Graf č. 13: Průměrné procento vzejitých rostlin po působení různého stupně sucha

Vysvětlivky:

R – korelační koeficient

Korelační koeficient dle grafu č. 13 se rovná hodnotě 1, tato polynomická funkce druhého stupně úplně koreluje s těmito výsledky. Z grafu celkově vyplývá, že s nižší vlhkostí klesá procento vzejitých rostlin. Z následujícího obr. č. 32 je navíc patrné, že u varianty s velkým suchem vzešly rostliny, které měly následně inhibovaný růst ve srovnání s kontrolou a variantou sucha. U varianty velkého sucha jsou tedy zachyceny nejmenší rostliny ve srovnání s kontrolou a variantou sucha.



Obr. 32: Vzejité rostliny pelušky ozimé ARKTA u různých variant sucha během klíčení ze dne 6. 12. 2016

Vysvětlivky:

Na levé straně obrázku jsou zachyceny plastové květináče se vzejitou kontrolou pelušky ozimé, kde rostliny klíčily dle měřicího přístroje vlhkosti půdy v středně vlhké zemině; dále od levé části obrázku směrem doprava se vlhkost půdy v květináčích snižuje; prostřední řada představuje variantu sucha a květináče úplně vpravo představují variantu velkého sucha.

6 DISKUZE

Sledování pelušky ozimé i hrachu jarního bylo předmětem této diplomové práce. U pelušky ozimé průměrný počet rostlin na 0,25 m² před zimou u kontroly ARKTA a u dvou novošlechtění PO 1 a 10 se pohyboval po zaokrouhlení od 31 rostlin do 42 ks. Tento rozdílný počet vzejitých rostlin před zimou nemusí být způsoben abiotickými nebo biotickými faktory nebo vlastnostmi genotypu, ale také nepřesností setí mechanizované sklizně.

V roce 2016 v tomto pozorování 100% přezimování nedosáhlo žádné novošlechtění, ani kontrola ARKTA, což není v souladu s prací Vosáhlové (2015), kde z 20 sledovaných genotypů pelušky ozimé dosáhla 100% přezimování tři česká novošlechtění. Nejlepší novošlechtění PO 1 dosáhlo pouze 79% přezimování. Lepší výsledky přineslo novošlechtění, nikoliv samotná kontrolní odrůda ARKTA, což je s prací Vosáhlové (2015) v souladu. Vyšší procento přezimování novošlechtění PO 1 zřejmě svědčí o jeho kvalitě. Ztráty po zimě dosahovaly maximálně 79 %, což není s prací Vosáhlové (2015) také v souladu. V této práci byly ztráty mnohem vyšší, než je tomu u výsledků dle Vosáhlové (2015).

Ve srovnání s prací Vosáhlové (2015) i zde sehrál hlavní roli i přes vyšší výskyt mrazivých dní, vysoký výskyt chorob. Jednalo se zejména o komplex kořenových chorob zapříčiněné např. rodem *Fusarium*, který zapříčinil vyzimování rostlin. Stejně tak, jak uvádí Vosáhlová (2015), jedná se i v tomto roce zřejmě o celkovou odolnost vůči biotickým a abiotickým faktorům. Jedná se zejména o odolnost k chorobám a k uhnívání, kdy ztráty výnosu nebyly zřejmě způsobeny mrazem. I přes vyšší výskyt mrazivých dní ve srovnání s obdobím 2013/2014 byly měsíční teploty v období 2015/2016 vyšší, než je normál. Teplotně nadprůměrná zima tedy zapříčinila rozvoj komplexu kořenových chorob. Mrazuvzdornost v tomto období nebyla prokázána stejně jako v období 2013/2014, jak uvádí Vosáhlová (2015).

Vyšší výskyt chorob u pelušky ozimé v období 2015/2016 ve srovnání s obdobím 2013/2014 také mohlo ovlivnit stanoviště. Na pozemku, kde se pěstoval hrách v období 2015/2016, mohly být v minulých letech více pěstovány luskoviny, než na pozemku v období 2013/2014. To znamená, že při vyšší frekvenci pěstování luskovin mohou na stanovišti s vyšší frekvencí přetrvávat původci chorob typické pro luskoviny. Nízké procento přezimování také mohl zapříčinit rozvoj plevelů, který měl v zimě relativní prostor pro svůj růst a mohl být samozřejmě odolnější než kulturní plodiny.

V tomto pozorování byla stejně, jak uvádí Vosáhlová (2015), holandská odrůda hrachu jarního HJH 1 napadena chorobami nejvíce, což svědčí o její nízké rezistenci vůči chorobám. Znovu se tedy potvrzuje její nízká rezistence k chorobám.

Tyller (2013) uvádí, že výnosový potenciál u nás registrovaných odrůd je na úrovni přesahující 5 t/ha. Hlavní příčinou nestability výnosu hrachu je podle něj například náchylnost k chorobám, dále pak vyhraněné požadavky na průběh počasí nebo poléhání porostů v případě nepříznivého počasí v období zrání. Tomuto výnosovému potenciálu se v tomto pozorování blížily některé odrůdy hrachu jarního. Nejblíže mu byla česká odrůda HJČ 4 s výnosem zrna při 14% vlhkosti 4,99 t/ha.

U pelušky ozimé bylo nízké % přezimování. Ozimé luskoviny totiž mají na rozdíl od jarních luskovin schopnost zahuštění porostu. Následný nižší počet na 1 m² je kompenzován vyšší mírou větvení rostlin. Nižší počet rostlin na jednotku plochy totiž dává prostor pro jednotlivé větvení zbylých rostlin. Proto následné výnosy u pelušky ozimé jsou dobré, i když přezimovací schopnost byla celkem nízká. Navíc v jiných místech jednotlivých parcel mohla být přezimovací schopnost vyšší.

V tomto pozorování dosáhlo nejvyššího relativního výnosu novošlechtění pelušky ozimé PO 1 (111,7 %) a nejvyššího výnosu zrna při 14% vlhkosti (4,0 t/ha), což se mírně liší s výsledky práce Vosáhlové (2015), kde u pelušky ozimé byl zaznamenána nejvyšší relativní výnos až 122,2 % a výnos zrna při 14% vlhkosti až 4,19 t/ha. Dle Vosáhlové (2015) mělo však v roce 2014 novošlechtění PO 1 výnos zrna při 14% vlhkosti 3,3 t/ha. Novošlechtění PO 10 mělo v roce 2014 výnos 3,92 t/ha. V tomto roce 2016 tedy novošlechtění PO 1 novošlechtění PO 10 s letošním výnosem zrna při 14 % vlhkosti 3,3 t/ha překonalo. V roce 2016 mělo tedy PO 1 lepší výsledky než PO 10. Novošlechtění PO 1 a 10 byly vybrány pro tento rok z důvodu sledování nejlepších vlastností zaznamenaných v průběhu několika let.

V tomto roce získala nejvyšší výnos česká odrůda HJČ 4, což není v souladu s výsledky Vosáhlové (2015), kdy nejvyššího výnosu zrna dosahovala česká odrůda HJČ 6. Výnos letošní nejlepší odrůdy byl vyšší než výnos nejlepší odrůdy dle výsledků Vosáhlové (2015). Letošní výnos se tedy blíží dle Tyllera (2013) potenciálnímu výnosu u nás, což je přes 5 t/ha. Dle Hezkého (2016) se z jednoho hektaru v průměru sklídilo 3,38 tuny, což je s 4,99 t/ha české odrůdy HJČ 4 mnohem vyšší výsledek.

Tento rok se tedy vyznačoval nadprůměrně vysokými výsledky. Vyšší hodnoty výnosu v tomto pozorování mohou být ovlivněny příznivými podmínkami, které přináší

Polabí. Dále pak záleží na stanovišti, počasí a dodržování osevního postupu. V Chlumci nad Cidlinou byl dodržován osevní postup, počasí bylo v letošním roce příznivé, sklizeň se uskutečnila dříve, než nastaly přivalové deště a bouřky. Pouze u pelušky ozimé se na vyzimování podílel vyšší výskyt komplexu kořenových chorob v důsledku mírnější zimy.

V roce 2016 byly sledovány nižší průměrné měsíční úhrny srážek, než je srážkový normál nebo byly průměrné úhrny srážek podobné. Nejednalo se tedy o srážkově bohatý rok, který by zapříčinil vyšší výskyt chorob u hrachu jarního, zejména kořenového komplexu chorob. Jednalo se tedy o rok s nižším výskytem chorob, a tedy s následným vyšším výnosem u hrachu jarního.

U hrachu jarního měla nejvyšší HTS o hodnotě 332 g česká odrůda HJČ 2. To svědčí o kvalitě dané odrůdy (Vosáhlová, 2015). Dle Graman et Čurn (1998) všeobecně u zrnových genotypů hrachu HTS kolísá v rozpětí od 110 do 450 g, což je v souladu s těmito výsledky. Výsledky hmotností tisíce semen jednotlivých genotypů pelušky ozimé v tomto pozorování jsou v souladu s prací Tyller et al. (1999) i Vosáhlová (2015).

V roce 2016 měla nejvyšší hmotnost tisíce semen (HTS) česká odrůda HJČ 3 o hodnotě 283 g. Je zde zřejmě patrný vliv sucha, který zapříčinil, že HTS byla nižší než v roce 2014 dle výsledků Vosáhlové (2015) u tehdejší nejlepší odrůdy HJČ 2.

Vyšší průměrný měsíční úhrn srážek v září a říjnu roku 2013 měl dobrý vliv na vzejití rostlin. Stav rostlin po vzejití byl totiž většinou hodnocen vysokým stupněm (Vosáhlová, 2015), což je v souladu s tímto pozorováním. Rok 2016 byl nadprůměrně suchým rokem, ale i přesto v listopadu 2015 a v červenci 2016 byl průměrný měsíční úhrn srážek vyšší, než je normál.

Peluška ozimá v tomto pozorování měla tedy v době vzejití rostlin dostatek vláhy. Po vzejití hrachu jarního byly množství srážek podobné srážkovému normálu, což je méně příznivý stav pro rozvoj chorob než v roce 2014 dle Vosáhlové (2015), kdy deštivé květnové a červencové období s sebou neslo riziko napadení plísněmi a chorobami. Dle Vosáhlové (2015) se na poli objevovala před obdobím 2013/2014 místa zaplavená vodou, proto se hrachu v předchozím období snižovala agroekostabilita. Ta se v tomto pozorování nesnižovala.

Dle Kúdely et al. (2013) mají všeobecně nižší mrazuvzdornost odrůdy ozimů, které byly vyšlechtěny v západní Evropě v podmínkách přímořského klimatu. V tomto případě se jednalo o pelušku ozimou, vyšlechtěnou v Podmínkách českého Polabí. Lze tedy očekávat, že odrůdy z přímořského klimatu by měly mrazuvzdornost nižší. Dle Duc et al. (2010) je kladen důraz na reakci rostliny na nízké teploty, což je považováno jako jeden z klíčových faktorů. Toto tvrzení je v souladu s tímto pozorováním, kdy se sledovala mrazuvzdornost, kdy se sledoval stav po zimě a procento přezimování.

Vedle samotného mrazu, je důležité sledovat jeho *intenzitu mrazu, načasování mrazového působení a trvání nízkých teplot* (Stoddard et al. 2006). V tomto pozorování se sledovala různá doba trvání nízkých teplot při stejné intenzitě mrazu $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ v době klíčení v řízených podmínkách.

Ve Středomoří byla sledována reakce na mráz v reprodukčním stádiu. V řízených podmínkách mrazicí komory byly rostliny vystaveny minimální teplotě $-4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 4 hodin (Knott, 1987). Ve srovnání s touto studií byl v tomto pozorování sledován mráz v době klíčení rostlin a klíčící rostliny byly vystaveny minimální teplotě $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 6, 10, 14 a 24 h. Zvolená teplota byla ve srovnání s touto studií mnohem nižší a doba trvání mrazu mnohem vyšší.

V mnoha zemích, kde setí pelušky probíhá v zimě nebo na jaře, je poškozením mrazem sledováno v mladém vývojovém stádiu (Badaruddin et Meyer, 2001). Semenačky hrachu může mráz zničit, což vede k opakovanému setí (Meyer et Badaruddin, 2001). Mladé vývojové stádium je vedle reprodukčního období druhým nejnáchylnějším stádiem vzhledem k mrazovému působení. V tomto pozorování u pelušky ozimé odumření rostlin probíhalo převážně během zimy v mladém vývojovém stádiu. Je to zřejmě způsobeno tím, že stádium dormance bylo již překonáno, a zároveň rostlina není ve stádiu zesílení.

Poškození mrazem může podpořit průchod infekcí, např. *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, což je původce bakteriální plísně (Knott et Belcher, 1998). Z této studie se dá usuzovat, že poškození mrazem může podpořit průchod také infekce rodu *Fusarium*. Mráz by mohl vedle vstupu infekce rodu *Fusarium* zapříčinit i vstup infekce rodu *Rhizoctonia*, *Cladosporium*, *Pythium* apod. V tomto pozorování se však jednalo spíše o sušší rok a zvýšený výskyt mrazíků nebyl pozorován.

Více reprodukovatelné výsledky mohou přinést experimenty prováděné v řízených podmínkách (Ali et Johnson, 1999). V tomto pozorování byly provedeny experimenty zaměřené na vliv sucha a mrazu v řízených podmínkách. Díky eliminaci některých faktorů lze lépe předvídat chování rostlin při určitých teplotách a určité délce působení mrazivých teplot.

Současné výsledky dle Sasaki et al. (1998) ukazují, že mrazová tolerance byla vyšší u vyzrálých lusků. To může souviset s relativně nízkou vlhkostí zralých lusků na rozdíl od těch nevyzrálých. V tomto pozorování byla půdní vlhkost poměrně vysoká, kdyby se tedy rostliny nechaly klíčit v sušších podmínkách, jejich přežití mrazové teploty v různých dobách jejího trvání by mohlo být vyšší.

V tomto pozorování v řízených podmínkách, kde rostliny prošly $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, přežila polovina rostlin někde mezi dobou trávni působením mrazivé teploty 6 a 10 h, což nebylo v souladu s Meyer et Badaruddin (2001), kde snížení opětovného růstu hrachu v době vegetativního vývoje bylo u hrachu pozorováno při vystavení teplotám pod bodem mrazu například $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. V tomto pozorování je zde zřejmě sledován významný vliv půdy, který chránil klíčící rostliny před mrazem. Dle Annicchiarico et Iannucci (2007) však teplota u povrchu půdy v Srbsku v některých měsících klesá i na pouhých $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, zvolená teplota $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ v tomto pozorování by tedy v Srbsku představovala reálnou hrozbu.

Jelikož vegetativní fáze je tedy méně citlivá na mráz než fáze reprodukční, je tedy v souladu s výše zmíněným, že působení mrazu 10 h přežilo ještě 34 % sledovaných klíčících rostlin. Zvolená teplota $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ je však výrazně nižší než zvolená teplota dle studie Knotta (1987), kde v řízených podmínkách mrazící komory byly rostliny vystaveny minimální teplotě $-4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 4 hodin. I přes to, že se bere v úvahu vliv půdní pokrývky, je možné, že výsledek poukazuje na výbornou mrazuvzdornost odrůdy ARKTA pelušky ozimé. Klíčící rostliny, zde přežili $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je tedy o 2 stupně více, než se uvádí Shereena et Salim (2006).

Větší listy a delší internodia mohou být důvodem pro menší odolnosti genotypů k chladu (Annicchiarico et Iannucci, 2007; Cousin, 1997; Andersen et Markarian, 1968), což je v souladu s tímto pozorováním, kde většinou delší rostliny měly nižší výnos než rostliny kratší. U nich však mohl být nižší výnos následkem onemocnění, nikoliv chladu.

Sucho je příčinou podstatně většího rozsahu škod na rostlinách v mírném pásu, než je tomu u stresu nadbytkem vody. Podle některých parametrů je to až 2,5krát (Kúdela et al. 2013), což se v tomto pozorování nemůže jednoznačně potvrdit. Rostliny měly

dostatek vláhy i přes časté podprůměrně nižší úhrny srážek, než je srážkový normál. Hrách vyžaduje přiměřený dostatek vláhy v období klíčení dle Pulkrábka et Capouchové (2016), což se potvrdilo i v tomto pozorování v řízených podmínkách, kdy hrách rostl v případě velkého sucha pomaleji a klíčení bylo též zaznamenáno později. Zvýšená náchylnost pelušky ozimé ke kořenovým a krčkovým hnilobám by se také dala přičítat vlivu sucha během zimního období dle Kúdely et al. (2013), jako tomu je například u pšenice, kde velké sucho zapříčiňuje vyšší výskyt rodu *Fusarium*.

Pokud se nechají semena hrachu (*Pisum sativum*) klíčit za vysoké vlhkosti, dochází k intenzivnějšímu vylučování exudátů. Jsou v nich obsaženy uhlovodíky, které stimulují klíčení oospor *Pythium ultimum* dle Koudely et Svozilové (2010), což je možná v souladu s mým pozorováním pelušky ozimé v řízených podmínkách. Při sledování mrazu v řízených podmínkách byly rostliny zasety do poměrně vlhké zeminy. Jistá analogie s délkou působení mrazových podmínek a průniku oospor tohoto původce by se v tomto případě vyskytovat mohla.

Tyto oospory tedy mohly zapříčinit odumírání vzcházejících rostlin oslabených mrazem. Semena, která nevyklíčila, uhnívala. Navíc tento patogen byl u hrachu jarního nalezen. V tomto pozorování však mohl zapříčinit zánik některých semen průchod infekce *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, což je dle Knotta et Blechera (1998) původce bakteriální plísně.

Příčina úhynu rostlin u odrůd hrachu jarního byla pravděpodobně kořenová spála, jelikož zde byl nalezen komplex půdních patogenů, jako je *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *Rhizoctonia solani* nebo *Pythium ultimum*, jak uvádí Kazda et Prokinová (2001). Zároveň se tím potvrzuje synergismus patogenní účinnosti u kombinace *Fusarium solani* + *Rhizoctonia* a *Fusarium solani* + *Pythium* (Lahola, 1990).

Nejčastějšími izolovanými druhy patogenů napadající kořeny hrachu byly druhy rodu *Fusarium*. *F. oxysporum* tvořil 66,7 % a 94,7 %, nalezený v polních podmínkách, *F. avenaceum* tvořil podíl 71,8 % a 89,5% nalezený v polních podmínkách v roce 2008 a 2009 dle Chittem et al. (2015), což se potvrdilo částečně. Rod *Fusarium* zde byl nalezen, nejednalo se však o *F. avenaceum*.

Kultivace byla zde provedena na Sabouraudově agaru SAP1 s přidavkem chloramfenikolu (antibiotikum), aby se zabránilo růstu bakterií. Tento agar byl zvolen právě proto, že PDA a PSA, které byly doporučeny v literatuře Pitt et Hocking (1997),

Samson et al. (2004), Leslie et Summerell (2006), nebyly k dispozici. Nicméně Sabouraudův agar stačil k potlačení růstu bakterií a umožnil tak lepší sledování spektra původců houbových chorob.

Ve všech klimatických pásmech se vyskytují **univerzální** mikroorganismy, např. mikromycety *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Thielaviopsis basicola* a další, které působí onemocnění rostlin. Tyto fytopatogeny se totiž vyznačují širokou ekologickou valencí k vlhkosti a teplotě dle Hýska et al. (2013), což je v souladu s tímto pozorováním. I zde byly nalezeny univerzální mikroorganismy, jako je *Rhizoctonia solani* nebo *Botrytis cinerea*.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo nalezení nejrezistentnějších genotypů luskovin k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům s nejvyšším výnosem v polních podmínkách českého Polabí. Jednotlivé genotypy zde prezentovaly luskoviny z České republiky, Francie, Holandska a Německa. Odolnost jednotlivých genotypů byla autorkou hodnocena na základě sledování standardních vlastností společně s pracovníky ŠS Chlumeck nad Cidlinou SELGEN, dále pak na základě přezimování pelušky ozimé a sledování chorob u hrachu jarního. Také byla hodnocena v řízených podmínkách mrazuvzdornost pelušky ozimé ARKTA, a také u ní byl sledován vliv sucha.

U pelušky ozimé ARKTA se sledoval v řízených podmínkách vliv sucha. Stejný průměrný počet vzejitých rostlin byl u podmínky kontrola a sucho, kdy vzešlo celkem téměř 15 rostlin, což je 97,3 %. Nejméně rostlin vzešlo u podmínky velké sucho, vzešlo tedy průměrně téměř 8 rostlin, což je 52 %. Největší směrodatná odchylka u počtu vzejitých rostlin byla zaznamenána právě u podmínky velké sucho (2,56), u kontroly a sucha byla směrodatná odchylka 0,49. Předpoklad, že naklíčená semena tohoto genotypu zasetá do vysušené hlíny (podmínka velké sucho) sledovaná v řízených podmínkách zřejmě nevyklíčí nebo vyklíčí maximálně jejich jedna třetina, se nepotvrdila, jelikož semena u podmínky velkého sucha vyklíčila z 52 %.

Průměrný počet vzejitých rostlin kontroly (bez působení mrazu) u sledování pelušky ozimé ARKTA v řízených podmínkách s mrazem byl necelých 10 rostlin, což je 98 %. Nejméně vzešlo rostlin po vystavení mrazu – 22 °C po dobu 10 h, průměrně vzešly po zaokrouhlení 3 rostliny, což je 34 %. Největší směrodatná odchylka (2,87) byla spočítána právě při působení mrazu po dobu 10 h. Žádné rostliny nevzešly po vystavení mrazu po dobu 14 i 24 h. Předpoklad, že naklíčená semena této pelušky zasetá v hlíně v plastovém květináči vystavená teplotě -22 °C po dobu 24 h již nevzejdou, se potvrdil.

Původci chorob se sledovaly u hrachu jarního. Hypotéza se zde potvrdila. Původcem krčkové choroby byl opravdu rod *Fusarium*. Dále zde byla nalezena například *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* a *Peyronellaea pinodella* nebo u napadených semen například *Botrytis cinerea* a *Peyronellaea pinodella*.

U hrachu jarního jsem pozorovala jednotlivé standardní vlastnosti zahraničních a českých odrůd. Holandská odrůda HJH 1, německá odrůda HJN 1 a francouzská odrůda HJF 2 měly nejnižší hodnocení stavu po vzejití (stupeň 8). Česká odrůda HJČ 3, 4, 5, 8,

holandská odrůda HJH 2 a francouzská odrůda HJF 3 měly nejvyšší hodnocení stavu po vzejití (stupeň 9). Nejdelší rostliny po odkvětu měla česká odrůda HJČ 4 (87 cm). Naopak průměrné nejkratší rostliny po odkvětu měla holandská odrůda HJH 1 (51 cm). Chorobě, která byla způsobena rodem *Fusarium*, nejlépe odolávala česká odrůda HJČ 6 se stupněm 9. Naopak nejnáchylnější odrůdou k chorobě způsobené *Fusarií* byla holandská odrůda se stupněm 6 HJH 1. Poléhání před sklizní se u jednotlivých odrůd příliš nelišilo.

Výnos zrna při 14% vlhkosti byl nejvyšší u české odrůdy HJČ 4 o velikost 4,99 t/ha a relativním výnosu 110,9 %, a naopak nejnižší výnos byl u holandské odrůdy HJH 1 o velikosti 3,57 t/ha a relativním výnosu 79,3 %. Nejvyšší hmotnost tisíce semen (HTS) byla pozorována u české odrůdy HJČ 3 (283 g) a nejnižší u české odrůdy HJČ 8 (228 g). Hypotéza, že nejméně rezistentní odrůdou hrachu jarního ke kořenovým chorobám jako v roce 2014 by mohla být holandská odrůda HJH1 i v roce 2016, se potvrdila. Předpokládalo se, že by tato odrůda mohla mít také nejnižší výnos, což se také potvrdilo. Předpoklad, že naopak nová česká odrůda HJČ 7 by mohla být nejodolnější k chorobám a mít nejvyšší výnos, se nepotvrdila. Česká odrůda HJČ 7 neměla nejvyšší výnos a nejvyšší rezistenci ke kořenovým chorobám.

Na základě sledovaných standardních vlastností hrachu jarního se předpokládalo, že pro české Polabí by byly nejvhodnější české odrůdy. Podle výnosu zrna (t/ha) při 14% vlhkosti, relativního výnosu v % lze považovat za nejvhodnější odrůdu pro české Polabí českou odrůdu HJČ 4. Z hlediska odolnosti k chorobám se nejlépe do českého Polabí hodí česká odrůda HJČ 6 se stupněm rezistence 9. Z hlediska poléhání před sklizní však byly odolné různé odrůdy, a to české i zahraniční. Hypotéza, že pro české Polabí by byly nejvhodnější české odrůdy, se téměř potvrdila.

Tato práce byla zaměřena na sledování pelušky ozimé, u níž jsem se zaměřovala na nalezení nejrezistentnějšího novošlechtění k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům s nejvyšším výnosem v polních podmínkách Českého Polabí. U pelušky ozimé byla sledována celkem dvě novošlechtění a kontrola ARKTA. Nejčasnější začátek kvetení byl zaznamenán u novošlechtění PO 10 (24. 5. 2016) a nejpozději rostliny kvetly u PO 1 (26. 5. 2016). Novošlechtění PO 10 mělo nejdelší rostliny (154 cm). Naopak nejkratší rostlinu mělo novošlechtění PO 1 (148 cm). U stavu na po vzejití, u poléhání před kvetením, poléhání před sklizní, komplexu viróz, u plísně hrachu – *Peronospora pisi* nebyly sledovány významné rozdíly. Poléhání před sklizní bylo nejvyšší

u novošlechtění PO 10 (stupeň 3,8). K plísní šedé – *Botrytis cinerea* bylo nejméně odolné novošlechtění PO 10 (stupeň 6,5), které mělo nejvyšší hmotnost tisíce semen (HTS).

Novošlechtění pelušky ozimé PO 1 se prokázalo svými nejlepšími vlastnostmi. Mělo nejvyšší výnos zrna při 14% vlhkosti (4,0 t/ha), relativní výnos (111,7 %) nejlepší odolnost ke komplexu kořenových chorob (stupeň 6,5) a k plísní šedé – *Botrytis cinerea* (stupeň 7,5). Výnos zrna při 14% vlhkosti u kontroly ARKTA byl 3,6 t/ha a relativní výnos 99,4 %. U pelušky ozimé z hlediska sledování standardních vlastností byla tedy potvrzena hypotéza, že jeden ze dvou nových genotypů bude rezistentnější, a také bude mít vyšší výnos, než kontrola ARKTA.

U pelušky ozimé se navíc sledovalo přezimování, kdy se počítaly rostliny před zimou a po zimě. V tomto pozorování byla zahrnuta novošlechtění PO 1 a PO 10, která byla srovnávána s kontrolou ARKTA. Cílem této práce bylo vytipovat na základě přezimovaných rostlin takové novošlechtění, které bude mít nejvyšší rezistenci k biotickým a abiotickým faktorům, a to především k faktoru mrazu. Kontrolní odrůdu ARKTU s 79% přezimování přesáhlo novošlechtění PO 1.

Nejnižších hodnot přezimování dosáhla kontrola ARKTA (21 %). Ztráty po zimě byly tedy značné, dosahovaly až 79 %. Vysoký výskyt chorob zřejmě sehrál hlavní roli při vyzimování rostlin. I přes vyšší výskyt mrazivých dní než v období 2013/2014 tato teplotně nadprůměrná zima tedy zapříčinila rozvoj komplexu kořenových chorob. Nejlépe tedy přezimovalo novošlechtění PO 1, které má zřejmě nejvyšší rezistenci k biotickým a některým abiotickým faktorům. Mrazuvzdornost se neprokázala z důvodu teplotně nadprůměrné zimy. Předpoklad, že jedno ze dvou novošlechtění bude mít vyšší procento přezimování než kontrolní odrůda ARKTA, se potvrdil.

Celkově nejrezistentnějším genotypem luskovin k mrazu, suchu a vybraným biotickým faktorům s nejvyšším výnosem v polních podmínkách českého Polabí u pelušky ozimé se stalo novošlechtění PO 1. Tato peluška nejlépe zvládla přezimování, kde se vyskytla krátká období mrazíků. Rok byl spíše sušší. Její odolnost je zřejmě založená na nejlepší rezistenci ke komplexu kořenových chorob, zároveň měla tedy nejvyšší výnos.

U hrachu jarního to není tak jednoznačné. Z hlediska rezistence k chorobám se stala nejrezistentnější odrůdou česká odrůda HJČ 6 a co se týká výnosu zrna, nejlépe se do českého Polabí hodí česká odrůda HJČ 4. Nejlepší stav po vzejití měly české

odrůdy HJČ 3, 4, 5, 8, holandská odrůda HJH 2, a francouzská odrůda HJF 3 (stav po vzejití). Vliv mrazu a sucha u jarních luskovin nebyl pozorován.

Celkově se hypotéza o vhodnosti českých odrůd hrachu jarního pro české Polabí téměř potvrdila. U pelušky ozimé se předpokládalo, že nejlépe obstojí v našich podmínkách jedno ze dvou nových genotypů. To se také potvrdilo. Další pozorování by bylo vhodné zaměřit například na mrazuvzdornost různých odrůd nebo novošlechtění pelušky ozimé. Podrobnější sledování konkrétního původce kořenových a krčkových chorob hrachu jarního by mohlo přinést užitečné informace k tomu, jak se mu bránit.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AGRITEC, 2016. *Choroby hrachu*. [Online]. Agritec.cz [Citováno 19. 11. 2016]. Dostupné z WWW:<<http://www.agritec.cz/cs/choroby-hrachu>>.

AHMAD, M., SHAFIQ, S. et LAKE, L. 2010. *Radiant frost tolerance in pulse crops—a review*. *Euphytica*. 172, 2010, p. 1 - 12. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

AKHTER, W., BHUIYAN, M. K. A., SULTANA, F. et HOSSAIN, M. M. 2015. *Integrated effect of microbial antagonist, organic amendment and fungicide in controlling seedling mortality (*Rhizoctonia solani*) and improving yield in pea (*Pisum sativum* L.)*. *Comptes Rendus Biologies*. 338, 2015, p. 21 - 28. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1631-0691.

ALI, A. et JOHNSON, D. L. 1999. *Association of growth habit and anthocyanin pigment with winter hardiness in lentil*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2, 1999, p. 1292 – 1295. Asian Network for Scientific Information, Faisalabad. ISSN 1028-8880.

ALONI, B., KARNI, L., ZAIDMAN, Z. et SCHAFFER, A. A. 1996. *Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L) flowers in relation to their abscission under different shading regimes*. *Annals of Botany*. 78, 1996, p. 163 - 168. Oxford Academic, Oxford. ISSN 0305-7364.

ANDERSEN, R. L. et MARKARIAN, D. 1968. *The inheritance of winter hardiness in Pisum. III. Stem branching in autumn growth*. *Euphytica*. 17, 1968, p. 473 - 478. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

ANNICCHIARICO, P. et IANNUCCI, A. 2007. *Winter survival of pea, faba bean and white lupin cultivars in contrasting Italian locations and sowing times, and implications for selection*. *The Journal of Agricultural Science*. 145, 2007, p. 611 - 622. Cambridge University Press, Prague. ISSN 0021-8596.

AULD, D. L., DITTERLINE, R. L., MURRAY, G. A. et SWENSEN, J. B. 1983. *Screening peas for winterhardiness under field and laboratory conditions*. *Crop Science*. 23, 1983, p. 85 - 88. The Crop Science Society of America (CSSA), Madison. ISSN 0011-183X.

AYDEMIR, L. Y. et YEMENICIOGLU, A. 2013. *Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives*. LWT – Food Science and Technology. 50, 2013, p. 686 - 694. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0023-6438.

AZARAKHSH, M., KIRIENKO, A. N., ZHUKOV, V. A., LEBEDEVA, M. A., DOLGIKH, E. A. et LUTOVA, L. A. 2015. *Knotted1-Like Homeobox 3: a new regulator of symbiotic nodule development*. Journal of Experimental Botany. 66, 2015, p. 7181 – 7195. Oxford Academic, Oxford. ISSN 0022-0957.

BADARUDDIN, M. et MEYER, D. W. 2001. *Factors modifying frost tolerance of legume species*. Crop Science. 41, 2001, p. 1911 - 1916. The Crop Science Society of America (CSSA), Madison. ISSN 0011-183X.

BANNIZA, S. et VANDENBERG, A. 2003. *The influence of plant injury on development of Mycosphaerella pinodes in field pea*. Canadian Journal of Plant Pathology. 25, 2003, p. 304 - 311. Engineering Project Organization Society, Colorado. ISSN 0706-0661.

BARRETT, M. L. et UDANI, J. K. 2011. *A proprietary alpha-amylase inhibitor from white bean (Phaseolus vulgaris): A review of clinical studies on weight loss and glycemic control*. Nutrition Journal. 10, 2011, p. 24. University of Newcastle, Newcastle; University of Waterloo, Waterloo. ISSN 1475-2891.

BATYSTA, M. 2016. *Význam luskovin pro ochranu půdy*. [Online]. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. [Citováno 2. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<http://eagri.cz/public/web/file/488957/Ing._Marek_Batysta__Ph.D.__VUMOP____Vyznam_luskovin_pro_ochranu_pudy.pdf>.

BECWAR, M. R. et BAGGET, J. R. 1978. *Winter survival of pea (Pisum sativum L.) lines and cultivars grown with flat culture and raised beds*. Horticultural Science. 13, 1978, p. 288 - 290. The Czech Academy of Agricultural Sciences, Prague. ISSN 0862-867X.

BIARNES, V., CHAILLET, I. et CARROUEE, B. 2004. *Frost damages observed on winter grain legumes in France in 2003: Proceedings of the 5th European Conference on grain legumes*. AEP, Paris.

BOURION, V., LEJEUNE-HÉNAUT, I., MUNIER-JOLAIN, N. et SALON, C. 2003. *Cold acclimation of winter and spring peas: carbon partitioning as affected by light intensity*. European Journal of Agronomy. 19, 2003, p. 535 - 548. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1161-0301.

BRETAG, T. W., KEANE, P. J. et PRICE, T. V. 2000. *Effect of sowing date on the severity of ascochyta blight in field peas (Pisum sativum L.) grown in the Wimmera region of Victoria*. Australian Journal of Experimental Agriculture. 10, 2000, p. 1113 - 1119. CSIRO Publishing, Collingwood. ISSN 0816-1089.

BRETAG, T. W., KEANE, P. J. et PRICE, T. V. 2006. *The epidemiology and control of ascochyta blight in field peas: a review*. Australian Journal of Agricultural Research. 57, 2006, p. 883 - 902. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Australia), Canberra. ISSN 0004-9409.

CARBONARO, M., MASELLI, P. et NUCARA, A. 2014. *Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties*. Food Research International. 76, 2015, p. 19 - 30. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0963-9969.

COUSIN, R. 1997. *Peas (Pisum sativum L.)*. Field Crops Research. 53, 1997, p. 111 - 130. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290.

ČÚZK, 2017. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [Online]. Český úřad zemědělský a katastrální [Citováno 25. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://nahliznidokn.cuzk.cz/>>.

DAVIDSON, J. A. et KIMBER, R. B. E. 2007. *Integrated disease management of ascochyta blight in pulse crops*. European Journal of Plant Pathology. 119, 2007, p. 99 - 110. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

DOWKER, B. D. 1969. *Field methods of assessing winter hardiness in peas*. Euphytica. 18, 1969, p. 398 - 402. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

DUC, G., BAO, S., BAUM, M., REDDEN B., SADIKI, M., SUSO, M. J., VISHNIAKOVA, M. et ZONG, X. 2010. *Diversity maintenance and use of Vicia faba L genetic resources*. Field Crops Research. 115, 2010, p. 270 - 278. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290.

DUMONT, E., BAHRMAN, N., GOULAS, E., VALOT, B., SELLIER, H., HILBERT, J., VUYLSTEKER, C., LEJEUNE-HÉNAUT, I. et DELBREIL, B. 2011. *A proteomic approach to decipher chilling response from cold acclimation in pea (Pisum sativum L.)*. Plant Science. 180, 2011, p. 86 - 98. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0168-9452.

DUPONT, S. T., FERRIS, H. et HORN, M. V. 2008. *Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling*. Applied soil ecology Journal. 41, 2009, p. 157 – 167. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0929-1393.

ERGLIS, A., MINTALE, I. et DINNE, A. 2013. *Healthy alternatives of the mediterranean diet in Latvia*. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Journal. 67, 2013, p. 315 – 319. Latvian Academy of Sciences, Riga. ISSN 1407-009X.

FAOSTAT, 2014. *Food and agriculture data*. [Online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Citováno 19. 6. 2014]. Dostupné z WWW:<<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>>.

FARACK, M. et GUDDAT, C. 2006. *Auswinterungsschäden – Was tun?* [Online]. Thueringen.de [Citováno 20. 12. 2016]. Dostupné z WWW:<<http://www.tll.de/ainfo/archiv/wint0306.pdf>>.

GRAMAN, J. et ČURN, V. 1998. *Šlechtění rostlin (obecná část)*. [Online]. Biotechnologické centrum. Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [Citováno 12. 12. 2014]. Dostupné z WWW:<biocentrum.zf.jcu.cz/docs/.../Slechteni-rostlin---MZS-47054b6ce7.doc>.

GRIMAUD, F., RENAUT, J., DUMONT, E., SERGEANT, K., LUCAU-DANILA, A., BLERVACQ, A., SELLIER, H., BAHRMAN, N., LEJEUNE-HÉNAUT, I., DELBREIL, B. et GOULAS, E. 2013. *Exploring chloroplastic changes related to chilling and freezing tolerance during cold acclimation of pea (Pisum sativum L.)*. Journal of Proteomics. 80, 2013, p. 145 - 159. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1874-3919.

GUARRO, J. 2013. *Fusariosis, a complex infection caused by a high diversity of fungal species refractory to treatment*. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases. 32, 2013, p. 1491 - 1500. Springer, New York City. ISSN 0934-9723.

GUILIONI, L., WERY, J. et TARDIEU, F. 1997. *Heat stress-induced abortion of buds and flowers in pea: is sensitivity linked to organ age or to relations between*

reproductive organs? Annals of Botany. 80, 1997, p. 159 - 168. Oxford Academic, Oxford. ISSN 0305-7364.

GUO, H., SUN, Y., PENG, X., WANG, Q., HARRIS, M. et GE, F. 2016. *Up-regulation of abscisic acid signaling pathway facilitates aphid xylem absorption and osmoregulation under drought stress*. Journal of Experimental Botany. 67, 2016, p. 681 - 693. Oxford Academic, Oxford. ISSN 0022-0957.

GUSTAFSON, A., FLEISCHER, S. et JOELSSON, A. 1998. *Decreased leaching and increased retention potential co-operative measures to reduce diffuse nitrogen load on a watershed level*. Water Science and Technology. 38, 1998, p. 181 - 189. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0273-1223.

HEZKÝ, P. 2016. *Zájem o luskoviny pokračuje*. Časopis Úroda. 3, 2016. Profi Press, Praha. ISSN 0139-6013.

HOOVER, R. et ZHOU, Y. 2003. *In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by α -amylase and resistant starch formation in legumes – a review*. Carbohydrate Polymers. 54, 2003, p. 401 – 417. Department of Biochemistry, Memorial University of Newfoundland, Newfoundland. ISSN 0144-8617.

HORÁKOVÁ, J., BANĎOUCHOVÁ, H. et PIKULA, J. 2008. *Škůdci ve skladech a boj proti nim*. Časopis Zemědělec: odborný a stavovský týdeník. 1, 2008. Profi Press, Praha. ISSN 1211-3816.

HOSENSEIDLOVÁ, P. 2015. *Česko poslalo na 800 vzorků rostlin do genové banky na Špicberkách*. [Online]. Irozhlas.cz [Citováno 16. 12. 2016]. Dostupné z WWW:<http://www.rozhlas.cz/zpravy/veda/_zprava/cesko-poslalo-na-800-vzorku-rostlin-do-genove-banky-na-spicberkach--1534051>.

HUANG, H. C. et KOKKO, E. G. 1992. *Pod rot of dry peas due to infection by ascospores of Sclerotinia sclerotinium*. Plant Disease. 76, 1992, p. 597 - 600. The American Phytopathological Society, St. Paul. ISSN 0191-2917.

HUDYNCIA, J., SHEW, H. D., CODY, B. R. et CUBETA, M. A. 2000. *Evaluation of wounds as a factor to infection of cabbage by ascospores of Sclerotinia sclerotinium*. Plant Disease. 84, 2000, p. 316 - 320. The American Phytopathological Society, St. Paul. ISSN 0191-2917.

HUME, D. J. et JACKSON, A. K. H. 1981. *Frost tolerance in soybean*. Crop Science. 21, 1981, p. 689 - 692. The Crop Science Society of America (CSSA), Madison. ISSN 0011-183X.

HYBL, M. 1996. *Report of a Working Group on Grain Legumes, First meeting, 14-16 July 1995, Copenhagen, Denmark: Status of grain legumes in the Czech Republic*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. ISBN 92-9043-289-6.

HÝBL, M. 2017. *Osiva v ekologickém zemědělství: Agrotechnika hlavních polních plodin II., semenářství luskovin*. [Online]. Bioinstitut.cz [Citováno 12. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<http://bioinstitut.cz/documents/Semenarstvi_luskovin.pdf>.

HÝBL, M., ONDŘEJ, M., SEIDENGLANZ, M. et VACULÍK, A. 2011. *Certifikovaná metodika: Metodika pěstování lupiny bílé, žluté a úzkolisté*. AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, spol. s r.o., Šumperk. ISBN 978-80-87360-02-6.

HÝSEK, J., VAVERA, R. et HERMUTH, J. 2013. *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013: Vliv klimatu a počasí na celistvost rostliny a průběh chorob*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN 978-80-7427-131-1.

CHEN, L., ZHONG, H., REN, F., GUO, Q. Q., HU, X. P. et LI, X. B. 2011. *A novel cold-regulated gene, COR25, of Brassica napus is involved in plant response and tolerance to cold stress*. Plant Cell Reports. 30, 2011, p. 463 - 471. Springer, New York City. ISSN 0721-7714.

CHINNUSAMY, V., ZHU, J. et ZHU, J. K. 2007. *Cold stress regulation of gene expression in plants*. Trends in Plant Science. 12, 2007, p. 444 - 451. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1360-1385.

CHITTEM, K., MATHEW, F. M., GREGOIRE, M., LAMPPA, R. S., CHANG, Y. W., MARKELL, S. G., BRADLEY, C. A., BARASUBIYE, T. et GOSWAMI, R. S. 2015. *Identification and characterization of Fusarium spp. associated with root rots of field pea in North Dakota*. European Journal of Plant Pathology. 143, 2015, p. 641 - 649. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

JIANG, J., GUO, S., ZHANG, Y., LIU, Q., WANG, R., WANG, Z., LI, N. et LI, R. 2015. *Changes in temperature sensitivity of soil respiration in the phases of a three-year crop rotation system*. Soil & Tillage Research Journal. 150, 2015, p. 139 - 146. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0167-1987.

JOSCHINSKI, J., HOVESTADT, T. et KRAUSS, J. 2015. *Coping with shorter days: do phenology shifts constrain aphid fitness?* PeerJ. 7, 2015. PeerJ, Corte Madera. ISSN 2167-8359.

KABIR, S. R., NABI, M. M., HAQUE, A., ZAMAN, R. U., MAHMUD, Z. H. et REZA, M. A. 2013. *Pea lectin inhibits growth of Ehrlich ascites carcinoma cells by inducing apoptosis and G2/M cell cycle arrest in vivo in mice.* Phytomedicine. 20, 2013, p. 1288 - 1296. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0944-7113.

KAZDA, J. et PROKINOVÁ, E. 2001. *Využití osevního postupu při ochraně rostlin.* Časopis Úroda. 11, 2001. Profi Press, Praha. ISSN 0139-6013.

KNOTT, C. M. 1987. *A key for stage of development of the pea (Pisum sativum L.).* Annals of Applied Biology. 111, 1987, p. 233 - 244. Association of Applied Biologists, London. ISSN 0003-4746.

KNOTT, C. M. et BELCHER, S. J. 1998. *Optimum sowing dates and plant populations for winter peas (Pisum sativum).* The Journal of Agricultural Science. 131, 1998, p. 449 - 454. Cambridge University Press, Prague. ISSN 0021-8596.

KOSOVÁ, K., VÍTÁMVÁS, P., URBAN, M. O., KLÍMA, M., ROY, A. et PRÁŠIL, I. T. 2015. *Biological Networks Underlying Abiotic Stress Tolerance in Temperate Crops—A Proteomic Perspective.* International Journal of Molecular Science. 16, 2015, p. 20913 - 20942. Molecular Diversity Preservation International (MDPI), Basel. ISSN 1422-0067.

KOUDELA, M. et SVOZILOVÁ, L. 2010. *Ekologická produkce zeleniny: Lusková zelenina.* [Online]. Agrobiologie.cz [Citováno 27. 11. 2016]. Dostupné z WWW:<http://kz.agrobiologie.cz/ekozem/?m=specialni&p=specialni_luskova>.

KOVÁČIK et al. 1983. *Genetika rostlin.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 7-018-83.

KREPS, J. A., WU, Y., CHANG, H. S., ZHU, T., WANG, X. et HARPER, J. F. 2002. *Transcriptome changes for Arabidopsis in response to salt, osmotic, and cold stress.* Plant Physiology. 130, 2002, p. 2129 - 2141. American Society of Plant Biologists (ASPB), Rockville. ISSN 1532-2548.

KUMAR, K. et GOH, K. M. 2002. *Management practices of antecedent leguminous and non-leguminous crop residues in relation to winter wheat yields, nitrogen uptake, soil nitrogen mineralization and simple nitrogen balance*. European Journal of Agronomy. 16, 2002, p. 295 - 308. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1161-0301.

KÚDELA, V., ACKERMANN, P., PRÁŠIL, I. T., ROD, J. et VEVERKA, K. 2013. *Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění*. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2262-2.

LAHOLA, J. 1990. *Luskoviny – pěstování a využití*. SZN, Praha. ISBN 8020901272.

LEBECH, H. 2014. *Climate change and primary industries: Impacts, adaptation and mitigation in the Nordic countries*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. ISSN 0908-6692.

LEGRAND, S., MARQUE, G., BLASSIAUA, C., BLUTEAU, A., CANOY, A., FONTAINE, V., JAMINON, O., BAHRMAN, N., MAUTORD, J., MORIN, J., PETIT, A., BARANGER, A., RIVIERE, N., WILMER, J., DELBREIL, B. et LEJEUNE-HÉNAUT, I. 2013. *Combining gene expression and genetic analyses to identify candidate genes involved in cold responses in pea*. Journal of Plant Physiology. 170, 2013, p. 1148 - 1157. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0176-1617.

LEJAUNE-HÉNAULT, I., BOURISON, V., ETÉVÉ, G., CUNOT, E., DELHYE, K. et DESMYTER C. 1999. *Floral initiation in field-grown forage peas is delayed to a greater extent by short photoperiods, than in other types of European varieties*. Euphytica. 109, 1999, p. 201 - 211. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

LEJAUNE-HÉNAULT, I., HANOCQ, E., BETHENCOURT, L., FONTAINE, V., DELBREIL, B., MORIN J., PETIT, A., DEVAUX, R., BOILLEAU, M., STEMPIAK, J. J., THOMAS, M., LAINÉ, A. L., FOUCHER, F., BARANGER, A., BURSTIN, J., RAMEAU, C. et GIAUFFRET, C. 2008. *The flowering locus *Hr* colocalizes with a major QTL affecting winter frost tolerance in *Pisum sativum* L.* Theoretical and Applied Genetics. 116, 2008, p. 1105 - 1116. Springer, New York City. ISSN 0040-5752.

LEMOLA, R., TURTOLA, E. et ERIKSSON, C. 2000. *Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley*. Agricultural and Food

Science. 9, 2000, p. 201 - 215. The Scientific Agricultural Society of Finland, Lemu. ISSN 1795-1895.

LESLIE, J. F. et SUMMERELL, B. A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Wiley, New York City. ISBN 978-0-8138-1919-8.

LI, L., REDDEN, R. J., ZONG, X., BERGER, J. D. et BENNETT, S. J. 2013. *Ecogeographic analysis of pea collection sites from China to determine potential sites with abiotic stresses*. Genetic Resources and Crop Evolution. 60, 2013, p. 1801 - 1815. Springer, New York City. ISSN 0925-9864.

LIU, J., CAO, T., FENG, J., CHANG, K., HWANG, S. et STRELKOV, S. E. 2013. *Characterization of the fungi associated with ascochyta blight of field pea in Alberta, Canada*. Crop Protection. 54, 2013, p. 55 - 64. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0261-2194.

MAGNÚSSON, B. 2017. *Research projects: The Impact of Climate Change on Plant Life (ITEX)*. [Online]. Icelandic Institute of Natural History [Citováno 6. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://en.ni.is/botany/research-projects/>>.

MAHAJAN, S. et TUTEJA, N. 2005. *Cold, salinity and drought stresses: an overview*. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444, 2005, p. 139 - 158. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0003-9861.

MARIOTTI, M., LUCISANO, M., PAGANI, M. A. et NG, P. K. W. 2009. *The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs*. Food Research International. 42, 2009, p. 963 - 975. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0963-9969.

MAY, C. Le, JUMEL, S., SCHOENY, A. et TIVOLI, B. 2008. *Ascochyta blight development on a new winter pea genotype highly reactive to photoperiod under field conditions*. Field Crops Research. 111, 2009, p. 32 - 38. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290.

MCDONALD, G. et PECK, D. 2009. *Effects of crop rotation, residue retention and sowing time on the incidence and survival of ascochyta blight and its effect on grain yield of field peas (Pisum sativum L.)*. Field Crops Research. 111, 2009, p. 11 - 21. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290.

McMURRAY, L. S., DAVIDSON, J. A., LINES, M. D., LEONFORTE, A. et SALAM, M. U. 2011. *Combining management and breeding advances to improve field pea (*Pisum sativum* L.) grain yields under changing climatic conditions in south-eastern Australia*. Euphytica. 180, 2011, p. 69 - 88. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

McPHEE, K. E., ABEBE, T., KRAFT, J. M. et MUEHLBAUER, F. J. 1999. *Resistance to fusarium wilt race 2 in the *Pisum* core collection*. Journal of American Society of Horticulture Science. 124, 1999, p. 28 - 31. American Society for Horticultural Science, Alexandria. ISSN 0003-1062.

MEYER, D. W. et BADARUDDIN, M. 2001. *Frost tolerance of ten seedling legume species at four growth stages*. Crop Science. 41, 2001, p. 1838 - 1842. The Crop Science Society of America (CSSA), Madison. ISSN 0011-183X.

MIHAILOVIĆ, V., MIKIĆ, A., KARAGIĆ, D., KATIĆ, S. et PATAKI, I. 2005. *Genetic variability of yield and its components in winter forage pea cultivars. Offered papers, XX international grassland congress, Dublin, 26 June–1 July 2005*. Wageningen Academic, Wageningen. ISBN 978-90-76998-81-7.

MIKIĆ, A., MIHAILOVIĆ, V., ĆUPINA, B., DORDEVIĆ, V., MILIĆ, D., DUC, G., STODDARD, F. L., LEJEUNE-HÉNAUT, I., MARGET, P. et HANOCQ, E. 2011. *Achievements in breeding autumn-sown annual legumes for temperate regions with emphasis on the continental Balkans*. Euphytica. 180, 2011, p. 57 - 67. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

MOUSSART, A., TIVOLI, B., LEMARCHAND, E., DENEUFBOURG, F., ROI, S. et SICARD, G. 1998. *Role of seed infection by the ascochyta blight pathogen of dried pea (*Mycosphaerella pinodes*) in seedling emergence, early disease development and transmission of the disease to aerial plant parts*. European Journal of Plant Pathology. 104, 1998, p. 93 - 102. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

NAYYAR, H. 2005. *Putrescine increases floral retention, pod set and seed yield in cold stressed chickpea*. Journal of Agronomy and Crop Science. 191, 2005, p. 340 - 345. Wiley, New York City. ISSN 0931-2250.

NAYYAR, H., BAINS, T. et KUMAR, S. 2005. *Low temperature induced floral abortion in chickpea: relationship to abscisic acid and cryoprotectants in reproductive organs*. Environmental and Experimental Botany. 53, 2005, p. 39 - 47. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0098-8472.

NG, T. B., CHAN, Y. S., NG, C. C. W. et WONG, J. H. W. 2015. *Purification and Characterization of a Lectin from Green Split Peas (Pisum sativum)*. Applied Biochemistry and Biotechnology. 177, 2015, p. 1374 - 1385. Springer, New York City. ISSN 0273-2289.

O'DONNELL, K., SUTTON, D. A., FOTHERGILL, A., McCARTHY, D., RINALDI, M. G., BRANDT, M. E., ZHANG, N. et GEISER, D. M. 2008. *Molecular Phylogenetic Diversity, Multilocus Haplotype Nomenclature, and In Vitro Antifungal Resistance within the Fusarium solani Species Complex*. Journal of Clinical Microbiology. 46, 2008, p. 2477 - 2490. American Society for Microbiology, Washington. ISSN 0095-1137.

OHNISHI, S., MIYOSHI, T. et SHIRAI, S. 2010. *Low temperature stress at different flower developmental stages affects pollen development, pollination, and pod set in soybean*. Environmental and Experimental Botany. 69, 2010, p. 56 - 62. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0098-8472.

PATIL, R., LÆGDSMAND, M., OLESEN, J. E. et PORTER, J. R. 2012. *Sensitivity of crop yield and N losses in winter wheat to changes in mean and variability of temperature and precipitation in Denmark using the FASSET model*. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B –Plant and Soil. 62, 2012, p. 335 - 351. Taylor & Francis, Abingdon. ISSN 16511913.

PEARCE, R. S. 2001. *Plant freezing and damage*. Annals of Botany. 87, 2001, p. 417 - 424. Oxford Academic, Oxford. ISSN 0305-7364.

PETR, J. 2016. *Mšice a jejich spolupracovníci: Výkonná genetická laboratoř*. [Online]. Priroda.stoplusjednicka.cz [Citováno 20. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://priroda.stoplusjednicka.cz/msice-jejich-spolupracovnici-vykonna-geneticka-laborator>>.

PITT, J. I. et HOCKING, A. D. 1997. *Fungi and food spoilage*. Blackie Academic & Professional, London. ISBN 0412554607.

PULKRÁBEK, J. et CAPOUCHOVÁ, I. 2016. *Luskoviny*. [Online]. Zemedelskekomodity.cz [Citováno 21. 12. 2016]. Dostupné z WWW:<<http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/roslinna-vyroba-menu/luskoviny>>.

RANALLI, P. 1995. *Improvement of pulse crops in Europe*. European Journal of Agronomy. 4, 1995, p. 151 - 166. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1161-0301.

RIDGE, P. E. et PYE, D. L. 1985. *The effects of temperature and frost at flowering on the yield of peas grown in a Mediterranean environment*. Field Crops Research. 12, 1985, p. 339 - 346. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0378-4290.

ROOS, J., HOPKINS, R., KVARNHEDEN, A. et DIXELIUS, C. 2011. *The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden*. European Journal of Plant Pathology. 129, 2011, p. 9 - 19. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

ROVIRA, R. F. 2015. *La leche y los productos lácteos: fuentes dietéticas decalcio*. Nutrición Hospitalaria. 31, 2015, p. 1 – 9. Catedrática jubilada de Nutrición y Bromatología, Universidad de Valencia, Valencia. ISSN 0212-1611.

ŘEHOŘOVÁ, K. 2006. *Třásněnka - ochrana rostlin před napadením třásněnkou*. [Online]. Chovatelka.cz [Citováno 19. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.chovatelka.cz/clanek/trasnenka-ochrana-rostlin-pred-napadenim-trasnenkou>>.

SALAH, H., AL-HATMI, A. M. S., THEELEN, B., ABUKAMAR, M., HASHIM, S., DIEPENINGEN, A. D., LASS-FLORL, C., BOEKHOUT, T., ALMASLAMANI, M. et TAJ-ALDEEN, S. J. 2015. *Phylogenetic diversity of human pathogenic Fusarium and emergence of uncommon virulent species*. Journal of Infection. 71, 2015, p. 658 - 666. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0163-4453.

SALAM, M. U., MACLEOD, W. J., MALING, T., PRICHARD, I., SEYMOUR, M. et BARBETTI, M. J. 2011. *A meta-analysis of severity and yield loss from ascochyta blight on field pea in Western Australia*. Australasian Plant Pathology. 40, 2011, p. 591 - 600. Springer, New York City. ISSN 0815-3191.

SAMSON, R. A., HOEKSTRA, E. S. et FRISVAD, J. C. 2004. *Introduction to food borne fungi*. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.

SASAKI, H., ICHIMURA, K., OKADA, K. et ODA, M. 1998. *Freezing tolerance and soluble sugar contents affected by water stress during cold-acclimation and de-acclimation in cabbage seedlings*. Scientia Horticulturae. 76, 1998, p. 161 - 169. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0304-4238.

SEIDENGLANZ, M., ONDRÁČKOVÁ, E. et VACULÍK, A. 2016. *Integrovaná ochrana luskovin*. [Online]. Agritec.cz [Citováno 3. 11. 2016]. Dostupné z WWW:<http://www.agritec.cz/sites/default/files/integrovana_ochrana_luskovin_0.pdf>

SELGEN, 2017. *Luskoviny*. [Online]. Selgen.cz [Citováno 12. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://selgen.cz/luskoviny/>>.

SENEVIRATNE, H. K., DALISAY, D. S., KIM, K., MOINUDDIN, S. G. A., YANG, H., HARTSHORN, C. M., DAVIN, L. B. et LEWIS, N. G. 2015. *Non-host disease resistance response in pea (*Pisum sativum*) pods: Biochemical function of DRR206 and phytoalexin pathway localization*. *Phytochemistry*. 113, 2015, p. 140 - 148. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0031-9422.

SHAFIQ, S., MATHER, D. E., AHMAD, M. et PAULL, J. G. 2012. *Variation in tolerance to radiant frost at reproductive stages in field pea germplasm*. *Euphytica*. 186, 2012, p. 831 - 845. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

SHAHZAD, R., WAQAS, M., KHAN, A. L., HAMAYUN, M., KANG, S. et LEE, I. 2015. *Foliar application of methyl jasmonate induced physio-hormonal changes in *Pisum sativum* under diverse temperature regimes*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 96, 2015, p. 406 - 416. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0981-9428.

SHEREENA, J. et SALIM, N. 2006. *Chilling tolerance in *Pisum sativum* L. seeds: an ecological adaptation*. *Asian Journal of Plant Sciences*. 5, 2006, p. 1047 - 1050. Asian Network for Scientific Information, Faisalabad. ISSN 1682-3974.

SHORT, R. W., STRATTON, R. G., MUEHLBAUER, F. J., McPHEE, K. E. et CHEN, W. 2003. *Winter pea trial results*. [Online]. [Ars.usda.gov](http://ars.usda.gov) [Citováno 20. 12. 2016]. Dostupné z WWW:<<https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20902000/progress02.pdf>>.

SCHOENY, A., JUMEL, S., ROUAULT, F., Le MAY, C. et TIVOLI, B. 2007. *Primary inoculum availability and modelling of disease onset of *Ascochyta blight* in field peas*. *European Journal of Plant Pathology*. 118, 2007, p. 87 - 97. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

SCHULTZE, M. et KONDOROSI, A. 1998. *Regulation of symbiotic root nodule development*. Annual Review of Genetics Journal. 32, 1998, p. 33 – 57. Annual Reviews, Palo Alto. ISSN 0066-4197.

SIDDIQUE, K. H. M., LOSS, S. P., REGAN, K. L. et JETTNER, R. L. 1999. *Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south-western Australia*. Australian Journal of Agricultural Research. 50, 1999, p. 375 - 387. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Australia), Canberra. ISSN 0004-9409.

SINCIK, M., BILGILI, U., UZUN, A. et ACIKGÖZ, E. 2004. *Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes*. Seed Science and Technology. 32, 2004, p. 331 - 339. Asian Network for Scientific Information, Bassersdorf. ISSN 0251-0952.

SMITH, J. M. 2015. *Doba jedová 5: Geneticky modifikované potraviny*. Triton, Praha. ISBN 978-80-7387-924-2.

SRIVASTAVA, R. K., MISHRA, S. K., SINGH, A. K. et MOHAPATRA, T. 2012. *Development of a coupling-phase SCAR marker linked to the powdery mildew resistance gene 'er1' in pea (Pisum sativum L.)*. Euphytica. 186, 2012, p. 855 - 866. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

STEHLÍKOVÁ, J. 2016. *Situační a výhledová zpráva: Luskoviny, prosinec 2016*. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-225-7.

STITT, M. et HURRY, V. 2002. *A plant for all seasons: alterations in photosynthetic carbon metabolism during cold acclimation in Arabidopsis*. Current Opinion in Plant Biology. 5, 2002, p. 199 - 206. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1369-5266.

STODDARD, F. L., BALKO, C., ERSKINE, W., KHAN, H. R., LINK, W. et SARKER, A. 2006. *Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool-season food legumes*. Euphytica. 147, 2006, p. 167 - 186. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

STODDARD, F. L., HOVINEN, S., KONTTURI, M., LINDSTRÖM, K. et NYKÄNEN, A. 2009. *Legumes in Finnish agriculture: history, present status and future prospects*. Agricultural and Food Science. 18, 2009, p. 191 - 205. The Scientific Agricultural Society of Finland, Lemu. ISSN 1795-1895.

TALGRE, L., LAURINGSON, E., ROOSTALU, H., ASTOVER, A., EREMEEV, V. et SELGE, A. 2009. *The effects of pure and undersowing green manures on yields of succeeding spring cereals*. Acta Agriculturae Scandinavica Section. B – Soil and Plant Science. 59, 2009, p. 70 - 76. Taylor & Francis, Abingdon. ISSN 16511913.

TALGRE, L., LAURINGSON, E., ROOSTALU, H., ASTOVER, A. et MAKKE, A. 2012. *Green manure as a nutrient source for succeeding crops*. Plant, Soil and Environment Journal. 58, 2012, p. 275 – 281. The Czech Academy of Agricultural Sciences, Prague. ISSN 1214-1178.

THÖMING, G., NORLI, H. R., SAUCKE, H. et KNUDSEN, G. K. 2014. *Pea plant volatiles guide host location behaviour in the pea moth*. Arthropod-Plant Interactions. 8, 2014, p. 109 - 122. Springer, New York City. ISSN 1872-8855.

THORUP-KRISTENSEN, K., MAGID, J. et JENSEN, L. S. 2003. *Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zone*. Advances in Agronomy. 79, 2003, p. 227 - 302. Elsevier, Amsterdam. ISBN 978-0-12-812421-5.

TINIVELLA, F., HIRATA, L. M., CELAN, M. A., WRIGHT, S. A. I., AMEIN, T., SCHMITT, A., KOCH, E., WOLF, J. M., GROOT, S. P. C., STEPHAN, D., GARIBALDI, A. et GULLINO, M. L. 2009. *Control of seed-borne pathogens on legumes by microbial and other alternative seed treatments*. European Journal of Plant Pathology. 123, 2009, p. 139 - 151. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

TIVOLI, B. et BANNIZA, S. 2007. *Comparative epidemiology of ascochyta blights on grain legumes*. European Journal of Plant Pathology. 119, 2007, p. 59 - 76. Springer, New York City. ISSN 0929-1873.

TORTORANO, A. M., RICHARDSON, M., ROILIDES, E., DIEPENINGEN, A., CAIRA, M., MUNOZ, P., JOHNSON, E., MELETIADIS, J., PANA, Z. D., LACKNER, M., VERWEIJ, P., FREIBERGER, T., CORNELLY, O. A., AKDAGLI, S. A., DANNAOUI, E., GROLL, A. H., LAGROU, K., CHAKRABARTI, A., LANTERNIER, F., PAGANO, L., SKIADA, A., AKOVA, M., ARENDRUP, M. C., BOEKHOUT, T., CHOWDHARY, A., CUENCA-ESTRELLA, M., GUINEA, J., GUARRO, J., HOOG, S., HOPE, W., KATHURIA, S., LORTHOLARY, O., MEIS, J. F., ULLMANN, A. J., PETRIKKOS, G. et LASS-FLÖRL, C. 2014. *ESCMID and ECMM joint guidelines on diagnosis and management of hyalohyphomycosis: Fusarium spp., Scedosporium spp.*

and others. *Clinical Microbiology and Infection*. 20, 2014, p. 27 - 46. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1198-743X.

TRAN, H. S., LI, Y. P., YOU, M. P., KHAN, T. N., PRITCHARD, I. et BARBETTI, M. J. 2014. *Temporal and spatial changes in the pea black spot disease complex in Western Australia*. *Plant Disease*. 98, 2014, p. 790 - 796. The American Phytopathological Society, St. Paul. ISSN 0191-2917.

TRIONNAIRE, G. L., JAUBERT-POSSAMAI, S. J., BONHOMME, J., GAUTHIER, J., GUERNEC, G., CAM, A. L., LEGEAI, F., MONFORT, J. et TAGU, D. 2012. *Transcriptomic profiling of the reproductive mode switch in the pea aphid in response to natural autumnal photoperiod*. *Journal of Insect Physiology*. 58, 2012, p. 1517 - 1524. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0022-1910.

TYLLER, R. 2013. *Význam, situace, šlechtění a pěstování luskovin*. [Online]. Šlechtitelské listy, podzim 2013. Družstvo vlastníků odrůd, Praha. [Citováno 20. 2. 2015]. Dostupné z WWW:<http://www.druvod.cz/files/aktuality/slecht_listy_podzim_2013.pdf>.

TYLLER, R., MACHÁČKOVÁ, I. et PACÁK, M. 1999. *Stručná metodika pěstování pícních druhů*. SELGEN, AGROSPOJ, Praha.

TYROLOVÁ, Y. 2012. *Certifikovaná metodika: Silážování hrachu*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-7403-103-8.

URBATZKA, P., GRAß, R., HAASE, T., SCHÜLER, C. et HEß, J. 2011. *Mischanbau von Wintererbsen und Winterraps zur Erhöhung der Ressourceneffizienz*. [Online]. Orgprints.cz [Citováno 18. 12. 2016]. Dostupné z WWW:<<http://orgprints.org/17366/>>.

URBATZKA, P., GRAß, R., HAASE, T., SCHÜLER, C. et HEß, J. 2012. *Influence of different sowing dates of winter pea genotypes on winter hardiness and productivity as either winter catch crop or seed legume*. *European Journal of Agronomy*. 40, 2012, p. 112 - 119. Elsevier, Amsterdam. ISSN 1161-030.

VAGSTAD, N. 2001. *Nutrient Losses from Agriculture in the Nordic and Baltic Countries: Measurements in Small Agricultural Catchments and National Agro-Environmental Statistics*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. ISBN 92-893-0713-7.

VETELÄINEN, M., HELGADÓTTIR, Á. et WEIBULL, J. 2006. *Climatic change and genetic resources in northern Europe*. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Rovaniemi. ISBN 978-92-9043-745-1.

VIMMER, A. 1913. *Seznam českého dvojkřídlého hmyzu. Entomologické příručky* 8. Česká společnost entomologická, Praha.

VOSÁHLOVÁ, V. *Sledování genotypů luskovin rodu Pisum s odlišnou rezistencí k biotickým a abiotickým faktorům*. Hradec Králové, 2015. Bakalářská práce. Katedra biologie, Fakulta přírodovědecká, Univerzita Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Vladimír Dvořák. 110 s.

VRZALOVÁ, J. 2009. *Co způsobí sucho za padesát let*. Časopis Úroda. 12, 2009. Profi Press, Praha. ISSN 0139-6013.

WALLEN, V. R., CUDDY, T. F. et GRAINGER, P. N. 1967. *Epidemiology and control of Ascochyta pinodes on field peas in Canada*. Canadian Journal of Plant Science. 47, 1967, p. 395 - 403. NRC Research Press, Ottawa. ISSN 0008-4220.

XUE, A. G. 2000. *Effect of seed-borne Mycosphaerella pinodes and seed treatments on emergence, foot rot severity, and yield of field pea*. Canadian Journal of Plant Pathology. 22, 2000, p. 248 - 253. Engineering Project Organization Society, Colorado. ISSN 0706-0661.

YORDANOV, I., GEORGIEVA, K., TSONEV, T. S. et VELIKOVA, V. 1996. *Effect of cold hardening on some photosynthetic characteristics of pea (Pisum sativum L., cv. Ran 1) plants*. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 22, 1996, p. 13 - 21. Bulgarian Academy of Sciences, Sofia. ISSN 1310-4586.

ZHANG, J. X., FERNANDO, W. G. D. et XUE, A. G. 2003. *Virulence and genetic variability among isolates of Mycosphaerella pinodes*. Plant Disease. 87, 2003, p. 1376 - 1383. The American Phytopathological Society, St. Paul. ISSN 0191-2917.

9 PŘÍLOHY

9.1 Seznam obrázků, grafů, tabulek, map a jejich zdrojů

Tab. č. 1:

SHAFIQ, S., MATHER, D. E., AHMAD, M., PAULL, J. G. 2012. *Variation in tolerance to radiant frost at reproductive stages in field pea germplasm*. Euphytica. 186, 2012, p. 831 - 845. Springer, New York City. ISSN 0014-2336.

Obr. č. 1:

DOSTÁLOVÁ, R. 2017a. *Šlechtění rostlin na rezistenci vůči biotickým a abiotickým faktorům: Komplex virových chorob hrachu*. [Online]. Mendelu.cz [Citováno 2. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1863&typ=html>.

Obr. č. 2:

DOSTÁLOVÁ, R. 2017b. *Šlechtění rostlin na rezistenci vůči biotickým a abiotickým faktorům: Padlí hrachu (Erysiphe pisi)*. [Online]. Mendelu.cz [Citováno 3. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1861&typ=html>.

Obr. č. 3:

ROD, J. 2017. *Plíseň hrachová*. [Online]. Agromanual.cz [Citováno 3. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/plisen-hrachova>>.

Obr. č. 4:

KLUŠÁK, J. 2017. *Strupovitost (antraknóza) hrachu*. [Online]. Jikl.cz [Citováno 4. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.jikl.cz/luskoviny/1573-strupovitost-antraknoza-hrachu.html>>.

Obr. č. 5:

LIU, J., CAO, T., FENG, J., CHANG, K., HWANG, S., STRELKOV, S. E. 2013. *Characterization of the fungi associated with ascochyta blight of field pea in Alberta, Canada*. Crop Protection. 54, 2013, p. 55 - 64. Elsevier, Amsterdam. ISSN 0261-2194.

Obr. č. 8:

DOSTÁLOVÁ, R. 2017c. *Šlechtění rostlin na rezistenci vůči biotickým a abiotickým faktorům: Fuzáriové vadnutí*. [Online]. Mendelu.cz [Citováno 3. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1864&typ=html>.

Obr. č. 9:

CHEGG, 2017. *Question: Pisatin is a natural plant antibiotic from the swe...* [Online]. Chegg.com [Citováno 3. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/pisatin-natural-plant-antibiotic-sweet-pea-following-functional-groups-present-pisatin-1-a-q1403038>>.

Obr. č. 10:

POKORNÝ, Z. 2015. *Kyjatka hrachová*. [Online]. Chovzvirat.cz [Citováno 4. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.chovzvirat.cz/zvire/1374-kyjatka-hrachova/>>.

Obr. č. 11:

PRIRODAAZAHRAHA, 2017. *Jak na škůdce hrášku, fazolí a dalších luskovin*. [Online]. Zahradaapriroda.cz [Citováno 4. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.zahradaapriroda.cz/jak-na-skudce-hrasku-fazoli-a-dalsich-luskovin/>>.

Obr. č. 12:

ROD, J. 2017b. *Obaleč hrachový*. [Online]. Agromanual.cz [Citováno 4. 1. 2017]. Dostupné z WWW:<<http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/obalec-hrachovy/>>.

Mapa č. 1:

GEOPORTAL, 2015. *Mapy*. [Online]. Národní geoportál INSPIRE [Citováno 25. 4. 2015]. Dostupné z WWW:<<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>>.

Ostatní obrázky byly pořízeny autorem, také ostatní tabulky a grafy byly s použitím některých údajů ŠS Chlumeck nad Cidlinou zpracovány autorem.

9.2 Obrazová dokumentace sklizně 2016



Obr. č. 33: Autorka práce při kontrole odrůd hrachu před sklizní



Obr. č. 34: Mechanizovaná sklizeň za pomoci parcelní sklízecí mlátičky značky Wintersteiger classic



Obr. č. 35: Čištění hrachu autorkou práce od nečistot po sklizni



Obr. č. 36: Semena pelušky ozimé odrůdy ARKTA po sklizni



Obr. č. 37: Semena novošlechtění pelušky ozimé PO 1 po sklizni



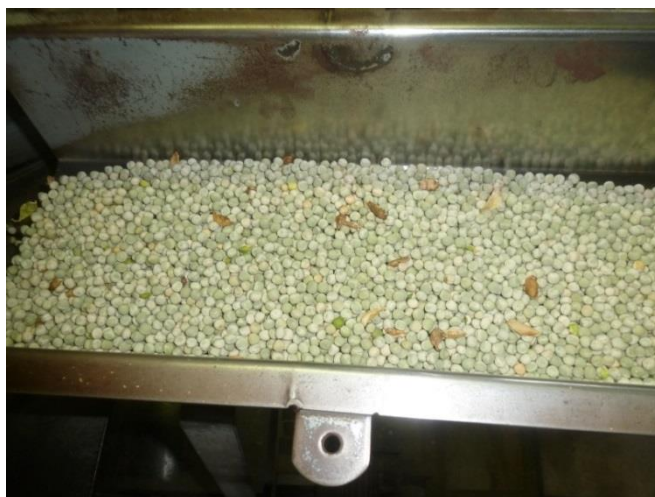
Obr. č. 38: Sklizená semena pelušky ozimé PO 10



Obr. č. 39: Čištění české odrůdy hrachu jarního HJČ 6



Obr. č. 40: Čištění české odrůdy hrachu jarního HJČ 7



Obr. č. 41: Čištění německé odrůdy hrachu jarního HJN 1

9.3 Obrazová dokumentace chorob hrachu setého v polních podmínkách



Obr. č. 42: Příznaky komplexu kořenových chorob u novošlechtění pelušky ozimé PO 1 dne 18. 5. 2016



Obr. č. 43: Rostliny napadené komplexem kořenových chorob novošlechtění pelušky ozimé PO 10 (3. opakování) po zimě dne 18. 3. 2016



Obr. č. 44: Zdravé rostliny novošlechtění pelušky ozimé PO 1 (1. Opakování) po zimě dne 18. 3. 2016

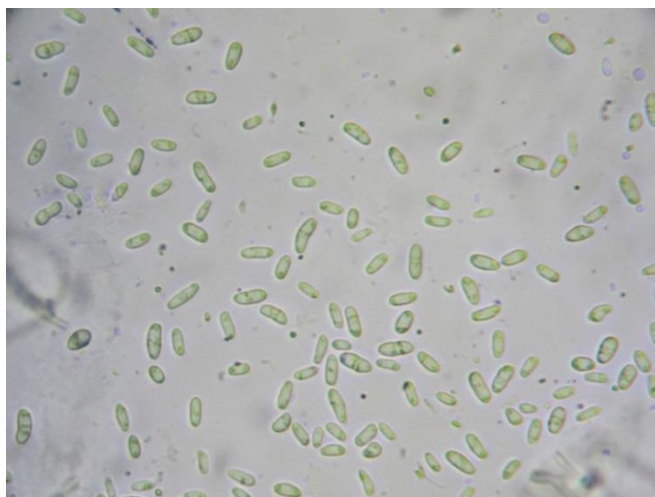
9.4 Obrazová dokumentace z mikroskopického hodnocení hub v Šumperku



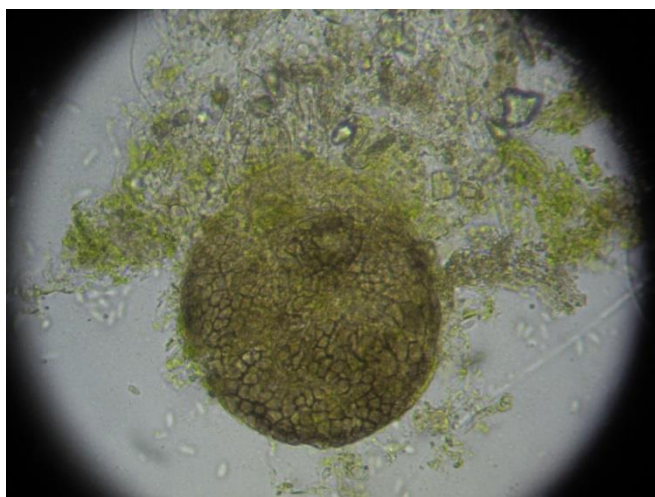
Obr. č. 45: Sledování spor a houbového mycelia *Rizioctonia solani* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 46: Sledování spor a houbového mycelia *Pythium* sp. při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 47: Sledování spor *Phoma pinodella* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 48: Sledování pyknida (duté plodnice) *Phoma pinodella* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. 49: Sledování spor a houbového mycelia *Fusaria solani* a *Cylindrocarpon destructans* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 50: Sledování makrokonidií a mikrokonidií *Fusaria solani* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 51: Sledování konidiofor *Fusaria oxysporum* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 52: Sledování spor a houbového mycelia *Fusaria oxysporum* při zvětšení mikroskopu 450krát



Obr. č. 53: Sledování spor a houbového mycelia *Fusaria equiseti* při zvětšení mikroskopu 450krát

9.5 Obrazová dokumentace ze sledování mrazuvzdornosti pelušky ozimé v řízených podmínkách



Obr. č. 54: Naklíčená semena pelušky ozimé odrůdy ARKTA připravená na setí dne 15. 10. 2016



Obr. č. 55: Setí pelušky ozimé odrůdy ARKTA autorkou dne 15. 10. 2016



Obr. č. 56: Setí pelušky ozimé odrůdy ARKTA pomocí pinzety



Obr. č. 57: Vložení plastových květináčů s peluškou ozimou odrůdy ARKTA do mrazáku



Obr. č. 58: Platové květináče v mrazáku po vyjmutí prvních pěti opakování za 6 h od jejich vložení do mrazáku



Obr. č. 59: Platové květináče v mrazáku po vyjmutí dalších pěti opakování za 10 h od jejich vložení do mrazáku



Obr. č. 60: Platové květináče v mrazáku po vyjmutí dalších pěti opakování za 14 h od jejich vložení do mrazáku

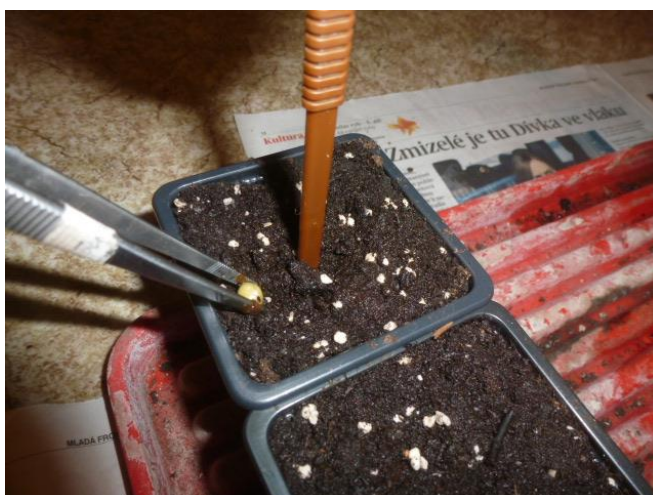


Obr. č. 61: Vyjmuté plastové květináče s peluškou ozimou z mrazáku

9.6 Obrazová dokumentace sledování vlivu sucha pelušky ozimé v řízených podmínkách



Obr. č. 62: Naklíčená semena pelušky ozimé odrůdy ARKTA připravená k setí



Obr. č. 63: Setí pelušky ozimé (odrůda ARKTA) dne 18. 11. 2016, sledování vlivu sucha



Obr. č. 64: Zasetá semena pelušky ozimé odrůdy ARKTA



Obr. č. 65: Klíčení rostlin za podmínky velké sucho dne 6. 12. 2016



Obr. 66: Klíčení rostlin za podmínky kontrola dne 6. 12. 2016

9.7 Hodnocení pelušky ozimé v letech 2015 až 2016

Tab. č. 14: Vlastnosti jednotlivých genotypů pelušky ozimé v letech 2015 až 2016

Peluška ozimá 2015/2016																				
číslo a označení	stav po vzejtí 19.11.2016	stav po zimě 26.4.2016	poléhání před kvetením 22.5.2016	počátek kvetení	konec kvetení	délka rostliny po odkvětu (cm) 10.6.2016	poléhání před sklizní 11.7.2016	poléhání před sklizní Tukey test	komplex kořenových chorob 2.4.2016	komplex kořenových chorob - Tukey test	komplex viróz 1.6.2016	komplex viróz - Tukey test	plíseň hrachu - Peronospora pisii 24.6.2016	plíseň hrachu - Peronospora pisii - Tukey test	plíseň šedá - Botrytis cinerea 24.6.2016	plíseň šedá - Botrytis cinerea - Tukey test	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti - Tukey test	relativní výnos v %	HTS/g
1 K	8	5	6	25.5.2016	10.6.2016	154	3		5		7		5		8		3,5			
	8	5	6	25.5.2016	10.6.2016	152	3		5		7		5		7		3,7			
	8	5	6	25.5.2016	10.6.2016	150	4		4		7		5		7		3,4			
	8	4	6	25.5.2016	10.6.2016	152	3		4		7		5		7		3,8			
průměr	8,0	4,8	6,0	25.5.2016	10.6.2016	152	3,3	a	4,5	b	7,0	a	5,0	a	7,3	a	3,6	c	99,4	120,0
2 PO 1	9	7	7	26.5.2016	10.6.2016	148	3		7		7		5		7		3,9			
	8	8	6	26.5.2016	10.6.2016	146	3		6		7		6		7		4,1			
	7	8	6	26.5.2016	10.6.2016	148	3		7		7		6		8		4,1			
	8	7	7	26.5.2016	10.6.2016	150	4		6		7		5		8		3,8			
průměr	8,0	7,5	6,5	26.5.2016	10.6.2016	148	3,3	a	6,5	a	7,0	a	5,5	a	7,5	a	4,0	b	111,7	121,0
3 PO 10	9	4	7	24.5.2016	10.6.2016	152	4		6		7		5		6		3,1			
	9	4	6	24.5.2016	10.6.2016	156	4		5		7		5		7		3,4			
	8	5	7	24.5.2016	10.6.2016	153	3		5		7		5		7		3,2			
	8	5	7	24.5.2016	10.6.2016	155	4		5		7		6		6		3,3			
průměr	8,5	4,5	6,8	24.5.2016	10.6.2016	154	3,8	a	5,3	b	7,0	a	5,3	a	6,5	a	3,3	a	90,3	125,0

Vysvětlivky:

Stupnice 9 – 1 – použita u stavu po vzejtí, stavu po zimě, poléhání, chorob, kde 9 = nejlepší, 1 = nejhorší; číslo a označení – pořadové číslo odrůdy nebo novošlechtění a označení k identifikaci odrůdy nebo novošlechtění; PO 1 a 10 – peluška ozimá – novošlechtění; K – kontrola (peluška ozimá, odrůda ARKTA); délka rostliny po odkvětu (cm) – průměr ze 4 měření v každém opakování; relativní výnos v % – procentuální vyjádření výnosu zrna zjišťované u průměru ze 4 opakování (vztaheno k průměru všech odrůd); HTS v g – hmotnost tisíce semen v g; Tukey test – metoda mnohonásobného porovnávání (použita u chorob, poléhání a výnosu zrna).

9.8 Hodnocení hrachu jarního v roce 2016

Tab. č. 15: Vlastnosti jednotlivých odrůd hrachu jarního v roce 2016

Hrách jarní 2016														
číslo a označení	opakování	stav po vzejití 13.5.2016	stav před květem 26.5.2016	počátek kvetení	konec kvetení	délka rostliny po odkvětu (cm) 28.6.16	choroby - Fusarium 24.6.2016	choroby - Fusarium - Tukey test	poléhání před sklizní 13.7.2016	poléhání před sklizní -Tukey test	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti	výnos zrna (t/ha) při 14% vlhkosti - Tukey test	relativní výnos v %	HTS v g
1 HJH 1	1	8	8	3.6.2016	10.6.2016	50	6		9		3,80			
	2	8	8	3.6.2016	10.6.2016	50	6		9		3,45			
	3	8	8	3.6.2016	10.6.2016	53	6		9		3,45			
průměr		8,0	8,0			51	6,0 d		9,0 a		3,57 e		79,3	273
2 HJČ 3	1	9	9	3.6.2016	10.6.2016	75	8		9		4,61			
	2	9	9	3.6.2016	10.6.2016	75	8		9		4,58			
	3	9	9	3.6.2016	10.6.2016	77	8		9		4,44			
průměr		9,0	9,0			76	8,0 b		9,0 a		4,54 abcd		100,9	283
3 HJH 2	1	9	9	2.6.2016	12.6.2016	75	8		9		4,51			
	2	9	9	2.6.2016	12.6.2016	76	8		9		4,27			
	3	9	9	2.6.2016	12.6.2016	80	8		8		4,55			
průměr		9,0	9,0			77	8,0 b		8,7 a		4,44 abcd		98,7	246
4 HJN 1	1	8	8	2.6.2016	10.6.2016	70	7		9		4,24			
	2	8	8	2.6.2016	10.6.2016	70	7		9		3,94			
	3	8	8	2.6.2016	10.6.2016	70	7		9		4,23			
průměr		8,0	8,0			70	7,0 c		9,0 a		4,14 d		92,0	240
5 HJČ 4	1	9	9	4.6.2016	13.6.2016	86	8		7		4,87			
	2	9	9	4.6.2016	13.6.2016	85	8		7		4,82			
	3	9	9	4.6.2016	13.6.2016	90	8		7		5,27			
průměr		9,0	9,0			87	8,0 b		7,0 c		4,99 a		110,9	254
6 HJČ 5	1	9	9	3.6.2016	13.6.2016	86	8		9		5,00			
	2	9	9	3.6.2016	13.6.2016	85	8		9		5,12			
	3	9	9	3.6.2016	13.6.2016	85	8		9		4,67			
průměr		9,0	9,0			85	8,0 b		9,0 a		4,93 a		109,6	240
7 HJF 1	1	8	8	31.5.2016	9.6.2016	65	7		9		4,96			
	2	9	8	31.5.2016	9.6.2016	66	7		9		4,52			
	3	8	8	31.5.2016	9.6.2016	65	7		9		4,78			
průměr		8,3	8,0			65	7,0 c		9,0 a		4,75 ab		105,6	251
8 HJF 2	1	8	8	2.6.2016	10.6.2016	65	7		9		4,17			
	2	8	8	2.6.2016	10.6.2016	65	7		9		3,99			
	3	8	8	2.6.2016	10.6.2016	68	7		9		4,28			
průměr		8,0	8,0			66	7,0 c		9,0 a		4,15 cd		92,2	246
9 HJČ 6	1	8	9	3.6.2016	10.6.2016	75	9		9		4,74			
	2	8	9	3.6.2016	10.6.2016	76	9		9		4,74			
	3	9	9	3.6.2016	10.6.2016	80	9		8		4,99			
průměr		8,3	9,0			77	9,0 a		8,7 b		4,82 a		107,1	271
10 HJF 3	1	9	9	3.6.2016	10.6.2016	70	8		8		4,39			
	2	9	9	3.6.2016	10.6.2016	70	8		8		4,32			
	3	9	9	3.6.2016	10.6.2016	66	8		8		4,05			
průměr		9,0	9,0			69	8,0 b		8,0 b		4,25 bcd		94,4	259
11 HJČ 7	1	9	9	1.6.2016	10.6.2016	68	7		9		4,74			
	2	8	9	1.6.2016	10.6.2016	66	7		9		4,49			
	3	9	9	1.6.2016	10.6.2016	67	7		9		4,86			
průměr		8,7	9,0			67	7,0 c		9,0 a		4,70 abcd		104,4	248
12 HJČ 8	1	9	9	3.6.2016	11.6.2016	70	8		9		5,01			
	2	9	9	3.6.2016	11.6.2016	70	8		9		4,55			
	3	9	9	3.6.2016	11.6.2016	66	8		9		4,56			
průměr		9,0	9,0			69	8,0 b		9,0 a		4,71 abcd		104,7	228

Vysvětlivky:

Stupnice 9 – 1 – použita u stavu po vzejití, stav před květem, chorob, poléhání před sklizní, kde 9 = nejlepší, 1 = nejhorší; **číslo a označení** - pořadové číslo odrůdy a označení k identifikaci odrůdy; **HJČ 3 – 8** – hrách jarní – česká odrůda (vyšlechtěno v ŠS SELGEN); **HJH 1 – 2** – hrách jarní – holandská odrůda; **HJN 1** – hrách jarní – německá odrůda; **HJF 1 – 3** – hrách jarní – francouzská odrůda; **délka rostliny po odkvětu (cm)** - průměr ze 4 měření v každém opakování; **relativní výnos v %** - procentuální vyjádření výnosu zrna zjišťované u průměru ze 4 opakování (vztaženo k průměru všech odrůd); **HTS v g** – hmotnost tisíce semen v g; **Tukey test** - metoda mnohonásobného porovnávání (použita u chorob, poléhání a výnosu zrna).

9.9 Klíčení pelušky ozimé po působení mrazu v řízených podmínkách

Tab. č. 16: Záznam průběhu klíčení rostlin pelušky u všech variant a opakování délky trvání mrazu

	17.10.2016	18.10.2016	19.10.2016	20.10.2016	21.10.2016	22.10.2016	23.10.2016	24.10.2016	25.10.2016	26.10.2016	27.10.2016	28.10.2016	29.10.2016	30.10.2016	31.10.2016	1.11.2016	2.11.2016	3.11.2016	4.11.2016	5.11.2016	6.11.2016	7.11.2016	8.11.2016	
1/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
1/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10
1/3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	7	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1/4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9
1/5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	8	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10
2/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2/3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
K2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
K3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
K4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
K5	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Vysvětlivky:

17.10.2016 - den odvytažení posledních rostlin z mrazáku; 23.10.2016 - den vzejití první rostliny všech variant; 6.11.2016 - den vzejití poslední rostliny všech variant; 8.11.2016 - den ukončení pozorování;
1/1 - 1/5 - varianta s trváním mrazu -22 °C po dobu 6 h; 2/1 - 2/5 - varianta s trváním mrazu -22 °C po dobu 10 h; 3/1 - 3/5 - varianta s trváním mrazu -22 °C po dobu 14 h; 4/1 - 4/5 - varianta s trváním mrazu -22 °C po dobu 24 h;
K1 - K5 - varianta s bez působení mrazu = kontrola; čísla představují počet vzejitých rostlin v daný den.

9.10 Klíčení pelušky ozimé při různých vlhkostních podmínkách

Tab. č. 17: Záznam průběhu klíčení rostlin pelušky u všech vlhkostních variant a opakování

	19.11.2016	20.11.2016	21.11.2016	22.11.2016	23.11.2016	24.11.2016	25.11.2016	26.11.2016	27.11.2016	28.11.2016	29.11.2016	30.11.2016	1.12.2016	2.12.2016	3.12.2016	4.12.2016	5.12.2016	6.12.2016	
1/1	0	0	0	0	0	0	8	12	12	13	13	13	13	13	15	15	15	15	15
1/2	0	0	0	0	0	1	7	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/3	0	0	0	0	0	0	10	13	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1/4	0	0	0	0	0	0	8	10	10	10	11	11	11	13	13	13	14	14	14
1/5	0	0	0	0	0	2	7	11	12	13	13	13	13	15	15	15	15	15	15
2/1	0	0	0	0	0	0	1	2	7	8	9	9	9	9	9	12	12	12	12
2/2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	7	7	7	7	8	8	8	8
2/3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	6	8	8	8	8	8	8	8	8
2/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4
2/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7
K1	0	0	0	0	0	3	8	11	12	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15
K2	0	0	0	0	0	3	11	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
K3	0	0	0	0	0	2	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
K4	0	0	0	0	0	4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
K5	0	0	0	0	0	1	11	12	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15

Vysvětlivky:

19.11.2016 - 1 den od setí všech rostlin; 23.11.2016 - den vzejití prvních rostlin všech variant; 4.12.2016 - den vzejití poslední rostliny všech variant; 6.12.2016 - den ukončení pozorování;

1/1 - 1/5 - varianta sucho; 2/1 - 2/5 - varianta velké sucho; K 1 - K 5 - kontrola; čísla představují počet vzejitých rostlin v daný den.

9.11 Meteorologické záznamy v období září 2015 až srpen 2016

Tab. č. 18: Meteorologické záznamy z místa Chlumeck nad Cidlinou

Meteorologické záznamy

Místo zjišťování: Chlumeck nad Cidlinou

Měsíc a rok	Datum	Teplota				Srážky				Měsíční 40-letý	
		Průměrná denní teplota v dekadě v měsíci	Absolutní přízemní		Počet dní s přízemním mrazikem	Součet srážek v mm	Počet dní se srážkami				
			maximum	minimum			do 5 mm	nad 5 mm	Teplotní normál ve °C	Srážkový normál v mm	
Září 2015	1 - 10	15,6	33,2	6,9	0	6,6	3	0			
	11 - 20	17	31,1	10,1	0	1,4	2	0			
	21 - 30	13,22	20,3	6,3	0	0	0	0			
	1 - 30	15,27			0	8	5	0	14,1	51,3	
Říjen 2015	1 - 10	12,7	21,3	2,2	0	6	0	1			
	11 - 20	7,42	12,8	1,4	0	34,8	1	3			
	21 - 31	10,27	15,7	1,7	0	0	0	0			
	1 - 31	10,13			0	40,8	1	4	9,1	41,7	
Listopad 2015	1 - 10	7,58	17,4	-2,2	3	4,2	3	0			
	11 - 20	10,2	15,6	4,3	0	46,4	5	3			
	21 - 30	2,16	10,4	-3,5	6	25,8	2	2			
	1 - 30	6,65			9	76,4	10	5	3,8	46,6	
Prosinec 2015	1 - 10	5,02	10,2	-0,9	3	8,8	4	0			
	11 - 20	4,41	9,4	-1,3	2	16,4	5	1			
	21 - 30	5,39	13,8	-3,8	2	2,4	2	0			
	1 - 30	4,94			7	27,6	11	1	-0,1	46,5	
Leden 2016	1 - 10	-1,62	4,7	-9,7	9	4,6	1	0			
	11 - 20	-1,2	6,3	-11,8	7	5,2	2	0			
	21 - 31	2,55	12,2	-12,4	5	1	2	0			
	1 - 31	-0,09			21	10,8	5	0	-1,5	37,8	
Únor 2016	1 - 10	6,45	13,2	1,3	0	5,8	4	0			
	11 - 20	4,11	12,7	-0,2	1	3,6	3	0			
	21 - 28	4,29	14,3	-2,8	3	16,4	2	1			
	1 - 28	4,95			4	25,8	9	1	0,2	33,7	
Březen 2016	1 - 10	3,33	9,4	-1,4	3	14,8	6	1			
	11 - 20	4,28	13,4	-1,4	3	1,8	1	0			
	21 - 31	7,47	16,8	-0,1	1	6,6	5	0			
	1 - 31	5,03			7	23,2	12	1	3,9	40,9	
Duben 2016	1 - 10	10,53	26,2	-0,8	1	26,2	3	1			
	11 - 20	10,1	18,9	2,4	0	2,8	5	0			
	21 - 30	7	19,8	-0,9	2	6,2	4	0			
	1 - 30	9,21			3	35,2	12	1	8,7	39,8	
Květen 2016	1 - 10	13,37	24	4,7	0	30	1	1			
	11 - 20	13,23	23,6	3,9	0	2,8	3	0			
	21 - 31	18,37	28,8	10,1	0	32,4	1	1			
	1 - 31	14,99			0	65,2	5	2	13,5	67,7	
Červen 2016	1 - 10	18,1	26,9	9,8	0	4,8	2	0			
	11 - 20	16,9	27,2	10,7	0	23,4	5	1			
	21 - 30	21	34,2	12,2	0	8	3	0			
	1 - 30	18,67			0	36,2	10	1	16,6	73,8	
Červenec 2016	1 - 10	19,2	32,2	9,7	0	5,2	3	0			
	11 - 20	19,3	35,8	10	0	67,8	2	3			
	21 - 31	21,6	30,7	14,7	0	26	6	1			
	1 - 31	20,03			0	99	11	4	18,2	86,5	
Srpen 2016	1 - 10	18,82	32,3	9,7	0	4,6	3	0			
	11 - 20	17,56	30	7,8	0	1,6	2	0			
	21 - 31	19,66	32,4	8,2	0	7,8	0	1			
	1 - 31	18,68			0	14	5	1	17,8	75,3	

Vysvětlivky:

Měsíční 40-letý - Čtyřicetiletý průměr vyjadřuje průměrný měsíční teplotní nebo srážkový normál počítaný ze všech údajů naměřených za 40 let.

9.12 Souhlas se zveřejněním údajů ŠS Chlumeck nad Cidlinou



SELGEN a. s. Šlechtitelská stanice CHLUMEC NAD CIDLINOU
Plant Breeding Station
503 51 CHLUMEC NAD CIDLINOU
ČESKÁ REPUBLIKA/THE CZECH REPUBLIC

Veronika Vosáhlová
Univerzita Hradec Králové

Věc/RE: Souhlas se zveřejněním údajů.

Selgen, a.s. souhlasí se zveřejňováním údajů odrůdy pelušky ozimé ARKTA, údajů o novošlechtění pelušky ozimé v letech 2015 – 2016, o hrachu jarním v roce 2016, získaných ze ŠS Chlumeck nad Cidlinou. Souhlasíme s uveřejňováním meteorologických údajů, dále údajů o stanovišti, které byly získány na pozorovacím stanovišti ŠS Chlumeck nad Cidlinou. Také souhlasíme se zveřejňováním dalších údajů, které se vztahují k výše zmíněným genotypům.

V Chlumci nad Cidlinou dne: 2.5.2017

Ing. Vladimír Tyllér
vedoucí šlechtitelské stanice
Selgen, a.s.
ŠS Chlumeck nad Cidlinou

SELGEN a. s.
Šlechtitelská stanice (1)
503 51 Chlumeck nad Cidlinou
IČO: 471 16 089 DIČ: CZ - 471 16 089

TELEFON
495484301

BANKOVNÍ SPOLNÍ
Kom. banka Praha 7
č. a. 10009-071/0100

DIČ
CZ-47116089

IČO
47116089

FAX
495486030