

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta

Studijní program: Zemědělské inženýrství (Z17081)

Studijní obor: Zemědělské inženýrství-Prvovýroba

Katedra: Agroekosystémů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Vyhodnocení efektu vláčení na zaplevelenost,  
výnosové parametry a jakost pšenice špaldy

Influence of harrowing of wheat on weeds rate,  
yield parameters and quality of spelt.

Diplomová práce

**Bc. Jaroslav Beránek**

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav BERÁNEK**

Osobní číslo: **Z17081**

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Prvovýroba**

Název tématu: **Vyhodnocení efektu vláčení na zaplevelenost, výnosové parametry a jakost pšenice špaldy.**

Zadávající katedra: **Katedra agroekosystémů**

### Zásady pro vypracování:

**Cíl práce:** Vyhodnocení různé intenzity vláčení porostu pšenice špaldy na zaplevelenost porostu, hlavní parametry výnosu a vybrané znaky pekařské jakosti zrna.

**1. Úvod** - úvod do problematiky

**2. Literární přehled** - pšenice špalda v ekologickém zemědělství, možnosti ovlivnění jakosti v systému ekologického zemědělství, regulace plevelů, technologie vláčení porostů obilnin jako opatření v regulaci plevelů. Další pozitivní aspekty vláčení porostů obilnin.

**3. Metodický postup** - studium doporučené literatury a zpracování rešerše, kompilace jednotlivých zjištění do souhrnných tabulek. Sběr dat v rámci poloprovozního pokusu na ekologické farmě při různých intenzitách vláčení porostu (zaplevelenost porostu, zdravotní stav rostlin, poškození porostu po vláčení, hustota porostu, další parametry ve vztahu k výnosu). Po sklizni analýza výnosů a posklizňové rozbory produktivity klasu. Odběr vzorků zrna a analýza klasické pekařské jakosti a vyhodnocení ovlivnění reologických vlastností na přístroji Mixolab II.

**4. Výsledková část** - Vyhodnocení a interpretace dat z poloprovozního pokusu na ekologické farmě.

**5. Diskuze** - Srovnání výsledků s údaji dostupnými v literatuře

**6. Závěr** - Shrnutí výsledků

**7. Seznam citované literatury.**

Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)  
Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran včetně příloh  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

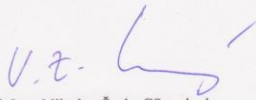
Seznam odborné literatury:

1. Šarapatka, B., a kol. Agroekologie - východiska pro trvalé zemědělské hospodaření. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc, 2010, 440 s.
2. Šarapatka, B., Urban, J. a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi, PRO-BIO, 502 s.
3. Konvalina, P. (Ed.) (2014): Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. JU v Č. Budějovicích.
4. Konvalina, P. (Ed.): Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. JU v Č. Budějovicích.
5. Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z., Káš, M., Janovská, D., Škeříková, A., Moudrý, J. (2012): Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství. VÚRV, v.v.i. v Praze, 40 s. (certifikovaná metodika)
6. Abdel-Aal, E., Wood, P. (Eds.) (2005): Speciality grains for food and feed. AACC, St. Paul, Minnesota, USA, 414 s.
7. Nařízení Rady (ES) č. 834/2007, Nařízení Komise (ES) č. 889/2008
8. Texty z databáze Organic Eprints: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)

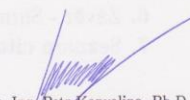
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.  
Katedra agroekosystémů

Datum zadání diplomové práce: 15. března 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2019

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1668, 370 05 Česká Budějovice

  
doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2018

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Bc. Jaroslav Beránek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych moc rád poděkoval panu doc. Ing. Petru Konvalinovi, Ph.D. za pomoc, odborné rady a trpělivost, kterou mi věnoval po celou dobu zpracování mé diplomové práce. Dále pak panu Josefu Šafářovi za pomoc a rady při práci na poloprovozních parcelách a v neposlední řadě paní Martině Zemanové za rady a pomoc v laboratoři.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá vláčením vzešlých porostů pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*) prutovými branami a jeho vlivem na četnost plevelů, na výnos a na kvalitativní parametry. V literárním přehledu jsou uvedeny obecné pěstitelské zásady pro pěstování pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*), které jsou používané v současné zemědělské praxi. Je zde popsána obecná problematika pěstování špaldy v režimu ekologického zemědělství a její udržitelnost včetně charakteristiky pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*) i jejich dostupných odrůd na území ČR a stručného popisu agrotechniky vhodné pro její pěstování. V práci jsou stručně popsány také druhy plevelů a možnosti snížení jejich četnosti v režimu ekologického zemědělství. V literárním přehledu jsou popsány i technologie vláčení porostů obilnin jako opatření k regulaci plevelů a další pozitivní aspekty vláčení porostů obilnin.

V praktické části byla shromážděována data z poloprovozního parcelového pokusu, kde byl stanoven vliv vláčení na četnost plevelů, vliv na odnožování pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*), na výšku rostlin a jejich kvalitativní parametry, které byly statisticky vyhodnoceny a porovnávány s výsledky v odborné literatuře.

V závěru diplomové práce bylo vzhledem k výsledkům vyhodnoceným v praktické části určeno, zda je vhodné provést zásah vláčení na porostech pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*), jeho počet, vliv na zaplevelení a také vliv na kvantitativní, tak i kvalitativní vlastnosti pšenice špaldy (*Triticum spelta L.*).

***Klíčová slova:*** vláčení obilovin, pšenice špalda, *Triticum spelta L.*, ekologické zemědělství, plevele

## ABSTRACT

The diploma thesis deals with harrowing of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) by the weeding harrows and its influence on weed frequency, yield and quality parameters of wheat. In the literature review there are described general cultivation principles for the growing of spelt (*Triticum spelta* L.) used in current agricultural practice. There is overview of the general principles of spelt wheat cultivation in the organic farming, available varieties in the Czech Republic and brief description of agricultural technology suitable for its cultivation. We also describe the types of weeds, their brief description and the possibility of reducing their frequency in the organic farming growing system. The literature review provides also information about the technology of harrowing cereal crops as a measure to control weeds and other positive aspects of harrowing on grain crops.

In the practical part, data from a field trial were collected, where the effect of harrowing on the weed frequency, the influence of harrowing on spelt wheat tillering and other parameters were statistically evaluated and compared with results in the literature.

At the end of the thesis, given the results evaluated in the practical part, it was determined whether it is appropriate to use harrowing as protection of spelt wheat (*Triticum spelta* L.), its number, influence on weed infestation and its influence on both the quantitative and qualitative properties of spelt wheat (*Triticum spelta* L.).

*Key words: harrowing, spelt wheat, Triticum spelta L., organic farming, weeds*

## Obsah

1. ÚVOD .....	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
2.1 Historie pěstování pšenice špaldy .....	11
2.2 Pěstování špaldy v režimu ekologického zemědělství .....	12
2.3 Charakteristika pšenice špaldy .....	12
2.3.1 Botanická charakteristika .....	12
2.4 Šlechtění špaldy a její dostupné odrůdy v ČR .....	13
2.4.1 Šlechtění špaldy .....	13
2.4.2 Dostupné odrůdy v ČR .....	13
2.5 Agrotechnika pěstování pšenice špaldy .....	15
2.5.1 Zařazení v osevním postupu .....	15
2.5.2 Výživa rostlin a hnojení .....	15
2.5.3 Zpracování půdy .....	16
2.5.4 Setí .....	16
2.5.5 Ošetřování během vegetace .....	17
2.5.6 Sklizeň a posklizňová úprava .....	17
2.6 Kvalita produkce zrna špaldy .....	18
2.7 Klasifikace polních plevelů .....	19
2.7.1 Jednoleté plevely .....	19
2.7.2 Dvouleté plevely .....	20
2.7.3 Vytrvalé plevely .....	20
2.8 Ekologický význam plevelů .....	21
2.9 Regulace plevelů v ekologickém zemědělství .....	21
2.9.1 Preventivní metody .....	22
2.9.2 Agrotechnická opatření .....	22
2.9.3 Přímá mechanická regulace .....	23
2.9 Vybrané plevelné druhy .....	26
2.9.1 Heřmánkovec nevonný .....	26
2.9.2 Hluchavka nachová .....	26
2.9.3 Kokoška pastuší tobolka .....	27
2.9.4 Penízek rolní .....	28
2.9.5 Pcháč rolní (oset) .....	28
2.9.6 Pýr plazivý .....	29
2.9.7 Rozrazil perský .....	30
2.9.8 Svízel přítula .....	30
2.9.9 Viola rolní .....	31



3. CÍL PRÁCE .....	32
4. METODIKA .....	32
4.1 Charakteristika poloprovozních parcel .....	32
4.1.1 Poloprovozní parcela Zvíkov .....	32
4.2 Parcelkové pokusy .....	33
4.2.1 Počet rostlin.....	33
4.2.2 Pozorování parcelkových pokusů .....	33
4.2.3 Měření SPAD čísla a obsahu chlorofylu.....	33
4.3.2 Vyhodnocení zaplevelenosti .....	34
4.3 Klasový rozbor .....	34
4.3.1 Klasový rozbor .....	34
4.3.2 Produktivita klasu .....	35
4.4 Laboratorní hodnocení .....	35
4.4.1 Mletí zrna .....	35
4.4.2 Stanovení mokrého lepku.....	36
4.4.3 Stanovený obsah bílkovin dle Kjeldahla.....	36
4.4.4 Pádové číslo .....	37
4.4.5 SDS test.....	38
4.4.6 Stanovení koncentrace mykotoxinů .....	38
4.4.7 Mixolab .....	39
5. Výsledky práce a diskuse .....	40
5.1 Vyhodnocení poloprovozního pokusu .....	40
5.1.1 Vyhodnocení analýzy Tukey HSD test .....	40
5.1.2 Vyhodnocení faktorů pomocí analýzy variance ANOVA .....	51
5.1.3 Výsledky korelačních analýz .....	59
6. Závěr .....	61
7. Přehled použité literatury a zdrojů .....	62

## 1. ÚVOD

Dnes je již pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) v České republice dobře známou plodinou, která se v současné době pěstuje na několika tisících hektarech, převážně v režimu ekologického zemědělství. Ne vždy se však pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) pěstovala na takovém množství orné půdy, jako je tomu dnes. Vždyť ještě v 90. letech minulého století neměli zemědělci k dispozici žádnou domácí odrůdu. Až v roce 2001 byla ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v.v.i. v Praze – Ruzyni vyšlechtěna a také registrována odrůda Rubiota.

Nejvyšší pěstitelské plochy zaujímala pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) v roce 2016, po kterém přišel propad o více než 1500 ha. Za tento propad mohlo především snížení výkupních cen, které byly spojené s přesycením trhu. Od té doby se však pěstitelské plochy každý rok navyšují a to hlavně díky tomu, že si ke špaldě našla cestu celá řada nových spotřebitelů. S tím, jak se zvyšuje zájem o „špaldové výrobky“, roste i jejich dostupnost a sortiment. Ze špaldových výrobků je dnes na trhu řada druhů pečiva, různé druhy těstovin, vločky, extrudované výrobky, kroupy, náhražka kávy, kořeninové přípravky a dokonce i pivo. Špalda je také spotřebiteli ceněna pro vysoký obsah bílkovin (14-19 %) a esenciálních aminokyselin.

Jedním z nejpálčivějších problémů při pěstování obilovin v režimu ekologického zemědělství je zaplevelenost pozemku, která může velmi výrazně ovlivnit jak výnos, tak i kvalitu sklizené plodiny. Vzhledem ke zvyšujícím se plochám obilovin pěstovaných v režimu ekologického zemědělství bude tento problém velice rychle narůstat, a proto je třeba zvýšit povědomí farmářů o specifikách použití agrotechniky k tlumení plevelů na orné půdě při pěstování obilovin takovým způsobem, aby byla zachována veškerá specifita ekologického způsobu hospodaření a jeho udržitelnosti.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Historie pěstování pšenice špaldy

Pšenici špaldu (*Triticum spelta* L.) pěstovali již staří Egyptané, Řekové i Římané. Do Evropy se dostala před 4000 lety při stěhování národů. Hospodářsky byla využívána pravděpodobně již v době bronzové (Moudrý, 2011). Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) je považována za starou kulturní evropskou pšenici, o čemž svědčí její archeologické nálezy v Evropě, které jsou dobře zdokumentovány. Špalda byla nalezena ve vykopávkách z mladší doby kamenné (2500-1700 př. n. l.) v Německu, Polsku a Dánsku (Körber-Grohne, 1989). Špalda se skládá ze dvou genetických typů: asijského a evropského. V minulosti byla špalda poměrně hojně rozšířena ve střední Evropě díky své otužilosti a schopnosti osvojit si živiny i na chudých půdách a poskytnout tak uspokojivý výnos (Feldman, 2001). Jako příměs v pšenici seté se též vyskytovala v Zakavkazí a Střední Asii (Vlasák, 1997). Ve střední Evropě byla špalda tradičně pěstována až do počátku 20. století, ale z důvodu slabé výnosové odezvy na hnojení především dusíkatými hnojivy a potřeby loupání před zpracováním docházelo postupně k omezování pěstování pšenice špaldy, kdy byla postupně nahrazována pšenicí setou. Po skončení druhé světové války se špalda již prakticky nepěstovala (Grausgruber-Konvalina, 2012). V Československu – České republice v letech 1918 až 1999 nebyla povolena žádná odrůda pšenice špaldy (Konvalina, 2012). Špalda si v Evropě stále udržuje svůj význam, zejména v drsnějších podmínkách alpské oblasti (Moudrý, 2011). V současné době je špalda v České republice pěstována na plochách čítajících tisíce hektarů (viz tabulka 1), především v systému ekologického zemědělství anebo low input (Grausgruber-Konvalina, 2012).

Tabulka 1: Vývoj pěstitelských ploch pšenice špaldy v ČR

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2158 ha	2347 ha	2246 ha	2058 ha	3262 ha	4525 ha	2782 ha
Zdroj: bioinstitut, (Ročenky ekologického zemědělství 2011-2017)						

## 2.2 Pěstování špalda v režimu ekologického zemědělství

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) je ukázkovým druhem pšenice, který je vhodný pro pěstování v režimu ekologického zemědělství. Je pro ni charakteristická mohutná a na obilniny i poměrně hluboko kořenící kořenová soustava (Konvalina, 2012). Špalda má díky prokořenění silnou schopnost osvojovat si živiny (Lacko-Bartošová, 2014). Ve srovnání s pšenicí setou je špalda mnohem méně náročná na podmínky stanoviště. Ovšem v době klíčení, vzcházení, sloupkování a nalévání zrna je méně odolná na nedostatek vláhy (Moudrý, 2011). Většina odrůd pšenice špaldy snese i extrémní vlhkostní podmínky (Grausgruber-Konvalina, 2012). Vzhledem k vyšší potřebě vláhy špalda hůře snáší půdy lehké a písčité, vhodnější pro její pěstování jsou půdy středně těžké až těžké (Moudrý, 2011). Při vzcházení se špalda příliš neliší od pšenice seté, oproti ní má rozprostřenější trs a užší a chloupkaté listy. Stéblo má duté, tenkostěnné a poměrně dlouhé (110-150 cm) (Michalová-Škeřík, 2002). Vzhledem k delšímu a tenkostěnnému stéblu je špalda poměrně náchylná k poléhání. To je nutno mít na paměti při používání vyšších dávek organických hnojiv (Šarapatka, 2006). Klas špaldy je tzv. „speltoidní“, u jednotlivých odrůd se vyskytuje jak krátce osinatý, tak převážně bezosinný (Konvalina, 2012). Klas špaldy je delší, ale řidší než u pšenice seté, s hnědou nebo bílou barvou (což je jeden z odrůdových znaků), při dozrání převážně převislý. Klásky jsou vstřícně uložené na lámavém klasovém větvení (Moudrý, 2011). V klásku je obvykle 3-5 kvítků, které vytváří 2-3 zrna. Obilky zůstávají obaleny pluchami uvnitř klásku (Konvalina, 2012).

## 2.3 Charakteristika pšenice špaldy

### 2.3.1 Botanická charakteristika

Z hlediska botanické charakteristiky vznikla pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) zřejmě křížením mnohoštětu Tauschova (*Aegilops tauschii* syn. *squarrosa* L.) s pšenicí dvouzrnkou (*Triticum dicocon* L.) (Moudrý, 2011). Jedná se o kulturní pluchatou hexaploidní pšenicí, která má 42 chromozomů. U špaldy se vyskytují jak jarní, tak i ozimé formy, ovšem v našich podmínkách se pro pěstování využívají téměř výhradně formy ozimé. Podle hypotézy, kterou prezentovali McFadden-Sears (1946), vznikla z pšenice špaldy vlivem několikanásobných mutací pšenice

fenotypově s nahým zrnem. Tuto hypotézu podporuje fakt, že se nenašel žádný předek domestikovaných hexaploidních pšenic. Krajské odrůdy špaldy se rozdělují na evropské a asijské, obě tyto skupiny mohou mít polyfyletický původ. Současné studie uvádějí, že špalda vznikla hybridizací nahé pšenice s tetraploidní dvouzrnkou (Konvalina, 2012).

## **2.4 Šlechtění špaldy a její dostupné odrůdy v ČR**

### **2.4.1 Šlechtění špaldy**

Se šlechtěním špaldy se započalo déle než u pšenice seté. Kolekce asi 2200 odrůd a jejich platných forem je soustředěna do několika míst. Nejrozsáhlejší kolekce se nachází v Braunschweigu, další rozsáhlá kolekce je také ve švýcarském ústavu rostlinné výroby v Curychu. Špalda se rovněž šlechtí v genové bance Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni (Prugar, 2008). V této genové bance je v kolekci 86 vzorků špaldy převážně ozimého charakteru a 18 vzorků špaldy jarní formy. Většina genetických zdrojů jsou původní krajské nebo staré šlechtěné odrůdy. Převažují genetické zdroje s původem v Německu, ČR (potažmo Československu) a Švýcarsku. Několik málo zdrojů je z Francie, Belgie či Rakouska a u cca 10 % zdrojů není původ znám (Konvalina, 2012). Hlavní šlechtitelské cíle směřují k odstranění nepříznivých vlastností pro pěstování, jako je zkrácení stébla, a ke zvýšení produktivity klasu při zachování specifických kvalitativních vlastností (Prugar, 2008).

### **2.4.2 Dostupné odrůdy v ČR**

Z pluchatých pšenic je největší množství odrůd a informací o nich právě u pšenice špaldy (Grausgruber-Konvalina, 2012). Z ozimých forem, které jsou jako jediné dostupné v dostatečné míře pro pěstování, je podle Konvaliny (2012) nejvhodnější volbou česká odrůda Rubiota. Rubiota byla registrována v roce 2001. Vznikla opakovanými individuálními výběry z německé špaldy Fuggers Babenhauser Zuchtw. Charakterizuje ji její antokyanové zbarvení koleoptyle a naopak velice slabé zbarvení oušek (Lacko-Bartošová, 2005). Zrno má červenohnědou barvu s HTS kolem 60 g a s podílem pluch z klásků kolem 25 %. Obsah bílkovin činil v pokusech výzkumného ústavu 19,44 % (Konvalina, 2012).

Prodeji odrůd pro běžnou zemědělskou praxi se v České republice nejvíce věnuje firma PRO-BIO, Saatbau-Linz a Saaten-Union. Kromě české špaldy Rubiota nabízí firma PRO-BIO ještě 4 švýcarské odrůdy.

Odrůda Alkor má dobrou stabilitu s vysokým výnosem zrna. Ceněná je hlavně díky dobré odolnosti k poléhání a na špaldu výborným pekařským vlastnostem, zejména silnému pekařskému lepku. Je menšího vzrůstu (cca 118 cm) se vzpřímenými klasy. Zrno má vysokou HTS, až 78 g (Katalog Bioosiv, 2018).

Druhou odrůdou, kterou PRO-BIO nabízí, je Samir. Je pěstována zejména pro její velmi vysokou pekařskou jakost. Porost Samiru je vyrovnaný, s vysokou odolností k poléhání a díky širokým listům má lepší konkurenční schopnost vůči plevelům. Odrůda má dobrou odolnost vůči porůstání zrna a fusáriím. Má nižší HTS, a to kolem 55 g (Katalog Bioosiv, 2018).

Odrůda Titan je varianta bílé špaldy s vyrovnanou pekařskou kvalitou a zároveň vysokým výnosem. Je vhodná na intenzivnější stanoviště. Má dobrou odolnost proti poléhání, rzím a plísním. S HTS 59 g se řadí někam do průměru (Katalog Bioosiv, 2018).

Poslední odrůdou nabízenou firmou PRO-BIO je spíše extenzivní odrůda Tauro. Není tolerantní k přehnojení dusíkem a snadno poléhá. Rostlina je vyšší, až 140 cm. Na chudších půdách je porost vyrovnaný. HTS má stejnou jako odrůda Titan (Katalog Bioosiv, 2018).

Firma Saatbau-Linz v dnešní době nabízí pouze jednu odrůdu špaldy, a to Ebners Rotkorn. Tato odrůda je opět vhodná spíše na extenzivní stanoviště. Díky své silné odnožovací schopnosti poměrně dobře konkuruje plevelům. Její nevýhoda v posledních letech je, že je náročnější na půdní vláhu (Saatbau-Linz, 2019).

Saaten-Union nabízí také pouze jednu odrůdu, a to Zollernspelz. Tato odrůda je na rozdíl od posledně zmíněných poměrně intenzivní. Má jak vysokou pekařskou kvalitu, tak vysoký výnos, a i její odolnost k poléhání je dobrá díky jejímu na špaldu nízkému vzrůstu. Pro pěstitele může být výhodou, že snáší i pozdnější setí. Nevýhodou této špaldy je slabší odnožování, a tím řidší porosty, což je nutné dohánět vyšším výsevkem zejména při pozdním setí (Saaten-Union, 2019).

Odrůdy jarních forem pšenice špaldy nejsou v současné době na trhu k dispozici, i když o jejich pěstování by byl ze strany farmářů zájem. Jarní špalda je šlechtěna např. v Polsku, kde se jedná o kmen jarní špaldy pod pracovním názvem

Wirtas (Grausgruber-Konvalina, 2012). Kmen byl testován v experimentech před registrací a v roce 2013 až 2014 u zkoušek potřebných pro registraci kultivaru v Polsku. V roce 2015 byla odrůda Wirtas umístěna na polský národní seznam odrůd zemědělských plodin (Wiwart, 2016).

## **2.5 Agrotechnika pěstování pšenice špaldy**

### **2.5.1 Zařazení v osevním postupu**

Do osevního sledu zařadíme pšenici špaldu podobně jako pšenici setou (Konvalina, 2008). Nejlépe špaldu zařazujeme po vojtěšce, jetelu, bobu nebo okopaninách, vhodný je také oves. Po leguminózách je vzhledem k náchylnosti k poléhání při přemíře dusíku vhodné sít špaldu jen na chudších půdách (Konvalina, 2012). Jako nevhodné předplodiny jsou veškeré ozimé obiloviny, zvláště pšenice setá, která navíc může nepříznivě působit na udržení čistoty druhu. Navíc je zde riziko šíření ozimých plevelů (Konvalina, 2008). Lze říci, že z hlediska zařazení do osevního postupu reaguje na předplodinu méně než pšenice setá (Konvalina, 2014). Špalda je také vhodná jako první plodina po rozorání louky či úhoru (Šarapatka, 2006). Hodnota špaldy jako předplodiny je poměrně nízká, ale i tak je lepší než v případě pšenice seté (Moudrý, 2011). Špalda podsevy snáší dobře, podobně jako žito. Při polehnutí špaldy mohou ale podsevy prorůst a ztížit tak sklizeň a přispět ke snížení výnosu (Konvalina, 2008).

### **2.5.2 Výživa rostlin a hnojení**

Špalda má poměrně dobrou schopnost osvojovat si živiny z půdy (Konvalina, 2012). Důležitá je úprava pH půdy vápněním, a to buď k předplodině, nebo po její sklizni. Špalda je velmi citlivá na přehnojení dusíkem a na toto reaguje vyšším polehnutím porostu (Konvalina, 2008). Vzhledem k pomalejšímu podzimnímu a časnému jarnímu vývoji jsou požadavky špaldy na dusík v této periodě vývoje nižší. Doporučují se regenerační dávky dusíku, a to buď ve formě kejdy (15-20 m<sup>3</sup>/ha), nebo jemně rozmetaného hnoje v dávce do 10 tun na hektar. Je nutné počítat s delší dobou uvolňování dusíku do přijatelné formy, a proto je třeba tuto operaci provést s předstihem (Moudrý, 2011).

Ekologický přístup k výživě rostlin je založen na hospodárném využití přírodních zdrojů živin. Opírá se především o statková hnojiva, zelené hnojení a o přírodně horninové zdroje fosforu, draslíku, hořčíku, vápníku a jílové zeminy (Lacko-Bartošová, 2005).

### 2.5.3 Zpracování půdy

Cílem zpracování půdy a předseťové přípravy je na předním místě omezení plevelů a regulace uvolňování živin při mineralizačních pochodech. Dále je cílem také zlepšení pórovitosti a tím i provzdušňování půdy a vodního režimu, který je důležitý pro správný rozvoj kořenové soustavy (Moudrý, 2007). Obecnou zásadou uplatňovanou v režimu ekologického zemědělství je, že se mělčeji orá a hlouběji se kypří (Konvalina, 2007). Prvním opatřením, které je třeba provést při zakládání porostů ozimých obilnin, je včasná podmítka, která je ideálně ošetřená válením nebo vláčením, což ovlivňuje hlavně stav půdy a počasí (Konvalina, 2007). Následuje seťová orba, která by měla být provedena alespoň 2-3, lépe však 4 týdny před samotným setím. Pod špaldu se orá na střední hloubku, tedy 120-150 mm (Zimolka, 2005). Špalda snese i hůře připravené hrudovité pozemky, není-li však ohrožen přísun vláhy. Proto je vhodnější mělčí zpracování půdy (Moudrý, 2011). Důležité je utužené seťové lůžko kvůli náročnosti na vláhu při klíčení a vzcházení. Pro špaldu jsou tedy vhodné spíše ulehlé, mělce zpracované půdy. Je vhodná minimalizace a povrchové kypření půdy (Konvalina, 2012).

### 2.5.4 Setí

Optimální termín setí špaldy je ve druhé polovině září, ale v krajním případě lze při zvýšeném výsevku bez problémů vysévat až do počátku listopadu (Konvalina, 2012). Vysévají se celé neloupané klásky, přičemž hrozí nebezpečí ucpání semenovodů a výsevních botek (Moudrý a Stražil., 1996). Z tohoto důvodu je vhodné k výsevu použít pneumatické secí stroje (Konvalina, 2012). Výsevek se pohybuje v příznivých podmínkách od 300 do 350 klíčivých obilek na m<sup>2</sup>, což odpovídá až 300 kg neloupaných klásků. V případě výsevu nahých obilek bude výsevek 180-200 kilogramů na hektar (Moudrý, 2011). Špalda se nejčastěji zakládá do obilných řádků 12,5 cm a seje se do hloubky 3-4 cm (Grausgruber-Konvalina, 2012).



### 2.5.5 Ošetřování během vegetace

Obdobně jako u ostatních obilovin je po zasetí za sucha vhodné válení rýhovanými válci, které podporují vzlínání vody k osivu náročnému na vláhu v době klíčení (Konvalina, 2008). Po zakořenění a tvorbě 3. listu je vhodné vláčení síťovými nebo prutovými bránami, které v této fázi ničí až 80 % plevelů. Ve fázi odnožování jejich účinnost rapidně klesá (Moudrý, 2011).

### 2.5.6 Sklizeň a posklizňová úprava

Špalda se pro produkci zrna sklízí v plné zralosti (Grausgruber – Konvalina, 2014). Naproti tomu Zimolka (c2005) uvádí, že vzhledem k lámavosti klasového větene je třeba zahájit sklizeň už na začátku plné zralosti. Pro sklizeň pšenice špaldy se využívá běžná sklízecí mlátička (Konvalina, 2014). Při sklizni se sníží otáčky bubnu, oddálí se mláticí koš a použijí se vhodná síta. V zájmu snížení ztrát je vhodné snížit otáčky přihaněče, nebo jej zcela vyřadit (Zimolka, c2005). Přitažením mláticího bubnu lze upravit stupeň rozlámání klasu až jeho částečné vyluštění (Šarapatka, 2006). Částečné vyluštění však není vhodné při sklizni osiva, protože vyloupaná špalda může vykazovat sníženou klíčivost v důsledku mechanického poškození zrna. Dle Neuerburga a Padela (1994) a Zimolky (c2005) se doporučuje spíše odpolední až večerní sklizeň.

Hrubý výnos v podmínkách ekologického zemědělství bývá v rozmezí 2,5 - 5,0 t na hektar s podílem pluch 32–37 % (Konvalina, 2010), ale Zimolka (c2005) uvádí, že hrubý výnos je 4,0 – 6,0 t na hektar s podílem pluch 30–45 %. Pro pšenici špaldu je charakteristická vyšší HTZ, která u mnoha odrůd přesahuje 50 g a v příznivých letech může dosáhnout i 60 g (Stehno, 2001). Neoloupaná a suchá špalda se dobře skladuje. Pluchy při skladování obilky dobře chrání (Konvalina, 2012).

Před potravinářským zpracováním je nejprve nutné klásky vyloupat (Konvalina, 2014). Špalda se loupe na nárazových třídících (Konvalina, 2012). Při plně mechanizovaném loupání můžeme počítat se ztrátami až 20 % zrn v důsledku jejich mechanického poškození. Z praktického hlediska bude činit vyloupané zrna přibližně 60 % hmotnosti sklizených klásků. Loupání je vhodné až těsně před samotným zpracováním. Nejprve se na sítěch vytrídí již vyloupaná zrna. K odstranění pluch ve zbývající části se používají speciální loupačky (Konvalina, 2014).

Kromě klasické sklizně za účelem produkce pro mlynářské zpracování se v některých zemích využívají i další produkty. Může se jednat například o produkci takzvaného zeleného zrna. Pro tento užitkový směr se špalda sklízí v mléčné až ranně voskové zralosti. Následně se dosouší horkým vzduchem, resp. se udí kouřem z dubového dřeva při 120 °C na vlhkost 12–14 % (Šarapatka, 2006). Během uzení dochází k mazovatění škrobu, karamelizaci a vzniku aromatických látek. Plevy a pluchy zachytí dehtové látky. Po sušení a ochlazení se špalda lépe loupe (Moudrý a Stražil, 1999).

## 2.6 Kvalita produkce zrna špaldy

Špalda je upřednostňována spotřebiteli hlavně pro její lepší dietetické vlastnosti (Lacko-Bartošová a kol., 2014). Známá je také svojí vysokou nutriční hodnotou, lehkou stravitelností a chutností. Zrno pšenice špaldy je charakteristické vysokým obsahem bílkovin. Ten se pohybuje v poměrně širokém rozmezí 13,5 – 19 % (Stehno, 2001). Vyšší obsah bílkovin je u špaldy zapříčiněn vyšším podílem bílkovin v aleuronové vrstvě (Lacko-Bartošová a kol., 2014). Složení bílkovin špaldy je podobné jako u pšenice seté, což způsobuje, že špaldové výrobky nesmí konzumovat lidé trpící celiakií (Lacko-Bartošová, 2005). Špalda má příznivé aminokyselinové složení s vyšším obsahem esenciálních aminokyselin než pšenice setá (Prugar, 2008). Špaldový lepek, kterého zrno špaldy obsahuje cca 30–48 %, je z pekařského hlediska poměrně kvalitní (Konvalina, 2012). Stejně jako u pšenice seté jsou i u pšenice špaldy nejvíce zastoupenou složkou sacharidy (60 %). Špalda má oproti pšenici seté nižší obsah jednoduchých cukrů (Lacko-Bartošová a kol., 2014). Struktura vlákniny u špaldy je jemná, velmi dobře snášená trávením, u kterého podporuje zejména zlepšením střevní peristaltiky (Konvalina, 2012). Celkový obsah vlákniny v zrně je přibližně 10–12 %. Z hlediska stravitelnosti je důležité rozlišovat rozpustnou a nerozpustnou vlákninu. Obsah nerozpustné vlákniny v zrně se pohybuje od 1,2 % do 3 % sušiny (Lacko-Bartošová a kol., 2014). Z minerálních látek, které zrno špaldy obsahuje, je vysoký obsah především Ca, P, K a stopová množství Zn (Stehno, 2001). Minerální látky se nejvíce nacházejí v aleuronové vrstvě z 55–60 %, dále pak v endospermu z 20–25 % a v zrně, klíčku a obalových vrstvách zrna jsou 2–4 %. Z celého množství minerálních látek, které zrno špaldy obsahuje, se do konzumní mouky dostane 75 % (Lacko-Bartošová a kol., 2014). Pro zlepšení

zdravotního hlediska při konzumaci špaldových výrobků se připisují pozitivní účinky na funkci imunitního systému a ceněná je také její lehká stravitelnost a pozitivní působení při léčení některých alergií (Michalová, 2000).

## 2.7 Klasifikace polních plevelů

V historii byly plevele klasifikovány dle různých kritérií, ať již podle výskytu na jednotlivých lokalitách (plevele polní, luční, lesní, vodní), nebo dle výskytu v plodinách (plevele okopanin, obilovin, luskovin, pícnin apod). Avšak jako nejlepší se jeví rozdělit plevele podle hlavních biologických vlastností, tedy podle délky života rostlin, způsobu rozmnožování, doby klíčení a vzcházení rostlin či hloubky zakořenění. Podle toho můžeme volit i vhodnou regulaci (Mikulka, 2005). Za plevel se považuje každá rostlina, která omezuje cíle a požadavky kulturní plodiny. Z ekologického hlediska jsou plevele divoce rostoucí rostliny, které se vyskytují ve společenstvu s kulturními rostlinami (Líška, 1995).

### 2.7.1 Jednoleté plevele

Zahrnují největší počet polních plevelů. Jsou to druhy, jež ukončí svůj růst a vývoj v průběhu jednoho vegetačního období. Některé jednoleté druhy vzešlé na podzim nebo v průběhu zimy dobře přezimují a ukončí svůj rozvoj v příštím roce na jaře nebo v létě. Takové plevele jsou označovány jako jednoleté efemerní (Kohout, 1997). Efemerní plevele mají velmi krátký životní cyklus. V tomto období využívají špatně zapojených nebo prořídilých porostů plodin, zejména zaplevelují ozimy a víceleté pícniny. Obecně nepatří mezi významné plevele především kvůli své krátké vegetační době a subtilnímu vzrůstu (Kazda, 2010).

Časně jarní jednoleté plevele začínají klíčit již při teplotách mírně nad 0 °C, ale jsou schopny vzcházet i později. Zaplevelují především jařiny, převážně obiloviny, okopaniny a zeleninu. Tyto plevele se dají velmi snadno potlačit již při předseťové přípravě nebo vláčením či plečkováním v průběhu vegetace (Mikulka, 2005).

Pozdně jarní plevele vzcházejí až při vyšších teplotách půdy, zpravidla kolem 10 °C. Vzcházejí tedy v době, kdy už jsou například porosty obilovin zapojené a nemohou jim tedy konkurovat. Naopak ale zaplevelují takové porosty, které

vzcházejí až později, např. brambory, cukrovou řepu či kukuřici. Plevelé jsou tlumeny mechanickými zásahy během vegetace, především plečkováním (Kohout, 1997).

Do skupiny jednoletých ozimých plevelů patří většina plevelů. Rostliny vzcházejí během léta nebo na podzim a do zimy vytvoří rostliny, které jsou v různé růstové fázi (Mikulka, 2005). Po přečkání chladových podmínek pokračují na jaře ve svém vývoji. Rostliny vytváří během vegetace plody či semena, která jsou schopna klíčit prakticky během celé vegetační sezóny, což jim umožňuje zaplevelovat veškeré druhy plodin (Kazda, 2010).

### 2.7.2 Dvouleté plevele

U dvouletých plevelů je hlavní způsob rozmnožování generativní, ale většina z těchto rostlin je schopna se množit i vegetativně (Mikulka, 2005). Rostlina v prvním roce života vyklíčí a vytvoří listovou růžici. Po přezimování rostlina vykvete, vytvoří semena a plody a odumírá. V jednoletých plodinách zpravidla nebývají významnými plevele, protože se v prvním roce vyskytují pouze ve formě listových růžic. Jejich škodlivost je hlavně ve víceletých pícevinách na orné půdě (Kazda, 2010).

### 2.7.3 Vytrvalé plevele

Jsou schopné se množit jak generativně, tak i vegetativně, ale rozmnožují se především pomocí vegetativních orgánů (Mikulka, 2005). Vytrvalé plevele zakořeňují v ornici do různé hloubky, což musíme zohlednit při následné regulaci (Babulicová, 2011). Z tohoto pohledu můžeme dále vytrvalé plevele dělit např. na mělce kořenící. Tyto rostliny mají ve svrchní vrstvě půdy uložen kořenový systém, ať se již jedná o šlahouny, oddenky, cibule či hlízy (Kazda, 2010). Vytrvalé a mělce kořenící plevele je možné poměrně úspěšně regulovat hlubokou orbou (Kohout, 1993). Oddenky nebo výběžky hluboko kořenících vytrvalých plevelů ovšem sahají až do podorničí, kde nejsou zasahovány zpracováním půdy (Mikulka, 2005).

## 2.8 Ekologický význam plevelů

V konvenčním zemědělství se poukazuje na negativní vlastnosti plevelů a na potřebu čistého nezapleveleného porostu. Ovšem z pohledu ekologického je nutno na plevele pohlížet komplexně, tedy i z hlediska jejich kladných vlastností a úkolů v ekosystému (Šarapatka, 2006). Vegetace těchto rostlin je obecně označována jako polní plevele (Kohout, 1997). Lze se však také setkat s termínem synantropní vegetace, což v překladu znamená „vegetace doprovázející člověka“. Pojem synantropní vegetace nezahrnuje pouze vegetace polních plevelů, ale také vegetaci jiných, člověkem vytvořených míst, např. skládky, cesty nebo staveniště (Šarapatka, 2010). Plevelé jsou nedílnou součástí přírodní fytoceózy a plní s ostatními autotrofně se vyživujícími druhy rostlin, včetně rostlin kulturních, funkci zeleně v krajině (Kohout, 1997). Je třeba si uvědomit, že pojem „plevel“ neoznačuje žádnou jasně stanovenou kategorii rostlin. Plevelem se může stát jakákoli rostlina, která se vyskytuje na stanovišti kulturní rostliny (Šarapatka, 2010). Možná i proto Šarapatka (2010) uvádí místo termínu „plevel“ termín „doprovodná rostlina“. Doprovodné rostliny se velkou měrou podílejí na vodohospodářské, půdoochranné či rekultivační funkci v krajině. Vztahy plevelů a kulturních rostlin mohou být za určitých podmínek synergické, nebo antagonistické (Kohout, 1997). Tyto vztahy vzájemného ovlivňování obou skupin rostlin nazval Grümmer (1955) jako alelopatické. Svou užitečnost v krajině dokazují plevele v období svého kvetení, kdy je celá řada těchto rostlin nektarodárných. Mnohé druhy jsou využívány jako léčivé byliny nebo už jen při jejich zaořávce poskytují cenný humusotvorný materiál (Kohout, 1997). Při organizování ochrany proti plevelům je proto dobré myslet i na ekologický význam plevelů (Šarapatka, 2006).

## 2.9 Regulace plevelů v ekologickém zemědělství

V systému ekologického zemědělství se neusiluje o porosty bez plevelů. Cílem regulace plevelů je jejich udržení pod prahem škodlivosti tak, aby jejich přítomnost sloužila spíše k podpoře než k redukci produkce (Lacko-Bartošová, 2005). Systém regulace spočívá v celé řadě přímých, ale hlavně preventivních metod (Kohout, 1997).

### 2.9.1 Preventivní metody

Preventivní metody se v ekologickém zemědělství považují za základní přístup k regulaci plevelů (Šarapatka, 2006). Tyto metody jsou z dlouhodobého hlediska neúčinnější a nejlevnější. Spočívají především v zabránění škodlivého přemnožení plevelných druhů samotným způsobem hospodaření (Kohout, 1997). Základním preventivním opatřením je sestavení pestrého a promyšleného osevního postupu. Střídání obilnin, krmných plodin, okopanin, jarních a ozimých plodin, ale i střídání raných a pozdních odrůd snižuje výskyt jednotlivých plevelných druhů (Lacko-Bartošová, 2005). Jednostranné zařazování stejných skupin plodin po sobě je významnou příčinou přemnožení určitých plevelů a toto přetěžování osevního postupu některou z plodin vede k celé řadě negativních projevů. Jedním z nejzávažnějších je složení a vývoj plevelných společenstev (Kohout, 1997). V osevních postupech by měly být zařazeny víceleté krmné plodiny, jako jsou vojtěšky, jeteloviny, jetelotrávy apod. Jejich odplevelující účinek spočívá v potlačení plevelů zastíněním a vícenásobným kosením (Lacko-Bartošová, 2005). Z hlediska odplevelení je také vhodné zařazování meziplodin, které mají nejen nezastupitelnou půdoochrannou funkci po sklizni hlavní plodiny, ale také svým rychlým růstem zastíní vzcházející plevele (Šarapatka, 2006). Tím oslabují víceleté a ničí jednoleté plevele. U meziplodin musíme dbát na to, aby nedozrála semena plevelů, tedy včas zaorat. Další preventivní metodou regulace plevelů je výběr odrůdy pěstované plodiny i kvalita a čistota osiva (Moudrý, 2011).

### 2.9.2 Agrotechnická opatření

Při regulaci zaplevelenosti v ekologickém zemědělství ještě více narůstá význam kvalitně a včas provedených agrotechnických opatření (Surovčík, 1998). Vlastní orba působí na plevele jak přímým účinkem hubení, tak i nepřímým účinkem, kdy podporuje klíčení a vzcházení semen, čímž způsobuje snižování půdní zásobenosti rozmnožovacích orgánů plevelů. Rostliny plevelů i posklizňové zbytky nejlépe zaorává radličný pluh (Šarapatka, 2006). Čím je orba hlubší, tím je spolehlivost zničení zaklopených plevelů vyšší (Kohout, 1997). Nejpriznivější dobou pro orbu je podzim, kdy se zničí plevele již vzešlé a plevele klíčící na jaře jsou zničeny následnou předseťovou přípravou. Pozdní jarní orba je lépe účinná proti vytrvalým plevelům (Šarapatka, 2006).

Předset'ová příprava půdy je velice účinný odplevelující zásah, neboť zasahuje rostlinky plevelů v jejich nejcitlivější růstové fázi, tzv. nitkování. V ekologickém zemědělství je vhodné volit dvojí přípravu půdy. Poprvé s cílem vyprovokovat klíčení plevelů, a po týdnů až dvou podruhé, kdy se zlikvidují vyklíčené rostliny (Šarapatka, 2010).

Termín setí patří mezi nejdůležitější agrotechnická opatření. Setím v agrotechnickém termínu se vytvářejí předpoklady pro dobré vzcházení, a tím i pro konkurenceschopnost vůči plevelům (Surovčík, 1998). Z hlediska výše výsevu je vhodné sít na horní hranici výsevu doporučeného šlechtitelem, a to z důvodu, že ekologické porosty v důsledku nižší nabídky dusíku v půdě méně odnožují, porost je tak řídký a poskytuje více životního prostoru plevelům (Šarapatka, 2006).

K zaplevelení pozemku může také dojít při sklizni sklízecími mlátičkami. Zvláště v případě obilnin se většina semen plevelů dostane na povrch půdy a stává se tak zdrojem dalšího zaplevelení (Štrobach, 2008). Ekologičtí zemědělci proto také někdy snižují otáčky ventilátoru sklízecí mlátičky, čímž dochází k méně dokonalému čištění a ve sklizeném zrně pak zůstává více semen plevelů (Šarapatka, 2006). K tomuto problému rovněž přispívá vysoké strniště, které po sklizni umožňuje dozrání zbytků plevelných rostlin, jež byly potlačeny v rozvoji zápojem porostu plodiny. Pro ekologické zemědělství je důležité ničit takto dozrávající plevele před dozráním co nejčasnější podmínkou (Kohout, 1997).

### 2.9.3 Přímá mechanická regulace

Mechanické metody představují promyšlený systém hubení plevelů plečkováním, vláčením a jinými kultivačními zásahy během vegetace a při zakládání porostů. Tyto kultivační zásahy mají i významný nepřímý účinek, například podporují rychlejší vzcházení plodiny, zapojení porostů a tím jejich konkurenční tlak (Kohout, 1993). Přímé zásahy na regulaci zaplevelenosti jsou v ekologickém zemědělství považované za poslední článek v celé soustavě (Lacko-Bartošová, 2005). Mechanická regulace plevelů znamená, že proti plevelům působíme mechanickou silou, např. vytrháváním a vyřezáváním (Moudrý, 2007). Každá kulturní plodina má určitou konkurenční schopnost. Ta je dána hlavně rychlostí jejího růstu a schopností rychle zakrýt a zastínit plochu. Nejvíce plevelů je vždy na prázdných místech. Konkurenční schopnost jednotlivých plodin je třeba znát a podle

výskytu plevelů navrhovat i systém opatření a počet opakování jednotlivých mechanických zásahů (Šarapatka, 2006).

Vláčení je nejdůležitější přímé opatření k regulaci plevelů. Brány mají největší plošný výkon a jejich použití je možné i na svažitých pozemcích (Šarapatka, 2010). K vláčení se v současné praxi používá několik typů bran. Hřebové brány, u nichž jsou k pevnému rámu upevněny hřeby o různém tvaru a délce a podle jejich parametrů se dělí na těžké, střední a lehké. Síťové brány jsou lehké brány netrámové konstrukce, jednotlivé hřeby jsou zde spojeny kloubově do podoby sítě. U radličkových bran je rám pevný a pracovní orgány mají tvar kypřících radliček. Nejpoužívanější jsou brány prutové, kde jsou k pevnému rámu připevněny pérové pružné pruty, které při pohybu kmitají (Šarapatka, 2006). Kvalita práce prutových a síťových bran závisí na celé řadě činitelů (Neururer, 1990). U vzdálenosti prutů jak Šarapatka (2006), tak i Lacko-Bartošová (2005) shodně uvádějí, že má být 25-40 mm, při menší vzdálenosti se totiž ucpávají. U délky prutů je lepší volit pruty delší, kolem 0,5 m, protože se lépe přizpůsobí povrchu půdy. U průměru jednotlivých prutů (používají se 6, 8 a 10 mm) platí, že čím lehčí půda, tím je vhodnější volit menší průměr (Lacko-Bartošová, 2005). Na kvalitu vláčení má také vliv směr jízdy. Při vláčení po řádcích je účinnost na odplevelení nižší než při směru jízdy napříč řádky (Surovčík, 1999). Ovšem Neururer (1990) uvádí poškození porostů obilovin při vláčení po řádcích 5 %, zatímco u vláčení napříč uvádí již 10% poškození porostu. Jak Šarapatka (2006), tak Kohout (1997) shodně uvádějí, že ideální pojezdová rychlost při vláčení je 7-8 km/hod. Čím je rychlost vyšší, tím je agresivnější práce bran, především síťových (Lacko-Bartošová, 2005). Účinnost vláčení ovlivňuje také druh půdy a půdní vlhkost. Na lehčích půdách a za sucha byly dosaženy lepší výsledky než na těžkých půdách a za vlhka (Kohout, 1997). Na půdách, kde je vytvořen půdní škraloup, není vláčení účinné (Lacko-Bartošová, 2005). Při takovém stavu půdy je vhodné vláčet v kombinaci s rýhovanými válci (Šarapatka, 2006). Vliv na odplevelující účinek vláčení má také růstová fáze plevelů, která nemá překročit fázi dvou pravých listů. Čím jsou plevele menší, tím je účinnost vláčení vyšší (Lacko-Bartošová, 2005).

První vláčení jako regulace plevelů se může provádět ještě před vzejitím zaseté plodiny, tzv. naslepo. Ideální termín tohoto zásahu je 24 hodin před objevením se plodiny na povrchu půdy. Správný termín je zároveň v době, kdy semena plevelů začala klíčit a jsou viditelné tenké bílé kořinky, tzv. nitkování (Lacko-Bartošová,



2005). Směr jízdy napříč řádky se může kvůli rychlému vzcházení obilí a velké závislosti na počasí praktikovat omezeně (Kohout, 1997). Od vzejití do fáze 3-4 pravých listů je většina kulturních rostlin velmi křehká a citlivá na mechanické poškození, takže po tuto dobu není možné vláčení použít (Šarapatka, 2006). Proto se vláčení ve vzešlém porostu poprvé provede nejdříve ve fázi 3-4 listů při směru vláčení po řádku. Pozdější nasazení bran, tedy mezi odnožováním a metáním, se doporučuje při výskytu plevelů se slabým kořenovým systémem (Kohout, 1997). Proti svízele lze použít prutové brány i v obilí o výšce až 60 cm. Svízele se ze vzrostlého obilí poměrně dobře „vyčese“, ovšem je zde zvýšené riziko polámání či vytrhání stébel obilí (Moudrý, 2011). Vzhledem k velkému množství vlivů na účinnost vláčení je třeba, aby nastavení bran a počet přejezdů bylo co možná nejvíce přizpůsobeno okolnostem (Kohout, 1997).

V ekologickém způsobu hospodaření se z přímých metod uplatňuje velmi dobře také plečkování. To slouží vedle regulace plevelů také ke kypření slehlé půdy (Šarapatka, 2006). Plečkování se nejvíce využívá pro redukci plevelů v širokořádkových plodinách (Lacko-Bartošová, 2005). Ovšem jak uvádí Šarapatka (2006), plečkování je vhodné provádět i v porostech obilovin, kde je ale nutné použít širší rozteč řádků.

Z přímých metod se do jisté míry uplatňuje také termická regulace. Toto opatření k regulaci plevelů lze použít především před vzejitím kulturní plodiny (Moudrý, 2011). Nicméně jak uvádí Šarapatka (2006), lze ho využít i po vzejití v určitých kulturách rostlin jako např. kukuřice nebo cibule.

Další metodou, která je využívána zvláště v zelinářských podnicích, je mulčování, kdy se nastele půda organickým materiálem do minimální výšky 3-5 cm, což redukuje fotosynteticky aktivní záření a tím pádem zabraňuje dalšímu růstu rostlin plevelů (Šarapatka, 2006).

Na závěr je třeba poznamenat, že mechanický boj proti plevelům v podmínkách ekologického zemědělství je jednou z možností, jak je eliminovat. V konvenčním zemědělství je tato metoda okrajová, ale i v tomto systému by bylo optimální její použití, což může vést k zmenšení chemizace výroby a ušetření nákladů za herbicidní ochranu (Surovčík, 1999).

## 2.9 Vybrané plevelné druhy

### 2.9.1 Heřmánkovec nevonný

Heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum L.*) je jednoletá ozimá rostlina patřící do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Patří mezi velmi významné a konkurenčně silné plevele (Mikulka, 2005). Má širokou stanovištní amplitudu, je rozšířen od nejnižších teplých oblastí až po horské podmínky. Problémem při jeho regulaci je jeho intenzivní regenerační schopnost, kdy je například schopen na strništi z 5cm zbytku dorůst během jednoho měsíce a vytvořit zralé plody – má tedy velmi krátkou vegetační dobu. Další komplikací je dlouhodobá klíčivost nažek v půdě, které jsou schopné klíčit 5–10 let (Kohout, 1993).

V půdě vytváří kulový, silně větvený kořen. Lodyha je přímá, méně poléhavá, 30-70 cm vysoká a v horní části větvená. Listy jsou střídavé, přízemní řapíkatě zúžené, horní jsou přisedlé, 2-3x peřenosečné s nitkovými úkrojky. Květenství je vrcholičnatě větvené, kvetoucí od června do listopadu. Počet vytvořených semen závisí na stanovišti, úrovni zásobenosti půdy živinami apod. (Mikulka, 2005). Jedna jediná rostlina dokáže vyprodukovat až 100 000 nažek, které zrají od léta do konce vegetace. Nažky jsou klíčivé ihned do dozrání. Heřmánkovec klíčí ve dvou vlnách, největší vlna vzcházení je od září do listopadu, druhá je v březnu a dubnu, ale pokud mají příhodné podmínky, jsou schopné vzcházet celý rok (Kazda, 2010).

Z přímých způsobů regulace jde především o dodržování zásad odplevelujících kultivačních opatření. Jde hlavně o omezení zdrojů šíření, tedy o zabránění vysemenění nažek (Kohout, 1997). Zejména tedy kvalitní zpracování půdy – po sklizni podmínka orbou zabrání růstu heřmánkovce na strništi. Následná orba zaklopí semena do půdy, odkud nejsou schopna klíčit. V ozimech je vhodné jarní vláčení, a to i opakované. Z hlediska vlivu střídání plodin na rozvoj heřmánkovce není vhodné zařazovat ozimy po sobě (Mikulka, 2005).

### 2.9.2 Hluchavka nachová

Hluchavka nachová (*Lamium purpureum L.*) je jednoletá ozimá, někdy dvouletá rostlina patřící do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*). Patří k méně významným druhům plevelných rostlin, ale její výskyt se nesmí podcenit. Je schopna potlačovat ozimy v době vegetačního klidu a na jaře svým rychlým růstem

potlačovat vzcházející obiloviny. Zvířata ji v zeleném krmení odmítají, je však významnou medonosnou rostlinou (Mikulka, 2005). Hluchavka je velmi častý plevelný druh v nížinách i horských oblastech. Zapleveluje pole i zahrady, sady, úhory nebo rumišťe. Jako ozimý druh zapleveluje nejčastěji přezimující ozimy, zvláště pak víceleté polní pícniny. Problém působí i v prořídých obilninách (Kohout, 1997).

V půdě zakořeňuje křovitým větveným kořenem. Má vystoupavou, čtyřhrannou, na bázi větvenou lodyhu, která dosahuje délky 10-25 cm. Listy jsou vstřícné, křížmostojné, krátce řapíkaté až přisedlé, 1-2 cm dlouhé, vroubkovaně pilovité (Kazda, 2010). Květy má červenofialové, oboupohlavné, které jsou uspořádané v lichopřeslenech v úžlabí listů. Na jedné v průměru dozraje 200 semen, která jsou okamžitě klíčivá. Semena se šíří osivem statkovými hnojivy a jsou také roznášena mravenci (*myrmekochorie*) (Mikulka, 2005).

Jako regulace dobře působí zpracování půdy, která snižuje výskyt tohoto plevele a snižuje zásobu semen v půdě. Při setí jařin jsou vzcházející semenáčky spolehlivě hubeny jarní přípravou. Hluchavku také velmi dobře potlačí zapojené porosty obilovin či řepky (Kazda, 2010).

### 2.9.3 Kokoška pastuší tobolka

Kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris* L.) je jednoletá ozimá rostlina patřící do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Patří mezi méně významné plevele, ale často se vyskytují. Je méně konkurenčně schopná. Často je hostitelem četných chorob a škůdců (Mikulka, 2005). Vyskytuje se ve všech výrobních podmínkách i na všech půdách. Velmi hojná je jako přezimující plevel ve víceletých pícninách (Kohout, 1997).

Kokoška má vřetenovitý, větvený a tenký kořen. Lodyha je nejčastěji přímá vystoupavá, jednoduchá, o délce 5-30 cm, vysoká. Listy v přízemní růžici jsou řapíkaté, na okrajích zubaté. Lodyžní lístky jsou střídavé, kopinaté až čárkovité, ochlupené. Květy jsou oboupohlavní, v hroznovitém květenství (Kazda, 2010). Rozmnožuje se semeny, kterých na rostlině dozrává v průměru 5000. Klíčí nepravidelně a v půdě jsou životaschopná až 6 let. Klíčící rostliny se objevují v březnu a květnu, nebo v srpnu až říjnu, s velmi rychlým vývojem (Mikulka, 2005).

Z přímých zásahů regulace je účinné vláčení ozimů na jaře, předset'ová příprava pro jařiny či plečkování v širokořádkových plodinách během vegetace. Důležitá je také podmínka s orbou (Kazda, 2010).

#### 2.9.4 Penízek rolní

Penízek rolní (*Thlaspi arvense* L.) je jednoletá ozimá rostlina z čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Patří mezi méně významné plevely, ale při silném výskytu jeho škodlivost stoupá. Je hostitelem řady chorob a škůdců (Kazda, 2010). Vyskytuje se na celém území od nížin až do horských oblastí, jeho výskyt kopíruje dosah polních plodin, do vyšších poloh byl však často zavlečen činností člověka (Kohout, 1993).

Rostlina má tenký, vřetenovitý kořen. Lodyha je přímá 10-60cm vysoká, často větvená s podélnými rýhami. Přízemní listy jsou řapíkaté, úzce obvejčité, po obvodu celokrajné nebo zubaté. Lodyžní lístky podlouhlé, objímavé, na bázi se špičatými oušky. Květy jsou oboupohlavní, čtyřčetné a tvoří hroznovité květenství. Penízek se rozmnožuje semeny, kterých se v průměru na jedné rostlině vytvoří 900. Dozrálá semena jsou schopna klíčit až z hloubky 5 cm a vzchází v průběhu celého roku (Mikulka, 2005).

Vzhledem k jednoletému charakteru rostlinu dobře potlačují mechanické zásahy, například vláčení. Problémem ovšem bývá také jeho etapové vzcházení v podstatě v průběhu celého roku (Kazda, 2010).

#### 2.9.5 Pcháč rolní (oset)

Pcháč rolní (*Cirsium arvense* L.) je vytrvalá, hluboko kořenící rostlina patřící do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Pcháč je velmi významný plevel, je řazen mezi deset nejvýznamnějších plevelů. Má vysokou konkurenční schopnost, nároky na odběr vody a živin. V případě silného výskytu působí velké ztráty při sklizni nebo ji dokonce znemožňuje. Kořeny pcháče vylučují alelopatické látky, které působí inhibičně na plodiny a jiné plevely. Je však také významnou medonosnou rostlinou a jeho nažky poskytují potravu pro ptactvo (Mikulka, 2005). Pcháč je obecně a hojně rozšířeným plevellem na všech půdách, od nížin po horské oblasti. Ohrožuje všechny polní plodiny, jednoleté i víceleté a vytrvalé kultury. Je častý i na loukách, pastvinách, sadech a rumišťích (Kohout, 1997).

Pcháč je hluboko kořenící s kořenovými výběžky. Mladé rostlinky vytvářejí listové růžice, ze kterých vyrůstají 100-150 cm dlouhé lodyhy. Listy jsou kopinatě peřenoklané až jednoduché, na okraji zkadeřené a bodlovité. Pcháč je dvoudomá rostlina kvetoucí od května až do podzimu. Plodem jsou ochmýřené nažky, kterých je v jednom úboru zhruba 80 (Štrobach, 2008). První růžice se objevují počátkem dubna, ale jejich rašení trvá po celou vegetační dobu v závislosti na pěstované plodině a agrotechnických zásadách. Na orné půdě se pcháč rozmnožuje především vegetativně, na nezemědělské půdě, loukách a pastvinách pak hlavně pomocí semen, která jsou větrem roznášena na velkou vzdálenost (Kazda, 2010).

Přes obecně známé mechanické zásahy je stále významným plevelem. Vzhledem k jeho mimořádné regenerační schopnosti mají jednotlivá opatření nedostatečný účinek (Mikulka, 2005). Jako nejúčinnější se v režimu ekologického zemědělství ukázalo jeho vykopání (Šarapatka, 2010).

#### 2.9.6 Pýr plazivý

Pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.) je vytrvalá rostlina, mělce kořenící, s oddenky, z čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Patří mezi velmi významné plevele s vysokou konkurenční schopností. Do půdy vylučuje alelopatické látky, které brzdí růst ostatních rostlin. Jedná se o glykosid agropyren, který se uvolňuje jak z živých, tak i odumírajících rostlin (Kazda, 2010). Roste na všech půdách i stanovištích od nížin až do podhůří. V horských oblastech se nevyskytuje, ale je tam zastupován medvědkem měkkým (Kohout, 1993).

Pýr je výběžkatá vytrvalá rostlina, která v půdě setrvává za pomoci houževnatých kořenových oddenků, které jsou článkované. V půdním profilu jsou oddenky uloženy horizontálně. Rostliny pýru tvoří hladká stébla dorůstající do výšky nad jeden metr, jsou zakončena poměrně dlouhým lichoklasem (Mikulka, 1995). Listy jsou sytě zelené až šedozelené. Rozmnožuje se jak vegetativně, tak i generativně. V polních podmínkách převládá především vegetativní rozmnožování. Oddenky mají obrovskou regenerační schopnost. Přestože vegetativní způsob rozmnožování na orné půdě převládá, je nutné nepodceňovat ani generativní rozmnožování obilkami, kterých je v jednom klasu zhruba 20 (Kazda, 2010).

Pýr je citlivý na hluboké zpracování půdy, a proto mu vyhovují technologie minimálního zpracování půdy. Vůči mechanickým zásahům je pýr vzhledem ke své vysoké regenerační schopnosti dosti odolný (Mikulka, 2005).

### 2.9.7 Rozrazil perský

Rozrazil perský (*Veronica persica* Poiret) je jednoletá ozimá rostlina z čeledi krtičníkovité (*Scrophulariaceae*). Patří mezi méně významné plevely. Představuje problém zejména na úrodných a zavlažovaných pozemcích. Přes její drobnější vzrůst je to konkurenčně silná rostlina (Kazda, 2010). Vyskytuje se na území celého státu od nížin až po horské oblasti. Roste na veškerých typech půd, ale jen při neutrální nebo zásadité reakci. Zapeleveluje veškeré běžně pěstované plodiny na orné půdě včetně víceletých píceň (Kohout, 1997).

Rozrazil je mělce kořenící, kořen je křivý a jemný, s poléhavou až vystoupavou lodyhou o délce 15-50 cm. Lodyha je bohatě větvená. Listy krátce řapíkaté, střídavé, vejčitého až eliptického tvaru, na okraji vroubkovaně zubaté. Kvete od dubna do října, plodem jsou dvoupouzdré tobolky, kterých na rostlině dozrává 50-100. Životnost semen v půdě je odhadována na více než 50 let (Mikulka, 2005).

Regulace se řeší běžnými mechanizačními zásahy při zpracování půdy, vhodné je i jarní vláčení ozimů (Kazda, 2010).

### 2.9.8 Svízel přítula

Svízel přítula (*Galium aparine* L.) je jednoletá ozimá rostlina z čeledi mořenovité (*Rubiaceae*). Je to druh, který je na orné půdě považován za jeden z nejvýznamnějších plevelů světa. Dobře snáší zastínění, proto se uplatňuje i v hustých porostech (Mikulka, 2005). Na našem území je hojně rozšířen. Může se vyskytovat téměř na všech plodinách, zejména zapeleveluje ozimé obilniny, luskoviny a okopaniny. Jeho intenzivní rozšíření na orné půdě je výsledkem poměrně vysokého zastoupení ozimů (Kazda, 2010).

Svízel má lodyhu popínavou nebo poléhavou, 30-150 cm vysokou, čtyřhrannou, na stranách chlupatou a přilnavou. Listy jsou po 6-9 přeslenech, ostékaté, na líci krátce chlupaté, tupé. Kvete od dubna do podzimu, jeho plodem je dvounažka, kterých může být na jedné rostlině několik set. Semena vzchází po celou

dobu vegetace, ale jejich životnost v půdě je jen v řádu několika málo let (Mikulka, 2005).

Hluboké zpracování půdy dobře reguluje zásobu semen v půdě, minimální zpracování půdy naproti tomu zaplevelenost zvyšuje (Kazda, 2010). Jarní vláčení není na svízel účinné, ale použitím prutových bran lze pýr vyčesat i ze vzrostlého obilí (Moudrý, 1996).

### 2.9.9 Viola rolní

Viola rolní (*Viola arvensis* Murray) je jednoletá ozimá rostlina z čeledi violkovité (*Violaceae*). Je považována za středně škodlivý plevel. Škodí na jaře a na podzim v nezapojených porostech obilovin, kde vytváří husté souvislé porosty (Mikulka, 2005). Vyskytuje se na celém území ČR, jak na orné půdě, tak na trvalých travních porostech a na všech typech půd. Má léčivé účinky (Kohout, 1997).

Viola vytváří vystoupavou větvenou lodyhu vysokou 10-30 cm s peřenosečnými palisty. Listy jsou kopist'ovité, vroubkované. Kvete od časného jara do září. Plodem je tobolka. Na jedné rostlině bývá 1500-8500 semen. Klíčivost semen je zachována po dobu několika let (Kazda, 2010).

Ochrana proti šíření tohoto druhu musí být komplexní. Spočívá nejen v tlumení zdrojů šíření, ale také v zabránění vysemeňování podporou konkurenčních schopností kulturních rostlin (Kohout, 1997).

### 3. CÍL PRÁCE

Vyhodnocení efektu vláčení prutovými bránami na redukci plevelů a vztahu vláčení k tvorbě výnosu a kvality zrna pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) v systému ekologického zemědělství.

Pracovní hypotézy:

- Vlácení porostů pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) má regulující vliv na zaplevelení.
- Vlácení porostů pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) má vliv na výnos a kvalitu zrna.

### 4. METODIKA

Pozorování a práce na parcelových pokusech se držely metodiky zkoušek užitné hodnoty pšenice ZUH/22-2013, která platí pro pšenici setou (*Triticum aestivum* L.), pšenici tvrdou (*Triticum durum* Desf.) a pšenici špaldu (*Triticum spelta* L.). Nedílnou součástí této metodiky je dokument Metodika zkoušek užitné hodnoty ZUH/1 – obecná část (ÚKZÚZ, 2013).

#### 4.1 Charakteristika poloprovozních parcel

##### 4.1.1 Poloprovozní parcela Zvíkov

Poloprovozní parcelový pokus je součástí dotačního půdního bloku a je soustředěn v jeho středu. Tato parcela byla zvolena především kvůli své předplodině, kterou byl mnohaletý úhor. Díky tomu jsme mohli lépe vyhodnotit jak odplevelující účinek vláčení, tak i jeho vliv na výnosové a kvalitativní parametry. Parcely se nachází v nadmořské výšce 520 m n. m. s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 8,3 °C a úhrnem srážek kolem 600 mm. Parcely se nachází ve výrobní oblasti B3, půdní druh je hlinitá půda s půdním typem hnědozem luvizemní. Celý pozemek má výměru 15,43 ha a je obklopen převážně lesy a zčásti i ornou půdou. Na pozemku byly vysety dvě odrůdy pšenice špaldy, Rubiota a Alkor. Obě odrůdy byly zasety ve třech variantách – nevláčená, jednou vláčená a dvakrát vláčená. Každá varianta byla vyseta ve 4 opakováních. Rozestup mezi prvním a druhým vláčením byl 10 dní.



## 4.2 Parcelkové pokusy

### 4.2.1 Počet rostlin

#### **Pomůcky:**

Kruh o obsahu 0,25 m<sup>2</sup>, metr

#### **Postup:**

Počet rostlin na m<sup>2</sup> byl stanoven pomocí kruhu o obsahu 0,25 m<sup>2</sup>, který se umístil na pokusnou parcelu tak, aby byl alespoň 20 cm od kraje parcely. Poté se spočítaly veškeré rostliny pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.). Výsledná hodnota byla vypočítaná suma ze 4 měření z každého opakování. Počet rostlin byl vynásoben čtyřikrát, aby výsledek byl počet rostlin na m<sup>2</sup>.

### 4.2.2 Pozorování parcelkových pokusů

#### **Pomůcky:**

Metodika, DC stupnice

#### **Postup:**

Na založených parcelkových pokusech pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) proběhla řada pozorování, a to od zasetí až po sklizeň zhruba v desetidenních intervalech, samozřejmě vyjma doby vegetačního klidu. Při každém pozorování byla zaznamenána růstová fáze rostlin dle stupnice DC, což bylo důležité především v jarním období, aby mohl být stanoven co nejlepší termín pro vláčení porostu. Pro vyhodnocení dané růstové fáze muselo být v dané růstové fázi alespoň 75 % porostu. Dále se při pozorování parcelkových pokusů hodnotil zdravotní stav rostlin a jejich napadení houbovými chorobami, především pak výskyt a stupeň napadení těmito třemi houbovými chorobami: rzi plevovou (*Puccinia striiformis*, *P. glumarum*), rzi pšeničnou (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) a komplexem listových skvrnitostí (*Rhynchosporium secalis*). Stupeň napadení byl hodnocen na stupnici 9-1, kdy 9 je bez výskytu choroby a 1 znamená, že listová plocha rostliny je napadena z více jak 95 %. Každé jedno číslo je tedy zhruba 10 % listové plochy.

### 4.2.3 Měření SPAD čísla a obsahu chlorofylu

#### **Pomůcky:**

Přístroj CCM 300 a SPAD 502 Plus DL

**Postup:**

Měření SPAD čísla a obsahu chlorofylu bylo na sledovaných parcelkách vyhodnoceno celkem dvakrát, a to ve dvoutýdenním intervalu. Měření SPAD čísla probíhalo pomocí přístroje SPAD 502 Plus DL. Výsledná hodnota byla průměrem 10 měření. Samotné měření bylo vždy na praporcovém listu rostliny a každé z 10 měření bylo na jiné rostlině v rámci parcely a v rámci každého opakování. Měření obsahu chlorofylu probíhalo pomocí přístroje CCM 300, který je vhodný na měření i malých vzorků, jako jsou například listy trav nebo obilovin. Výsledná hodnota byla průměrem 10 měření. Samotné měření bylo vždy na praporcovém listu rostliny a každé z 10 měření bylo na jiné rostlině v rámci parcely.

#### 4.3.2 Vyhodnocení zaplevelenosti

**Pomůcky:**

Atlas plevelů, metodika, kruh o obsahu 0,25 m<sup>2</sup>, metr

**Postup:**

Při vyhodnocení počtu plevelů se nejdříve identifikovaly jednotlivé druhy plevelů, které na poloprovozních parcelách rostly. Počet plevelů se stanovil pomocí kruhu o obsahu 0,25 m<sup>2</sup>, který se vložil na parcelu při splnění stejných podmínek jako při vyhodnocení počtu rostlin. Zjištěné počty rostlin se násobily čtyřmi tak, aby výsledek byl počet rostlin na m<sup>2</sup>. Po zásahu vláčení se sledoval jak úbytek počtu plevelů, tak vliv dané operace na jejich růst. Výška plevelů se měřila pomocí svinovacího metru od povrchu půdy po apikální vrchol na všech rostlinách daného druhu na 1 m<sup>2</sup>. Výsledek měření byl stanoven jako průměr. Na konci pozorování bylo u plevelů vyhodnoceno, jestli je plevel schopný se po vláčení generativně množit, tedy jestli je přítomno květenství.

### 4.3 Klasový rozbor

#### 4.3.1 Klasový rozbor

**Pomůcky:**

Metr, váha, metodika pro určení tvaru a ostnatosti klasu

**Postup:**

Pro práce na klasových rozborech bylo před sklizní ze všech pozorovaných parcelkových pokusů odebráno 30 rostlin. Tyto rostliny byly po odebrání očištěny, popřípadě zbaveny kořenů, svázány do snopků a označeny. Při klasových rozborech byla hodnocena hmotnost rostlin, tvar klasu, osinatost klasu, délka horního internodia a vzdálenost praporcového listu od klasu. Při stanovení hmotnosti se všech 30 rostlin umístilo na váhu a výsledná váha byla zaokrouhlena na celé gramy. Tvar klasu a osinatost klasu byla stanovena pomocí metodiky. Délka horního internodia je vzdálenost od horního kolénka rostliny po spodní část klasu, výsledná hodnota je průměrem ze změřených hodnot 30 rostlin. Vzdálenost praporcového listu a klasu je vzdálenost od místa, kde ke stéblu přiléhá praporcový list, až po spodní část klasu.

#### 4.3.2 Produktivita klasu

**Pomůcky:**

Váha, metr, počítadlo zrn

**Postup:**

Pro práce na produktivitě klasu se použily klasy z třiceti rostlin. Hodnocené parametry při produktivitě klasu jsou pro pšenici špaldu (*triticum spelta L.*), délka klasu, která se vypočte jako průměrná hodnota z měření délky všech třiceti klasů. Dále se u pšenice špaldy (*triticum spelta L.*) stanoví hmotnost všech klásků ze třiceti rostlin a místo hodnoty HTZ, která se běžně stanovuje u obilovin, se stanoví hmotnost vyloupaných zrn.

### 4.4 Laboratorní hodnocení

#### 4.4.1 Mletí zrna

**Pomůcky:**

Mlín, štětec, pytlíky na vzorky

**Postup:**

Přes kovovou násypku se do mlýna sypou zrna pšenice. Ten zrno semele a umístí do zásobníku, ze kterého semletou mouku vyjmeme a nasypeme do pytlíku na vzorky. Poté je nutné celý mlín rozebrat a štětcem vyčistit tak, aby nedošlo k pomíchání vzorků a tím k ovlivnění výsledků.

#### 4.4.2 Stanovení mokrého lepku

##### **Pomůcky:**

Přístroj Glutomatic 2200, Centrifuge 2015, stříčka, kádinky, destilovaná voda, Chlorid sodný, analytická váha.

##### **Postup:**

Několik kapek vody se kápne do plexisklového těla míchací hlavice stroje Glutomatic 2200 (pouze při prvním měření). Polyesterové síto se navlhčí a tím se zabrání ztrátě mouky. Do vypírací komory se naváží a vsype 10 g mouky, kterou je zatřepáno pro rovnoměrné rozprostření vzorku. Po stěně se přilije 4,8 ml vody a krouživými pohyby se voda rozprostře po povrchu vzorku. Promývací komora se nasadí do pracovní polohy a přístroj se spustí. Vzorek je promíchán a následně proprán. Poté je všechn lepek vyjmut z komory i míchadla a v přístroji Centrifuge 2015 se odstředí. Lepek, který je zachycen před i za sítím kazety, se zvlášť zváží (ICC standard č.137/1 a 155, 1994).

##### **Vzorec a výpočet gluten indexu:**

$$\text{Gluten index} = \frac{\text{lepek uchycený na předním síti (g)} \times 100}{\text{lepek celkem}}$$

#### 4.4.3 Stanovený obsah bílkovin dle Kjeldahla

##### **Pomůcky:**

Mineralizační zařízení BLOCK DIGEST, mineralizační tubusy, destilační zařízení PRONITRO II, titrační baňky, pipety, byrety, odměrná baňka, katalyzátor, kyselina boritá, indikátor Taschiro, 96 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> destilovaná voda, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> odměrný roztok.

Katalyzátor: 3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,4 g Cu SO<sub>4</sub> × 5 H<sub>2</sub>O

Faktor 0,2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 0,9881

##### **Postup:**

Prvním krokem této metody je mineralizace. Do vypalovacího tubusu je navážen 1 g vzorku, přidány přibližně 4 g katalyzátoru a 10 ml koncentrované H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Vzorek se vypaluje při teplotě 420 °C do vyjasněné zelené barvy, což trvá přibližně hodinu. Následujících 30 minut je přístroj ponechán zapnutý. Po uplynutí

této doby se blok vypne a vzorky jsou v něm ponechány dalších 30 min. Po dobu trvání tohoto procesu je na mineralizačních tubusech nasazena vývěva, která odvádí horké páry.

Po 30 minutách jsou tubusy přemístěny do studeného bloku a tam zůstanou chladnout do druhého dne. Chladné roztoky se zředí přibližně 20 ml destilované vody.

Po dokončení tohoto kroku následuje destilace. Ta probíhá na přístroji PRONITRO II, ve kterém se do předlohy odměří 50 ml kyseliny borité smíchané s indikátorem Taschio. Poté se 8 až 10 min destiluje.

Poslední fází je titrace, při které se odměrným roztokem kyseliny sírové o koncentraci 0,2 M titruje do té doby, než se původní světle modré zabarvení změní na fialové (ČSN EN ISO 20483, 2014).

#### **Výpočet obsahu N-látek:**

Vzorec výpočtu konstanty pro výpočet N-látek:

Faktor  $0,2\text{M H}_2\text{SO}_4 \times 1,75$

Výpočet konstanty:

$0,9881 \times 1,75 = 1,7292$

Vzorec výpočtu N-látek (%):

$\text{N-látky} = \frac{\text{Konstanta} \times \text{spotřeba titrační kyseliny (0,2M H}_2\text{SO}_4)}$

Navážka

#### 4.4.4 Pádové číslo

Pádové číslo je určení aktivity alfa-amylázy v zrninách, především v pšenici a žitě.

#### **Pomůcky:**

Přístroj Falling number 1305, váhy, destilovaná voda

#### **Postup:**

Před začátkem stanovení čísla poklesu se musí přístroj Falling number 1305 nahřát, aby bylo ve vodní lázni dosaženo bodu varu. Důležité je, aby současně bylo zapojeno chladicí zařízení. Podle návodu k přístroji se naváží 7 g mouky a přesype se do zkumavky. Poté je tam přidáno 25 ml destilované vody. Po uzavření zátkou se zkumavkou zhruba čtyřicetkrát intenzivně protřepe. Zátka se sundá a její konec se otre do zkumavky. Viskozimetrickým míchadlem jsou ze stěn seškrábnuty všechny zbytky vzniklé hmoty, aby nedošlo k jejich připečení ke zkumavce. Zkumavka

s míchadlem se vloží do kazety ve vodní lázni, která se okamžitě uzavře otočením plastového krytu, jenž automaticky spustí měření. Po pěti vteřinách začne stroj míchat rychlostí 2 zdvihy za sekundu. Po minutě míchání skončí a míchadlo vlastní tíží padá želatinovou suspenzí. V okamžiku, kdy míchadlo klesne na dno zkumavky, se automaticky odpočítávání zastaví a z displeje se odečte výsledné pádové číslo (ČSN EN ISO – standard č. 3093, 2007).

#### 4.4.5 SDS test

Sedimentační index je číslo udávající v mililitrech objem sedimentu, který vznikne ze suspenze zkoušené mouky v roztoku kyseliny mléčné.

##### **Pomůcky:**

Přístroj seditester, sedimentační válce, automatická byreta, analytická váha, fenolftalein, bromfenolová modř, hydroxid sodný, kyseliny mléčná, isopropanol, sedimentační činidlo, destilovaná voda, mouka.

##### **Postup:**

Do sedimentačního válce je automatickou byretou přidáno 50 ml bromfenolové modři. Ze vzorku je odváženo 3,2 g mouky a nasypano do sedimentačního válce, který je uzavřen zátkou. Pro důkladné promísení vzorku s roztokem se válcem 5x krátce protřepe. Poté se válec vloží do seditesteru, který se uvede do chodu. Po pěti minutách chodu přístroje se promíchá vzniklá suspenze, do níž poté přidáme 25 ml sedimentačního činidla. Válec je opět zazátkován a vrácen do přístroje a ten je uveden do chodu. Následně se nechá obsah válců stát a po 8 minutách se s přesností na 1 ml odečte objem sedimentu. Výsledek je průměr dvou měření, přičemž výsledné hodnoty získané z těchto měření se nesmí lišit o více než 2 ml (ČSN EN ISO 5529, 2011).

#### 4.4.6 Stanovení koncentrace mykotoxinů

##### **Pomůcky:**

DON P/N testy, ROSA-M inkubátor, ROSA-M čtečka, kyveta, destilovaná H<sub>2</sub>O

##### **Postup:**

Stanovení obsahu DON metodou ROSA je prováděno na vzorcích infikovaného zrna pšenice. Pro každý vzorek je nutné připravit dvě mikrozkušavky

(2,5 ml); do první 800 µl destilované H<sub>2</sub>O a do druhé 1 ml pufru. Další postup práce je popsán níže:

- 1) Navážit vzorek do kyvety 10 ml – 1 g (+/- 0,005 g);
- 2) Přidat 5 ml dH<sub>2</sub>O a krátce promíchat do vytvoření suspenze;
- 3) Dále třepat v ruce po dobu 2 min.;
- 4) Odstředit (Hettich EBA20) 6000 ot/min, po dobu 3 min.;
- 5) Odebrat 200 µl supernatantu do 800 µl dH<sub>2</sub>O, promíchat (=> 5x ředění);
- 6) Odebrat 100 µl naředěného extraktu do 1 ml pufru, promíchat;
- 7) Nanést 300 µl na strip;
- 8) Strip inkubovat při teplotě 45 °C po dobu 10 min.
- 9) Strip vložit do čtečky ROSA-M Reader a měřit 3x s nastavením kalibrace pro měření obsahu DON (pozn.: v případě, že hodnoty přesáhly limit 30 mg/kg, byly vzorky dále ředěny).

(Chrpová, 2011)

#### 4.4.7 Mixolab

##### **Pomůcky:**

Analytické váhy, přístroj Mixolab

##### **Postup:**

Mixolab je hnětač těsta se záznamem, který je používán k měření reologických vlastností těst podléhajících dvojímu namáhání – hnětení a teplotním změnám. Měří točivý moment (v Nm) vyvíjený těstem mezi dvěma hnětacími lopatkami. Zkouška je založena na přípravě těsta o konstantní hmotnosti, hydratovaného na požadovanou konzistenci během první fáze zkoušky. V „Chopin+“ protokolu je hmotnost těsta 75 gramů a požadovaná konzistence je 1,1 Nm (+/- 0,05 Nm).

Na počátku měření se v přístroji vybere požadovaný protokol. Uvede se hmotnost a jeho přibližná hydratace. Naváží se množství mouky stanovené softwarem Mixolabu, které se poté nasype do hnětačky těsta. Ta se vloží zpět do přístroje, zavře se víko přístroje a spustí se zkouška (Aplikační příručka Mixolabu Reologické a enzymové analýzy, 2012).

## 5. Výsledky práce a diskuse

### 5.1 Vyhodnocení poloprovozního pokusu

#### 5.1.1 Vyhodnocení analýzy Tukey HSD test

U většiny sledovaných parametrů jakosti nemělo vláčení vliv. Statisticky významný rozdíl byl sledován u obsahu bílkovin, čísla poklesu a kontaminace zrna DON. Na ostatní parametry pekařské jakosti nemělo vláčení statisticky významný vliv. Stejně tak nemělo vliv na reologické vlastnosti těsta měřené na přístroji mixolab.

Tabulka 2: Výsledky sledovaných parametrů jakosti – souhrnné hodnocení vlivu vláčení (2 odrůdy – Rubiota, Alkor)

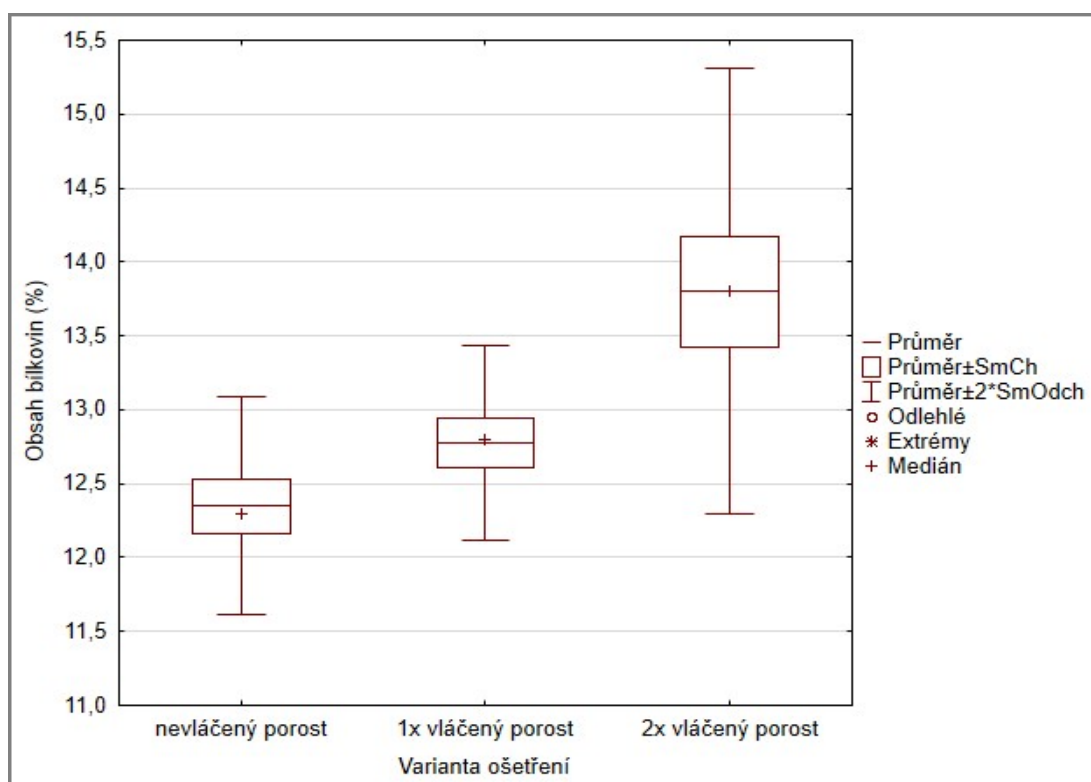
Varianta	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS test (ml)	Číslo poklesu (s)	C1 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)
nevláčená	12,35a	28,93a	47a	35a	362c	1,15a	0,43a	1,91a
1x vláčená	12,78ab	29,10a	55a	33a	329b	1,14a	0,39a	1,82a
2x vláčená	13,80b	31,43a	62a	35a	310a	1,12a	0,44a	1,91a
Varianta	C4 (Nm)	C5 (Nm)	Amplituda (Nm)	Stabilita (min)	Alfa	Beta	Gama	Obsah DON (ppb)
nevláčená	1,52a	2,72a	0,08b	8,03a	-0,10a	0,82a	-0,09a	38a
1x vláčená	1,43a	2,60a	0,06a	8,11a	-0,08b	0,77a	-0,06a	138b
2x vláčená	1,63a	2,82a	0,06a	8,31a	-0,09a	0,82a	-0,07a	213c
Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0.05$ (Tukey HSD test).								

Zdroj: vlastní

Vliv vláčení na obsah bílkovin nebyl přímý, je to spíše výsledek vlivu vláčení na stav půdy. Vláčením se půda provzdušňuje, což má za následek zvýšenou



mineralizaci živin a tím jejich přístupnost. To se shoduje s tím, co uvádí Moudrý (2011) nebo Šarapatka (2010). Pro lepší představu vlivu vláčení na obsah bílkovin je zde přiložen (graf 1). Dalším pozitivním vlivem vláčení, kromě kypření, bylo zamezení neproduktivnímu výparu vody, s čímž souhlasí informace uvedené Kohoutem (1997). V loňském suchém létě to mohlo mít výrazný vliv na obsah bílkovin. Další vliv mělo statisticky významné snížení plevelů a tím snížení odčerpání živin, viz tabulka 3. U sledovaného pádového čísla je vidět statisticky významný vliv vláčení, kdy s každým provedeným vláčením se číslo poklesu snižuje, tedy zvyšuje se aktivita alfa-amylasy. Na snížení pádového čísla měla zřejmě vliv především hustota porostu, kdy se díky vláčení podpořilo odnožování. Podporu odnožování vláčením uvádí i Pulkrábek (2003). Hustší porost lépe drží vlhkost a byl i místy polehlý, což mohlo ovlivnit aktivitu alfa-amylasy. Vláčení mělo vliv také na obsah deoxynivalenolu (DON). Je zde vidět, jak s počtem vláčení se obsah DON zvyšuje, ale je třeba uvést, že naměřené hodnoty jsou velmi nízké vzhledem k povoleným hodnotám. Hustší a vlhčí porost je náchylnější k houbovým chorobám, což se shoduje například s Polišenskou (2018). Pro představu vlivu vláčení a jeho opakování na reologické vlastnosti těsta je zde přidán graf 2.



Zdroj: vlastní

Graf 1- Vliv počtu vláčení na obsah bílkovin



Zde je vidět jednoznačný vliv vláčení na výnos zrna. Výrazný vliv je také vidět na počtu klasů na m<sup>2</sup> a na růstových parametrech rostliny, tedy na hmotnost rostliny, délku klasu a délku horního internodia. Na druhou stranu jiné parametry výnosu byly hodnoceny jako statisticky nevýznamné, a to v parametru HTS, hmotnosti klásků a vzdálenosti praporcového listu a klasu. Statisticky významně byl vyhodnocen také parametr početnosti plevelů, kde se vliv vláčení jednoznačně projevil. Vliv vláčení byl také statisticky významný u všech tří měření hodnoty SPAD a obsahu chlorofylu.

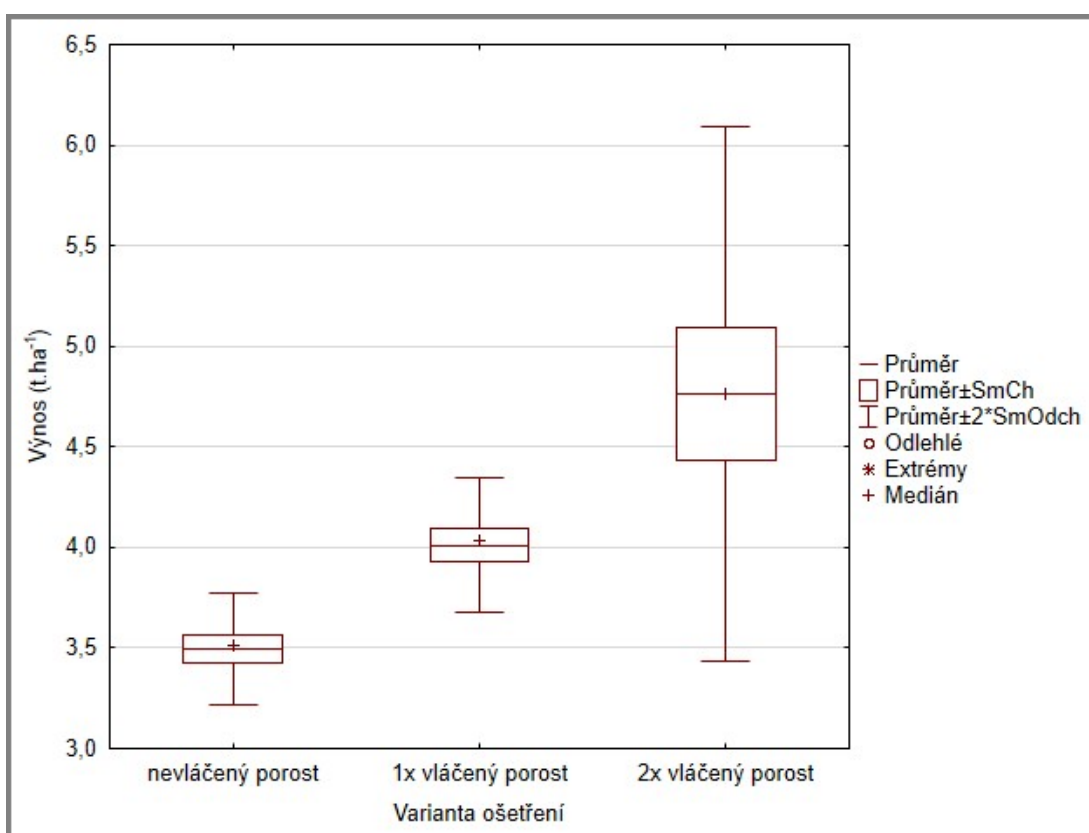
Tabulka 3: Výsledky sledovaných parametrů výnosu a polních pozorování – souhrnné hodnocení vlivu vláčení (2 odrůdy – Rubiota, Alkor)

Varianta	Výnos (t. ha <sup>-1</sup> )	HTS (g)	Počet klasů na m <sup>2</sup>	Hmotnost rostliny (g)	Hmotnost klásků (g)	Délka klasu (cm)	Délka horního internodia (cm)	Vzdálenost praporcového listu a klasu (cm)
nevláčená	3,50a	40a	376a	2,3b	36a	7,4a	38a	26a
1x vláčená	4,01ab	43a	440b	2,6a	38a	8,1a	44b	27a
2x vláčená	4,77b	48a	524c	2,8a	43a	9,6b	52c	28a
Varianta	Plevelé početnost I.	Plevelé početnost II.	SPAD I.	SPAD II.	SPAD III.	Obsah chlorofylu I.	Obsah chlorofylu II.	Obsah chlorofylu III.
nevláčená	176c	176c	37a	40a	38b	480a	442a	381a
1x vláčená	109b	85b	39ab	42ab	42a	495a	481ab	408b
2x vláčená	73a	54a	42b	43b	43a	550b	508b	454c
Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0.05$ (Tukey HSD test).								

*Zdroj: vlastní*

Jako statisticky významný byl vyhodnocen parametr výnosu zrna, viz tabulka 3 a graf 3. Tento parametr ovlivnila celá řada faktorů. Hlavní vliv zřejmě mělo potlačení plevelů. Vliv vláčení na četnost plevelů uvádí celá řada autorů, např. Šarapatka (2010), Moudrý (2011) či Lacko-Bartošová (2005). Jejich výsledky se shodují s tím, co je uvedeno v tabulce 3, tedy že vláčení má odplevelující účinek. Pro lepší názornost vlivu vláčení na redukci plevelů jsou v tabulce 4 uvedeny vybrané druhy plevelů. S úbytkem plevelů klesá i jejich konkurence a celkově odčerpané živiny, které pak může čerpat kulturní plodina.

S počtem vláčení rostl také počet klasů na m<sup>2</sup>, což mohlo být ovlivněno jak samotným vláčením, které podporuje odnožování, což uvádí také Pulkrábek (2003), tak zvýšením dostupných živin, díky nimž byly rostliny schopné udržet tyto odnože fertillní. Při zvyšování počtu klasů na m<sup>2</sup> roste logicky i výnos zrna. I parametry jako hmotnost rostliny, délka klasu a délka horního internodia rostly díky zvýšené dostupnosti živin. Tuto reakci popisuje také Kohout (1997) a Grausgruber-Konvalina (2012). Statisticky významně byly také hodnoceny parametry SPAD a obsahu chlorofylu, které se s vláčením zvyšovaly. To bylo zřejmě opět způsobeno v důsledku podpory mineralizace živin. Vliv zvýšení přijatelného dusíku v půdě na tyto parametry uvádí i Lacko-Bartošová (2005).



Zdroj: vlastní

Graf 3- Vliv počtu vláčení na výnos zrna

Jak je vidět, vláčení mělo vliv na redukci mnoha plevelů uvedených v tabulce 4. Velký vliv mělo vláčení na množství rozrazilu, svízele, penízku, hluchavky, violky a kokošky. Žádný vliv nemělo na početnost populace heřmánkovce a pýru a s počtem vláčení se dokonce zvyšoval počet pcháče osetu.

Tabulka 4. Vliv vláčení na jednotlivé vybrané druhy plevelných rostlin

Plevel	Varianta nevláčená	Varianta 1 vláčená	Varianta 2 vláčená
Rozrazil perský (m <sup>2</sup> )	24	8	2
Svízel přítula (m <sup>2</sup> )	9	6	4
Penízek rolní (m <sup>2</sup> )	14	6	1
Hluchavka nachová (m <sup>2</sup> )	32	9	4
Heřmánkovec nevonný (m <sup>2</sup> )	16	15	13
Pcháč oset (m <sup>2</sup> )	12	13	15
Pýr plazivý (m <sup>2</sup> )	15	16	14
Violka rolní (m <sup>2</sup> )	18	5	1
Kokoška pastuší tobolka (m <sup>2</sup> )	6	5	5

*Zdroj: vlastní*

Vliv vláčení na jednotlivé druhy plevelů je totožný s tím, co uvádí celá řada autorů, např. Šarapatka (2006) nebo Kohout (1997). Jediné, kde se s literaturou uvedená data v tabulce 4 rozcházejí, je u vlivu na heřmánkovce, kde Lacko-Bartošová (2005) uvádí redukující vliv až 30 %. Toto mohlo být způsobeno jednak jiným typem bran, jednak jejich nastavením či včasností zásahu.

Z tabulky 5 lze dobře vyčíst, na které parametry jakosti mělo vliv vláčení a na které měla větší vliv spíše odrůda. Je vidět, že obě odrůdy reagují na vláčení zvýšením obsahu bílkovin a zároveň snížením čísla poklesu. Z tabulky 5 vychází také statisticky významný vliv vláčení u hodnoty gluten indexu. Ovšem když výsledky srovnáme s údaji v tabulce 2, kde jsou průměrné hodnoty z obou odrůd, je tento parametr hodnocen již jako statisticky nevýznamný. U výsledků reologických vlastností těsta, SDS testu a obsahu mokrého lepku nemělo vláčení statisticky významný vliv. U parametru C1 (Nm), který vyjadřuje absorpci vody moukou, nebyly mezi odrůdami rozdíly. U parametru C2 (Nm), který měří zeslabení bílkovin jako funkci mechanické práce a teploty, byly výsledky vyšší u odrůdy Alkor, ale statisticky nevýznamné. U parametru C3 (Nm), který hodnotí gelovatění škrobu, jsou vidět statisticky významná data gelovatění u odrůdy Alkor.

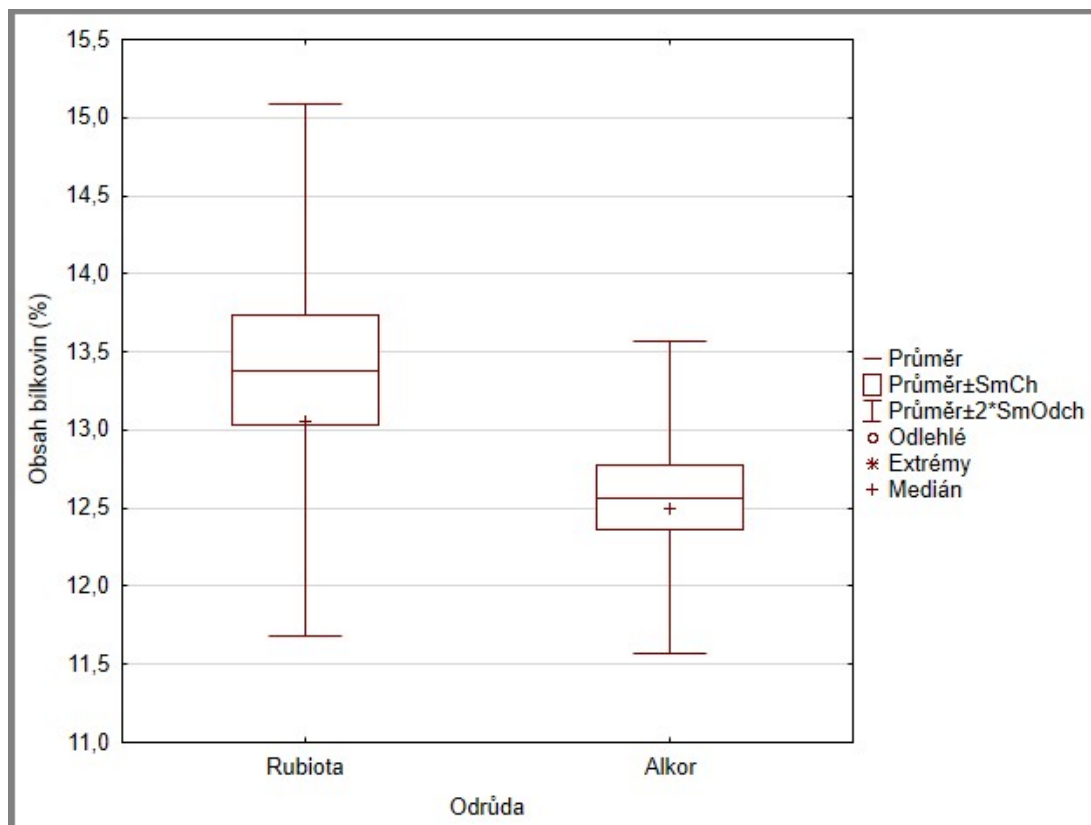
Tabulka 5: Výsledky parametrů jakosti sledovaných odrůd 1.

Odrůda	Varianta	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS test (ml)	Číslo poklesu (s)	C1 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)
Rubiota	nevláčená	12,65bc	30,60a	56,35d	34,50ab	365,50d	1,17b	0,40a	1,84ab
	1x vláčená	13,05cd	31,80a	60,70a	30,00c	331,50c	1,14ab	0,38a	1,78b
	2x vláčená	14,45e	32,70a	61,90a	33,50a	306,50a	1,11a	0,41a	1,89ab
Alkor	nevláčená	12,05a	27,25a	37,25b	34,50ab	358,00d	1,13a	0,46a	1,98b
	1x vláčená	12,50ab	26,40a	48,70c	36,00b	326,50bc	1,13ab	0,41a	1,87ab
	2x vláčená	13,15d	30,15a	61,05a	35,50ab	312,50ab	1,13a	0,47a	1,94ab

Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti  $P < 0.05$  (Tukey HSD test).

Zdroj: vlastní

Vliv vláčení na obsah bílkovin a hodnotu čísla poklesu je popsán již výše v diskusi pod tabulkou 2. U hodnoty obsahu bílkovin je vidět statisticky významný rozdíl mezi odrůdami, přičemž odrůda Rubiota vykazuje vyšší obsah bílkovin než odrůda Alkor. Pro lepší názornost je toto také uvedeno v grafu 4. Nejvyšší obsah bílkovin u odrůdy Rubiota uvádí i Konvalina (2012) a Capouchová (2017). Stejně tak Rubiota vykazuje lepší hodnoty gluten indexu, ale jak je vidět z tabulky 4, po druhém vláčení jsou hodnoty tohoto parametru již stejné. Lepší reologické vlastnosti těsta a SDS testu u odrůdy Alkor uvádí i Katalog bioosiv (2018), kde je uvedeno, že odrůda Alkor má dobré pekařské vlastnosti a především silný pekařský lepek.



Zdroj: vlastní

Graf 4- Vliv odrůdy na obsah bílkovin

U hodnoty C4 (Nm), která měří stabilitu horkého gelu, byl mezi odrůdami statisticky významný rozdíl. Naopak u parametru C5 (Nm), který udává retrogradaci škrobu ve fázi chlazení, a u amplitudy, tedy pružnosti těsta (čím vyšší je její hodnota, tím větší je pružnost těsta), již statisticky významný rozdíl nebyl. Statisticky významný je rozdíl v parametru stability, jejíž hodnota udává odolnost těsta vůči přehnětení. Čím delší je doba, tím více je mouka považována za silnější. Větší odolnost vůči přehnětení vykazuje odrůda Alkor. Jako statisticky nevýznamné byly vyhodnoceny parametry alfa, které udávají rychlost degradace bílkovin při záhřevu, beta, které vyhodnocují rychlost mazovatění škrobu, a gama, které udávají rychlost enzymatické degradace. Jako statisticky významný byl vyhodnocen obsah DON (ppb).

Tabulka 6: Výsledky parametrů jakosti sledovaných odrůd 2.

Odrůda	Varianta	C4 (Nm)	C5 (Nm)	Amplituda	Stabilita	Alfa	Beta	Gama	Obsah DON (ppb)
Rubiota	nevláčená	1,40ab	2,62a	0,08a	7,65a	-0,09a	0,73a	-0,11a	25,00a
	1x vláčená	1,30a	2,48a	0,05a	7,82a	-0,08a	0,79ab	-0,08a	100,00ac
	2x vláčená	1,51ab	2,71a	0,06a	8,03ab	-0,09a	0,80ab	-0,09a	200,00b
Alkor	nevláčená	1,64ab	2,82a	0,08a	8,41bc	-0,10a	0,92b	-0,06a	50,00a
	1x vláčená	1,56ab	2,71a	0,06a	8,40bc	-0,08a	0,74a	-0,04a	175,00bc
	2x vláčená	1,74b	2,93a	0,06a	8,58c	-0,10a	0,84ab	-0,06a	225,00b
Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0.05$ (Tukey HSD test).									

Zdroj: vlastní

U parametru C4 (Nm) byl statisticky významný rozdíl mezi odrůdami, kdy u odrůdy Alkor byla vyhodnocena lepší stabilita horkého gelu než u odrůdy Rubiota. V hodnotách stability byl také statisticky významný rozdíl mezi odrůdami, kdy lepších výsledků dosahovala opět odrůda Alkor. Odrůda Alkor se i podle Katalogu biosiv (2018) vyznačuje vysokou pekařskou kvalitou. Z výsledků stability v tabulce 6 by se zdálo, že na parametr stability má vliv vláčení, ovšem z průměrných výsledků obou odrůd (viz tabulka 2) je tento parametr hodnocen jako statisticky nevýznamný, hlavně kvůli vlivu odrůdy. Malé statistické rozdíly mezi odrůdami byly také vyhodnoceny u kontaminace zrna DON, kde vyšší kontaminaci zrna vykazuje odrůda Alkor.



Jak je vidět v tabulce 7, byly veškeré sledované parametry statisticky významně vyšší u odrůdy Rubiota než u odrůdy Alkor. Zároveň veškeré parametry, vyjma HTS u odrůdy Rubiota a vzdálenosti praporcového listu a klasu u obou odrůd, vykazovaly statisticky významný vliv vláčení.

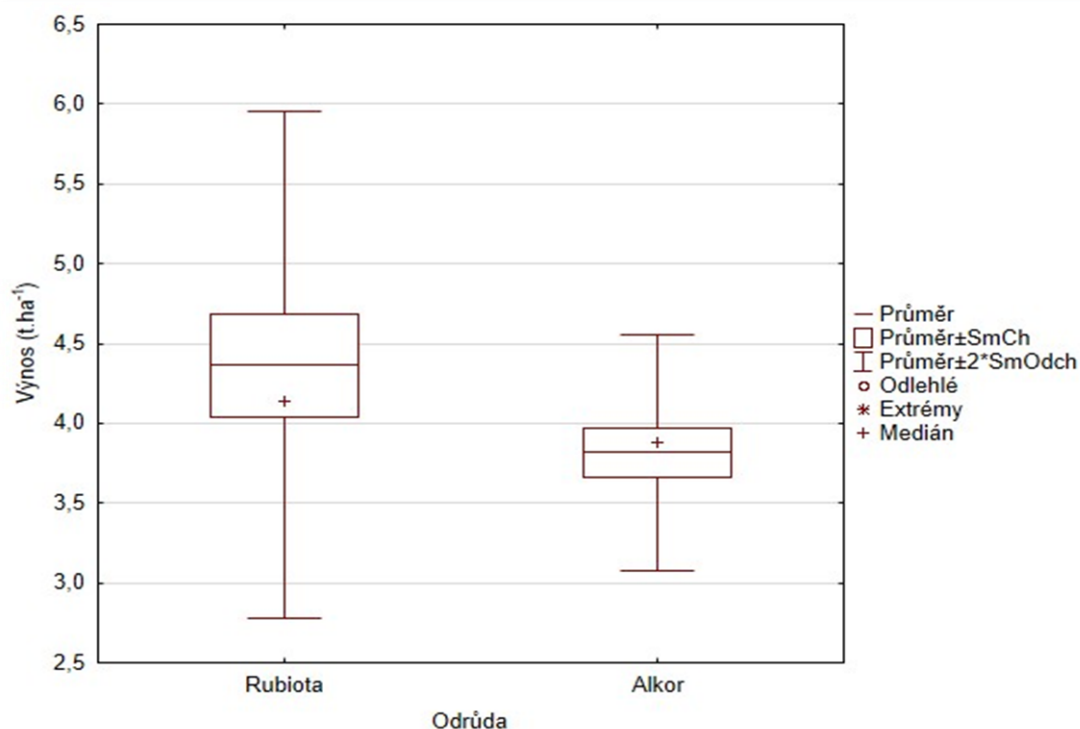
Tabulka 7: Výsledky parametrů sledovaných odrůd na výnos a jeho ovlivnění 1.

Odrůda	Varianta	Výnos (t.ha <sup>-1</sup> )	HTS (g)	Počet klasů na m <sup>2</sup>	Hmotnost rostliny (g)	Hmotnost klásků (g)	Délka klasu (cm)	Délka horního internodia (cm)	Vzdálenost praporcového listu a klasu (cm)
Rubiota	nevláčená	3,61a	49a	372a	2,25a	39,00bc	7,00a	37,20a	29a
	1x vláčená	4,14b	50a	464b	2,70bc	41,00c	7,80ab	46,40c	28ab
	2x vláčená	5,34d	53a	556d	3,00c	48,00d	9,30bc	55,60e	30a
Alkor	nevláčená	3,38a	31b	380a	2,27a	33,00a	7,70ab	38,00a	23b
	1x vláčená	3,88c	37c	416b	2,47ab	35,00ab	8,40abc	41,60b	25ab
	2x vláčená	4,19b	43d	492c	2,67bc	38,00abc	9,90c	49,20d	26ab

Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti  $P < 0.05$  (Tukey HSD test).

Zdroj: vlastní

Statisticky významný vliv na jednotlivé výnosové parametry byl popsán již výše, viz tabulka 3. U parametru výnosu se s vyšším výnosem (graf 5) a HTS u odrůdy Rubiota shodují údaje uváděné v literatuře jen částečně, ač většina autorů (například Grausgruber-Konvalina (2012)) uvádí, že odrůda Rubiota má obecně vyšší výnos. U parametru HTS se údaje uvedené v tabulce 7 s literaturou rozcházejí. Například Katalog biosiv (2018) uvádí HTS u odrůdy Alkor vyšší, než je tomu u odrůdy Rubiota. Parametry jako hmotnost rostlin, délka klasu a délka horního internodia, které jsou vyšší u odrůdy Rubiota, odpovídají údajům, které uvádí např. Katalog biosiv (2018) nebo Konvalina (2012), kde je uvedeno, že odrůda Rubiota je obecně vzrůstnějši a s delším klasem než odrůda Alkor. V počtu klasů na m<sup>2</sup> je vidět větší podporu tvorby fertálních klasů vláčením u odrůdy Rubiota.



Zdroj: vlastní

Graf 5- Vliv odrůdy na výnos zrna

Jak je vidět z výsledků uvedených v tabulce 8, mělo vláčení vliv na všechny uvedené parametry. Vláčení mělo statisticky významný odplevelující vliv jak u odrůdy Rubiota, tak i u odrůdy Alkor. Již slabší, ale přesto statisticky významný vliv mělo vláčení na parametry SPAD a obsahu chlorofylu u obou odrůd.

Tabulka 8: Výsledky parametrů sledovaných odrůd na výnos a jeho ovlivnění 2.

Odrůda	Varianta	Plevele – početnost I.	Plevele – početnost II.	SPAD I.	SPAD II.	SPAD III.	Obsah chlorofylu I.	Obsah chlorofylu II.	Obsah chlorofylu III.
Rubiota	nevláčená	192e	192e	36,30b	39,10a	37,30b	466c	412d	391a
	1x vláčená	114b	90b	38,60a	41,60ab	41,30a	492a	469a	423d
	2x vláčená	84a	64a	40,50a	43,80b	42,20a	585d	513c	459b
Alkor	nevláčená	160d	159d	38,30ab	40,90ab	38,10b	493ab	472a	370c
	1x vláčená	104ab	80ab	40,20a	42,00ab	41,80a	498ab	492b	392a
	2x vláčená	62c	44c	43,60c	42,70ab	43,00a	514b	503bc	448b

Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti  $P < 0.05$  (Tukey HSD test).

Zdroj: vlastní

Ze sledovaných parametrů v tabulce 8 neměla na žádný z nich vliv odrůda, ale pouze vláčení. Je zde vidět pouze lepší reakce na vláčení u odrůdy Rubiota v parametru obsahu chlorofylu.

### 5.1.2 Vyhodnocení faktorů pomocí analýzy variance ANOVA

V hodnocených parametrech pomocí analýzy variance Anova byl sledován vliv odrůdy, varianty vláčení a jejich vzájemné interakce.

V parametru výnosu se silně projevil vliv vláčení, a to z 58 %. Odrůda výnos ovlivnila z 32 % a jejich vzájemná interakce z 10 %. U HTS je vidět jednoznačné ovlivnění odrůdou, vláčení ho ovlivnilo pouze z 10 %. Na počet klasů mělo dominantní vliv vláčení, a to z 81 %. Odrůda se na počtu klasů podílela jen z 13 %. Stejně tak hmotnost rostlin byla ovlivněna více vláčením (ze 76 %) než odrůdou, která ovlivnila hmotnost rostlin z 21 %.

Tabulka 9: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 1.

Faktor	Stupně volnosti	Výnos		HTS		Počet klasů		Hmotnost rostliny	
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F
odrůda (1)	1	0,90	256,15*	576,02	642,79*	3605,33	65,95*	0,10	10,34*
vláčení (2)	2	1,63	466,31*	65,46	73,05*	22037,33	403,12*	0,33	35,37*
1x2	2	0,27	78,07*	19,38	21,62*	1429,33	26,15*	0,03	3,46ns
chyba	6	0,00	-	0,90	-	54,67	-	0,01	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; <sup>ns</sup> neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Na parametr výnosu mělo vláčení velký vliv, což uvádí například i Moudrý (2011). Velký vliv měla také odrůda, a to z 32 %, viz tabulka 9. Vliv odrůdy se dominantně projevil u HTS. U počtu klasů na m<sup>2</sup> se v největší míře projevil vláčení, a to z 81 %. Podporu vláčení na tvorbu odnoží a jejich udržení uvádí také Konvalina (2008), což by také odpovídalo tomu, že zvýšený výnos není díky vyššímu HTS, ale právě díky většímu počtu klasů a - jak je vidět z tabulky 10 - i délky klasu. Stejně tak na hmotnost rostlin mělo větší vliv vláčení, zřejmě z důvodu podpory mineralizace půdy.

Jak je vidět z tabulky 10, na hmotnost klásků měla ze 73 % vliv odrůda. U parametru délky klasu byl jako statisticky významný vyhodnocen pouze vliv vláčení. Na délce horního internodia se z 81 % podílelo vláčení a z 13 % odrůda. Na vzdálenost praporcového listu a klasu měla statisticky významný vliv jen odrůda.

Tabulka 10: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 2.

Faktor	Stupně volnosti	Hmotnost klásků		Délka klasu		Délka horního internodia		Vzdálenost praporcového listu - klasu		
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F	
odrůda	(1)	1	161,33	96,80*	1,20	4,35ns	36,05*	117,57*	56,33	33,80*
vláčení	(2)	2	52,00	31,20*	5,25	18,98*	220,37*	718,61*	4,33	2,60ns
1x2		2	5,33	3,20ns	0,00	0,01ns	14,29*	46,61*	2,33	1,40ns
chyba		6	1,67	-	0,28	-	0,31	-	1,67	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; ns neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Hmotnost klásků a vzdálenost praporcového listu a klasu je v podstatě čistě odrůdovou záležitostí a vliv vláčení byl u těchto parametrů zanedbatelný. Zato délka horního internodia a délka klasu se s vláčením prodlužovala. Na to mohlo mít vliv především zvýšené množství klasů a živin. V hustém porostu s dostatečnými živinami se rostliny prodlužovaly, což uvádí celá řada autorů, např. Konvalina (2012), Lacko-Bartošová (2005) nebo Moudrý (2011). Tito autoři zároveň upozorňují na zvýšené riziko poléhání kvůli přehnojení dusíkatými hnojivy nebo vysokému vzrůstu rostlin.

U početnosti plevelů I. je silný, statisticky významný vliv vláčení. Vlácení se na početnosti plevelů I. podílí z 83 %. Na početnosti plevelů II. je vidět v tabulce 11 zvyšující se vliv vláčení. Odrůda má na početnost plevelů slabý vliv. Hodnotu SPAD I. ovlivňuje jak vláčení (z 58 %) tak odrůda (ze 40 %). U hodnoty SPAD II. je již statisticky významný jen vliv vláčení, a to z 81 %. Stejně tak u SPAD III., viz tabulka 12.

Tabulka 11: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 3.

Faktor	Stupně volnosti	Plevele – početnost I.		Plevele – početnost II.		SPAD I.		SPAD II.	
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F
odrůda (1)	1	1386,75	54,56*	1323,00	61,06*	14,96	48,79*	0,40ns	0,31ns
vláčení (2)	2	10872,75	427,78*	15942,33	735,80*	22,66	73,90*	10,60	8,05*
1x2	2	126,75	4,99ns	133,00	6,14*	0,60ns	1,97ns	2,10ns	1,60ns
chyba	6	25,42	-	21,67	-	0,31	-	1,32	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; ns neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

U zaplevelenosti jsou výsledky vcelku jednoznačné - čím více se vláčí, tím více se snižuje početnost plevelů a vliv odrůdy. Redukci plevelů díky vláčení popisuje také Surovčík (1999) nebo Šarapatka (2006). Hodnota SPAD byla ovlivněna vláčením zřejmě v důsledku mineralizace živin. Vliv vláčení na mineralizaci popisuje také Kohout (1997) a Grausgruber-Konvalina (2012).

Z tabulky 12 lze vyčíst, že na obsah chlorofylu má dominantní vliv vláčení, a to průměrně z 78 %. Vliv odrůdy zde byl sice statisticky významný, ale ovlivnil tento parametr pouze průměrně z 19 %.

Tabulka 12: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 4.

Faktor	Stupně volnosti	SPAD III.		Obsah chlorofylu I.		Obsah chlorofylu II.		Obsah chlorofylu III.		
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F	
odrůda	(1)	1	1,47	2,36ns	468,75	15,76*	1776,33	115,85*	1323,00	82,69*
vláčení	(2)	2	26,62	42,71*	5420,08	182,19*	4396,33	286,72*	5449,33	340,58*
1x2		2	0,03	0,05ns	2671,75	89,81*	1226,33	79,98*	100,00	6,25*
chyba		6	0,62	-	29,75	-	15,33	-	16,00	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; <sup>ns</sup> neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Hodnota obsahu chlorofylu, která je vláčením ovlivněna podobně jako SPAD, má zřejmě i stejné vysvětlení, tedy její ovlivnění v důsledku mineralizace živin. Vliv vláčení na mineralizaci popisuje také Kohout (1997) a Grausgruber-Konvalina (2012).

U parametru obsahu bílkovin lze z tabulky 13 vyčíst, že obsah bílkovin je vláčením ovlivněn z 50 % a odrůdou z 45 %. Obsah mokrého lepku je statisticky významně ovlivněn pouze odrůdou. Na parametru gluten indexu se vláčení částečně podílelo z 38 %, ale hlavní vliv zde měla odrůda, a to z 61 %. U SDS testu dominuje vliv odrůdy z 62 %. Interakce jak vláčení, tak odrůdy se na hodnotě SDS testu podílí z 27 %.

Tabulka 13: Vyhodnocení vlivu faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 5.

Faktor	Stupně volnosti	Obsah bílkovin		Obsah mokrého lepku		Gluten index		SDS test		
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F	
odrůda	(1)	1	2,00	141,24*	42,56	15,43*	340,27	354,75*	21,33	64,00*
varianta	(2)	2	2,22	156,88*	7,79	2,82ns	215,78	224,96*	3,00	9,00*
1x2		2	0,18	12,41*	2,16	0,78ns	84,63	88,24*	9,33	28,00*
chyba		6	0,01	-	2,76	-	0,96	-	0,33	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; ns neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Obsah bílkovin byl z větší části ovlivněn vláčením, což mohla způsobit jak redukce plevelů a podpora mineralizace, tak i zvýšený obsah chlorofylu. Ovlivnění odrůdou v tomto parametru bylo také vysoké, může za to zřejmě už tak vysoký obsah bílkovin v zrně pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.), což by odpovídalo tomu, co uvádí Lacko-Bartošová (2014). Na zbylé faktory uvedené v tabulce 13 nemělo vláčení rozhodující vliv, ale projevil se zde spíše vliv odrůdy.

Číslo poklesu bylo statisticky významně ovlivněno pouze vláčením. Hodnota C1, která vyjadřuje absorpci vody moukou, byla ovlivněna vláčením a interakcí mezi vláčením a odrůdou. Hodnoty C2, která udává zeslabení bílkovin jako funkci mechanické práce a teploty, a C3, která vyjadřuje gelovatění škrobu, byly statisticky významně ovlivněny pouze odrůdou, vláčení na ně nemělo přímý vliv.

Tabulka 14: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 6.

Faktor	Stupně volnosti	Číslo poklesu		C1		C2		C3		
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F	
odrůda	(1)	1	14,08	1,08ns	0,00	3,87ns	0,01	11,29*	0,02	10,51*
vláčení	(2)	2	2788,58	213,14*	0,00	8,84*	0,00	3,53ns	0,01	4,04ns
1x2		2	51,58	3,94ns	0,00	8,75*	0,00	0,60ns	0,00	0,86ns
chyba		6	13,08	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; <sup>ns</sup> neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Hodnoty čísla poklesu zřejmě ovlivnilo zhoustnutí a prodloužení porostu. Takový porost držel lépe vodu, navíc vláčení do jisté míry zabránilo i výparu vody. Vlhčí a místy polehlý porost byl náchylnější k porůstání, tedy ke zvýšení aktivity alfa amylasy, což uvádí i Moudrý (2011). Vyšší zásobenost vodou mohla mít vliv i na hodnotu C1, a ta proto byla ovlivněna vláčením. Hodnoty C2 a C3 nebyly vláčením ovlivněny.



U faktoru C4, tedy stability horkého gelu, a faktoru C5, který vyjadřuje retrogradaci škrobu ve fázi chlazení, měla statisticky významný vliv pouze odrůda. Amplituda, která udává pružnost těsta, a stabilita, která vyjadřuje odolnost těsta vůči přehnětení, byly statisticky významně ovlivněny pouze vláčením, viz tabulka 15.

Tabulka 15: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 7.

Faktor	Stupně volnosti	C4		C5		Amplituda		Stabilita	
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F
Odrůda (1)	1	0,17	14,17*	0,14	8,69*	0,00	0,49ns	1,19	106,68
vláčení (2)	2	0,04	3,18ns	0,05	3,01ns	0,00	10,45*	0,08	7,31*
1x2	2	0,00	0,01ns	0,00	0,02ns	0,00	0,49ns	0,01	1,10ns
chyba	6	0,01	-	0,02	-	0,00	-	0,01	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; <sup>ns</sup> neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

Vliv vláčení na pružnost a odolnost těsta vůči přehnětení má zřejmě souvislost s hodnotou C1, která je popsána v tabulce 14. Hodnota C1 je také ovlivněna vláčením a udává nám absorpci vody moukou. Je tedy možné, že díky větší absorpci vody je těsto pružnější a odolnější vůči přehnětení, což by mohla být značná výhoda pro zpracování pšenice špaldy, protože jak uvádí Prugar (2008), dává špalda těsta se slabší odolností vůči mechanickému namáhání.

U hodnoty alfa v tabulce 16 byl statisticky významný pouze vliv vláčení. Faktor alfa udává rychlost zeslabení bílkovin při záhřevu. U faktoru beta, který

vyjadřuje rychlost mazovatění škrobu, byla statisticky významně vyhodnocena interakce mezi vlivem vláčení a odrůdy. Rychlost enzymatické degradace, tedy faktor gama, byl statisticky významně ovlivněn pouze odrůdou. Kontaminace zrna DON byla ovlivněna z 84 % vláčením a pouze ze 14 % odrůdou.

Tabulka 16: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 8.

Faktor	Stupně volnosti	ALFA		BETA		GAMA		Obsah DON	
		PČ	F	PČ	F	PČ	F	PČ	F
odrůda (1)	1	0,00	0,28ns	0,01	5,61ns	0,00	11,44*	5208,33	8,33*
vláčení (2)	2	0,00	5,47*	0,00	2,33ns	0,00	1,59ns	30833,33	49,33*
1x2	2	0,00	0,21ns	0,01	7,76*	0,00	0,29ns	833,33	1,33ns
chyba	6	0,00	-	0,00	-	0,00	-	625,00	-

Poznámka: \* statisticky průkazné  $P < 0.05$ ; <sup>ns</sup> neprůkazné; PČ = průměrný čtverec; F = testovací kritérium

Zdroj: vlastní

U hodnoty beta je statisticky významný vliv interakce, což znamená, že u porostů pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) ošetřených vláčením se bude hodnota beta zvyšovat oproti porostům, které by ošetřené nebyly. Faktor gama je odrůdová záležitost s vazbou na číslo poklesu. Obsah DON je ovlivněn systémem vláčení, zřejmě hustší a vlhčí porosty jsou náchylnější k rozvoji fuzarióz. Náchylnost přehoustlých porostů k fuzariózám uvádí i Grausgruber-Konvalina (2012).

### 5.1.3 Výsledky korelačních analýz

Výsledky korelačních analýz výnosových parametrů, viz tabulka 17 publikovaná v přílohách diplomové práce. Výnos zrna má na hladině významnosti  $p < 0,001$ , v tabulce označené symbolem „\*“ a červeným textem, pozitivní korelaci s parametry: počet klasů ( $m^2$ ), délka horního internodia, hmotnost jedné rostliny, hmotnost klásků 1 rostliny, chlorofyl I a chlorofyl III. Počet klasů na  $m^2$  má pozitivní korelaci s délkou horního internodia, hmotností jedné rostliny a chlorofylem I a III. Parametr délka horního internodia pozitivně koreluje s délkou horního internodia a chlorofylem I a III. Hmotnost rostliny má pozitivní korelaci s chlorofylem I a III. Parametr vzdálenost praporcového listu a klasu má pozitivní korelaci pouze s HTS. Délka klasu pozitivně koreluje se SPAD I, SPAD, III a chlorofylem II. Výsledek korelační analýzy pro hmotnost klásků má zcela logicky pozitivní korelaci s HTS. Z údajů v tabulce 17 je zřejmé, že spolu obecně pozitivně korelují obsah chlorofylu s hodnotou SPAD. V tabulce 17 jsou dále uvedené i korelace na nižších hladinách významnosti, a to  $p < 0,01$  označené v tabulce symbolem „\*\*“ a  $p < 0,05$  označené symbolem „\*\*\*“.

Jak je vidět z tabulky 17, pozitivně spolu korelují výnosové parametry, které jsou na sobě v logické návaznosti. Jak je vidět ze statistického vyhodnocení analýzy variance anova i z korelačních analýz, je vliv vláčení na výnos zrna ovlivněn zlepšením parametrů délky klasu a počtem klasů na  $m^2$ , ale parametr HTS ho nijak neovlivňuje.

Jak je vidět z výsledků korelačních analýz kvalitativních parametrů sepsaných v tabulce 18 a uvedené v přílohách této diplomové práce, má obsah bílkovin na hladině významnosti  $p < 0,001$ , označené v tabulce symbolem „\*“ a červeným textem, silnou pozitivní korelaci s výnosem zrna. Z tabulky 18 lze dále vyčíst, že silnou pozitivní korelaci mají mezi sebou parametry C1, C2, C3 a C4, které udávají reologické vlastnosti těsta. Výsledky korelačních analýz, které jsou na hladinách významnosti  $p < 0,01$  a  $p < 0,05$  jsou v tabulce 18 označené stejnými symboly jako v tabulce 17.

Z těchto výsledků je zajímavá silná pozitivní korelace mezi obsahem bílkovin a výnosem zrna, jelikož v mé bakalářské práci, kde jsem se zabýval vhodností jarních odrůd špaldy pro pěstování v ekologickém zemědělství, byla tato korelace vyhodnocena jako negativní. U jarních odrůd tedy s rostoucím obsahem bílkovin v zrna klesal výnos a u ozimých odrůd je tomu naopak. Z toho by šel usuzovat velký vliv odrůdy.

## 6. Závěr

Pokud se zaměříme na statistické vyhodnocení vlivu vláčení na redukci plevelů, je jasné, že vláčení má silnou odplevelující schopnost na početnost plevelů a s jeho opakováním tato účinnost roste. Při opakovaném vláčení musíme brát na zřetel stav plodiny po prvním vláčení. Jak je vidět z tabulky 4, vláčení má účinnost jen na některé druhy plevelných rostlin. Obecně lze říct, že lépe působí na jednoleté, méně vzrůstné plevele jarního charakteru, hůře nebo vůbec neredukuje vytrvalé a vzrůstné plevele ozimého charakteru.

Ve výnosových parametrech mělo vláčení značný vliv na celkový výnos zrna a rostliny pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) celkově prodlužovalo, zvyšovala se délka horního internodia i délka klasu. Vlácení mělo značný vliv na počet klasů na m<sup>2</sup>, a naopak nemělo téměř žádný vliv na hodnotu HTS. Z těchto skutečností lze vyvodit, že vláčení zvyšuje výnos pomocí podpory odnožování a prodloužením klasu.

Na kvalitativní parametry mělo vláčení jen malý vliv. Z kvalitativních parametrů se zvyšoval obsah bílkovin, přičemž tento parametr měl silnou pozitivní korelaci na výnos. S intenzitou vláčení se snižovalo číslo poklesu, což by mohla být spíše výhoda vzhledem k vysokým číslům poklesu, která špalda obecně má. Z reologických vlastností těsta mělo vláčení pozitivní vliv pouze na parametr absorpce vody moukou, pružnost těsta a jeho odolnost k přehnětení, tedy faktory C1, amplituda a stabilita, což spolu logicky souvisí.

Vzhledem ke zjištěným výsledkům lze doporučit operaci vláčení, a to i opakovanou, na porostech pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) především s cílem redukce plevelů a zároveň zvýšení výnosu zrna.

## 7. Přehled použité literatury a zdrojů

Aplikační příručka Mixolabu Reologické a enzymové analýzy: Metody analýzy, Studie a aplikace, 2012. Praha: O.K.SERVIS BioPro.

BABULICOVÁ, Mária, Dana KOTOROVÁ, Mária SEKERKOVÁ a Lubica MALOVCOVÁ, 2011. *Dosledky vyššieho podielu hustosiatych obilnín v osevných postupoch na vlastnosti pody, produkčnú schopnosť, výskyt chorob a zaburinenosť porastov*. Piešťany: Centrum výskumu rastlinnej výroby. ISBN 978-80-89417-35-3.

ČSN EN ISO 20483 (2014): Obiloviny a luštěniny – Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek – Kjeldahlova metoda

ČSN EN ISO 3093 (2007): Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka, pšenice tvrdá (durum) a semolina z pšenice tvrdé – Stanovení čísla poklesu podle Hagberga-Pertena.

ČSN EN ISO 5529 (2011): Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zeleného test.

FELDMAN, M. (2001): *Origin of cultivated wheat*. In: Bojean, H.P., Angus W.J. (Eds.), *the world wheat book: A history of wheat breeding*, Lavoiser Publishing, Paris, pp 3-56.

GRAUSGRUBER, Heinrich, KONVALINA, Petr, ed., 2012. *Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: V nakl. Vlastimil Johanus vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-87510-24-7.

GRÜMMER, G. (1955): *Die gegenseitige Beeinflussung höher Pflanzen- Allelopathie*. Jena

CHRPOVÁ, J. (2011) *Využití metody imunoafinitní chromatografie pro stanovení obsahu deoxynivalenolu v zrně obilovin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-067-3.

ICC 137/1 (1994): Mechanical Determination of the Wet Gluten Content of Wheat Flour (Perten Glutomatic)

ICC 155 (1994): Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*)

Katalog bioosiv: podzim 2018, 2018. Staré město pod sněžníkem: PRO-BIO, str 7-8.

KAZDA, Jan a Evženie PROKINOVÁ, 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-34-2.

KOHOUT, Václav a Marta KNEIFELOVÁ, 1993. *Regulace zaplevelení polí*. 2., kompletně přeprac. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-710-5055-5.

KOHOUT, Václav, 1996. *Herbologie: plevel a jejich regulace*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0308

KOHOUT, Václav, 1997. *Plevel polí a zahrad*. Praha: Agrospoj.

KONVALINA, P, (2008): *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978807394116

KONVALINA, P, ed., (2014): *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 9788073945404.

KONVALINA, P. (2012): *Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-118-2.

KONVALINA, Petr a Jan MOUDRÝ, 2008. *Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-131-4.

KÖRBER-GROHNE, U. (1989): *The history of spelt (*Triticum spelta* L.): on the basis of archaeobotanical findings from Neolithic to Medieval times, and the data by written sources until today*. Dire, France.

LACKO-BARTOŠOVÁ, M., A KOL., (2014): *(*Triticum spelta* L.) - pestovanie a využitie: Vedecká monografia z riešenia výskumného projektu Podpora inovácie špeciálnych výrobkov biopotravin pre zdravú výživu ľudí*. Nitra: Apel, spol. ISBN 978-80-552-1275-3.

LACKO-BARTOŠOVÁ, Magdaléna, 2005. *Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo*. Nitra. ISBN 80-8069-556-3.

LÍŠKA, E., K. ČERNUŠKO, J. CÍGLAR a V. BORECKÝ, 1995. *Atlas burín*. VŠP Nitra: REPRO ART Bratislava. ISBN 80-7137-193-9.

McFadden, E.S., Sears, E. R. (1946): *The origin of (*Triticum spelta* L.) and its freethreshing hexaploid relatives*. Journal of Heredity 37: 81-89

MICHALOVÁ, A. – ŠKEŘÍK, J. (2002): *Pohanka, špalda a proso v ekologickém zemědělství*. In poradenské listy svazu PRO-BIO (Odborná příloha BIO – měsíčníku pro trvale udržitelný život), č.6, s. 9-12.

MICHALOVÁ, A. (2000): *Význam některých „zapomenutých“ obilnin a pseudoobilnin a jejich potravinářské využití*. Nový venkov 9: 32-33.



MIKULKA, Jan a Marta KNEIFELOVÁ, 2005. *Plevelné rostliny. 2.*, kompletně přeprac. vyd. Praha: Profi Press. ISBN 80-867-2602-9.

MIKULKA, Jan, 1995. *Pýr plazivý: Biologie a hubení.* České Budějovice: Akademická knihovna Jihočeské univerzity.

MOUDRÝ, Jan a STRAŠIL, Z. (1996): *Alternativní plodiny.* České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-198-2.

MOUDRÝ, Jan, 2011. *Alternativní plodiny.* Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-40-3.

MOUDRÝ, Jan, 2007. *Ekologické zemědělství: vysokoškolská učebnice.* České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-046-1.

NEUERBURG, W a PADEL, S. 1994. *Ekologické zemědělství v praxi.* Přeložil Jan MOUDRÝ. Praha: Agrospoj.

NEURURER, H. 1990. *Zkušenosti s použitím plecích bran k hubení plevelů.* Pflanzenchutz.

POLIŠENSKÁ, Ivana, 2018. *Mykotoxiny v obilovinách a jejich dopad na kvalitu potravin a krmiv.* Agromanuál. Kroměříž: Agrotest fyto, s.r.o. (10. 09. 2018).

PRUGAR, Jaroslav, 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.* Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. ISBN 978-80-86576-28-2.

PULKRÁBEK, Josef, Ivana CAPOUCHOVÁ a Karel HAMOUZ, 2003. *Speciální fytotechnika.* Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby. ISBN 80-213-1020-0.

STEHNO, Z. (2001): *Pěstování a možnosti využití pluchatých pšeníc*. Farmář, 7–8: 18-21.

SUROVČÍK, Jozef a Mária SEKERKOVÁ, 1998. *Ochrana obilnín*. Piešťany: Výskumný ústav rastlinej výroby.

ŠARAPATKA, B a URBAN, J. (2006): *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO. ISBN 8087080009.

ŠARAPATKA, B, (2010): *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Olomouc: Bioinstitut. ISBN 9788087371107.

ŠTROBACH, Jan a Jan MIKULKA, 2008. *Metody regulace vytrvalých plevelů: na zemědělské půdě šetrné k životnímu prostředí*. Ministerstvo zemědělství České republiky, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i, Praha - Ruzyně.

ÚKZÚZ Metodiky zkoušek užitné hodnoty pšenice ZUH/22-2013 (2013): Která platí pro pšenice setá (*Triticum aestivum L.*), pšenice tvrdá (*Triticum durum Desf.*) a pšenice špalda (*Triticum spelta L.*),

VLASÁK, M. (1997): *Syntéza výsledků zkoušení ozimé pšenice špaldy ve VÚRV Praha – Ruzyně*. Farmář, 3 (2) :18-19

WIWART, M, SUCHOVILSKA, E. PACKA, D. BIENKOWSKA, T. and RUTKOWSKA-ŁOŚ, A., (2016): *Registration of 'Wirtas', A New Spring Spelt Cultivar in Poland*. *J. Plant. Reg.* 10:271-275. doi:10.3198/jpr2015.11.0068crc

ZIMOLKA, J, (c2005): *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press. ISBN 8086726096.

Internetové zdroje :

CAPOUCHOVÁ, Ivana, 2017. Minoritní pšenice v ekologickém zemědělství [online]. In: s. 5-9 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: [https://katedry.czu.cz/storage/74ccba56-3\\_capouchova\\_eko.pdf](https://katedry.czu.cz/storage/74ccba56-3_capouchova_eko.pdf)

ROČENKY ekologického zemědělství (2011-2017): [online], [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://bioinstitut.cz/cz/ekologicke-zemedelstvi/rocenky-ez>

Saatbau-Linz: EBNERS ROTKORN, Saatbau Česká republika [online]. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.saatbau.com/cz/saatgut/obilniny/ozimy/psenice-ozima-spalda/ebners-rotkorn-cs-cz?id=550>

Saaten-Union: ZOLLERN SPELZ [online], 2019. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.saaten-union.cz/index.cfm?m=varieties&p=48,1215,html>

## Seznam použitých zkratk:

<i>Zkratka</i>	<i>Plný význam zkratky</i>
Apod.	A podobně
ČR	Česká republika
HTS	Hmotnost tisíce semen
EZ	Ekologické zemědělství
Např.	Například
Tzv	Takzvané

## Seznam tabulek:

Tabulka 2: Vývoj pěstitelských ploch pšenice špaldy v ČR.....	11
Tabulka 2: Výsledky sledovaných parametrů jakosti – souhrnné hodnocení vlivu vláčení (2 odrůdy – Rubiota, Alkor).....	40
Tabulka 3: Výsledky sledovaných parametrů výnosu a polních pozorování – souhrnné hodnocení vlivu vláčení (2 odrůdy – Rubiota, Alkor).....	43
Tabulka 4: Vliv vláčení na jednotlivé vybrané druhy plevelných rostlin .....	45
Tabulka 5: Výsledky parametrů jakosti sledovaných odrůd 1.....	46
Tabulka 6: Výsledky parametrů jakosti sledovaných odrůd 2.....	48
Tabulka 7: Výsledky parametrů sledovaných odrůd na výnos a jeho ovlivnění 1....	49
Tabulka 8: Výsledky parametrů sledovaných odrůd na výnos a jeho ovlivnění 2....	50
Tabulka 9: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 1.....	51
Tabulka 10: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 2.....	52
Tabulka 11: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 3.....	53
Tabulka 12: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 4.....	54
Tabulka 13: Vyhodnocení vlivu faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 5.....	55
Tabulka 14: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 6.....	56
Tabulka 15: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 7.....	57
Tabulka 16: Vyhodnocení faktorů (odrůda, varianta vláčení) na sledované parametry a jejich interakce pomocí analýzy variance (ANOVA) 8.....	58
Tabulka 17: Korelační analýza výnosových parametrů: Na hladinách významnosti $p < 0,001$ , *: $p < 0,01$ **: $p < 0,05$ *** .....	70
Tabulka 18: Korelační analýza kvalitativních parametrů: Na hladinách významnosti $p < 0,001$ , *: $p < 0,01$ **: $p < 0,05$ *** .....	71

Seznam grafů:

Graf 1- Vliv počtu vláčení na obsah bílkovin.....	41
Graf 2- Srovnání variant ošetření vláčením na reologické vlastnosti těsta.....	42
Graf 3- Vliv počtu vláčení na výnos zrna.....	44
Graf 4- Vliv odrůdy na obsah bílkovin.....	47
Graf 5- Vliv odrůdy na výnos zrna.....	50

Přílohy k diplomové práci:

Tabulka 17: Korelační analýza výnosových parametrů. Na hladinách významnosti $p < 0,001$ , *: $p < 0,01$ **: $p < 0,05$ ***																
Proměnná	Průměry	Sm.odch.	Výnos (t/ha)	Počet klasů (m <sup>2</sup> )	Délka horního internodia (cm)	Hmotnost jedné rostliny (g)	Vzdálenost prap. listu a klasu (cm)	Délka klasu (cm)	Hmotnost klásků na rostlinu (g)	HTS	SPAD I.	Chlorofyl I.	SPAD II.	Chlorofyl II.	SPAD III.	Chlorofyl III.
Výnos (t/ha)	4,09	0,65	1,00													
Počet klasů (m)	446,66	68,00	0,95*	1,00												
Délka horního	44,66	6,79	0,94*	0,99*	1,00											
Hmotnost jedné	2,56	0,28	0,93*	0,95*	0,95*	1,00										
Vzdálenost prap. listu a	26,83	2,69	0,62***	0,46ns	0,46ns	0,48ns	1,00									
Délka klasu (cm)	8,35	1,1	0,61***	0,76**	0,76**	0,68***	-0,07 ns	1,00								
Hmotnost klásků I	39,00	5,10	0,88*	0,77**	0,79**	0,8**	0,82**	0,3ns	1,00							
HTS	43,62	8,26	0,67***	0,57ns	0,57ns	0,58***	0,90*	0,1ns	0,88*	1,00						
SPAD I.	39,58	2,4	0,44ns	0,64***	0,65***	0,55ns	0,15ns	0,90*	0,12ns	-0,06ns	1,00					
Chlorofyl I.	507,91	39,11	0,91*	0,88*	0,88*	0,83*	0,34ns	0,68***	0,70***	0,35ns	1,00					
SPAD II.	41,68	1,75	0,67***	0,77**	0,79**	0,67***	0,13ns	0,69***	0,44ns	0,15ns	0,70***	1,00				
Chlorofyl II.	476,83	34,5	0,63***	0,76**	0,76**	0,71**	-0,15ns	0,83*	0,26ns	-0,09ns	0,77**	0,60***	1,00			
SPAD III.	40,62	2,3	0,64***	0,78**	0,79**	0,76**	-0,05ns	0,82*	0,37ns	0,24ns	0,58***	0,74**	0,82*	1,00		
Chlorofyl III.	413,83	33,73	0,88*	0,95*	0,95*	0,90*	0,55ns	0,75**	0,78**	0,68***	0,74**	0,65***	0,60***	0,74**		

Tabulka 18: Korelační analýza kvalitativních parametrů: Na hladinách významnosti p < 0,001, *, p < 0,01 **, p < 0,05 ***															
Proměnná	Průměry	Sm.odch.	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS (ml)	Číslo poklesu (s)	Výnos (t/ha)	C1 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)	Amplituda (Nm)	Stabilita (Nm)
Obsah bílkovin (%)	12,98	0,79	1,00												
Obsah mokrého lepku (%)	29,82	2,68	0,71***	1,00											
Gluten index	54,33	9,28	0,76**	0,72**	1,00										
SDS (ml)	34	2,09	-0,26ns	-0,49ns	-0,36ns	1,00									
Číslo poklesu (s)	333,42	22,91	-0,74**	-0,30ns	-0,58***	0,01ns	1,00								
Výnos (t/ha)	4,09	0,66	<b>0,98*</b>	0,62***	0,62***	-0,22ns	-0,55ns	1,00							
C1 (Nm)	1,13	0,02	-0,43ns	-0,43ns	0,11ns	-0,05ns	-0,23ns	-0,42ns	1,00						
C2 (Nm)	0,42	0,04	-0,24ns	-0,24ns	0,37ns	0,50ns	-0,17ns	-0,57ns	<b>0,90*</b>	1,00					
C3 (Nm)	1,88	0,08	-0,21ns	-0,21ns	-0,50ns	0,52ns	-0,09ns	-0,57ns	<b>0,88*</b>	<b>0,92*</b>	1,00				
C4 (Nm)	1,53	0,17	-0,14ns	-0,14ns	-0,51ns	0,62***	-0,07ns	-0,54ns	<b>0,84*</b>	<b>0,92*</b>	<b>0,99*</b>	1,00			
C5 (Nm)	2,71	0,18	-0,01ns	-0,01ns	-0,46ns	0,58***	-0,54ns	0,18ns	0,41ns	0,58***	0,38ns	0,45ns	1,00		
Amplituda (Nm)	0,07	0,01	-0,48ns	-0,48ns	-0,43ns	0,36ns	-0,08ns	-0,51ns	0,70***	0,60***	0,7**	0,62***	0,62***	1,00	
Stabilita (Nm)	8,15	0,36	-0,19ns	-0,48ns	-0,37ns	0,59***	0,08ns	-0,14ns	-0,45ns	-0,61***	-0,52ns	0,45ns	-0,61***	-0,13ns	1,00

