

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Diplomová práce

**Sledování obsahové hladiny vybrané skupiny mikro a
makroprvků v zrně odrůd krmné pšenice produkované
v podniku RABBIT Trhový Štěpánov, a.s.**

Autor diplomové práce: Bc. František Nerad

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

České Budějovice 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. František NERAD**
Osobní číslo: **Z15303**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Sledování obsahové hladiny vybrané skupiny mikro a makroprvků v zrna odrůd krmné pšenice produkované v podniku RABBIT Trhový Štěpánov, a.s.**
Zadávací katedra: **Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


Cílem práce je zhodnocení obsahových parametrů vybrané skupiny mikro a makroprvků v zrna pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) v rámci skupiny odrůd (Elixer, Vanessa, Tobak, Bombus) určených pro krmné využití. DP bude řešena experimentální formou. Hodnoceny budou vzorky zrna získané v rámci maloparcelkového pokusu vedeného v rámci podniku RABBIT Trhový Štěpánov, a.s. na třech různých stanovištích. Vedle analýzy vybrané skupiny kvalitativních parametrů zrna, budou hodnoceny i výnosové parametry (počet rostlin a klasů na plochu a sklizené množství zrna z jednotky plochy). Data budou studentem získány v rámci uvedeného pokusu v úzké spolupráci s podnikem RABBIT Trhový Štěpánov, a.s. Formálně bude DP členěna obvyklým způsobem: úvod, literární rešerše, materiál a metody, výsledky, diskuze, závěr a seznam použité literatury.

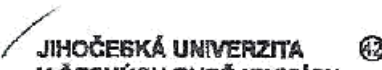
Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Zimolka J. (ed.) 2005. Pšenice. Profi Press, s.r.o., Praha, 180 pp.
Prugar J. (ed.) 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský a.s. a Komise jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 pp.
Publikace získané na základě vlastní práce s databázovými systémy a informačními zdroji (např. Web of Knowledge; Scopus, Wiley-Blackwell InterScience, ScienceDirect, certifikované metodiky týkající se dané problematiky apod.)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: 28. února 2018
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2018


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


JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentická 1638, 370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. února 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „Sledování obsahové hladiny vybrané skupiny makro a mikroprvků v zrně odrůd krmné pšenice produkované v podniku Rabbit Trhový Štěpánov a.s.“ jsem 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 diplomové 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. 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.

.....
Datum

.....
Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Veronice Bártové, Ph.D. za vstřícný přístup, cenné rady a metodické vedení při vypracování diplomové práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval také své rodině za veškerou podporu během celého studia. Zároveň děkuji zmíněnému podniku Rabbit Trhový Štěpánov a.s. za ochotu a čas poskytnutý k získání interních informací.

Abstrakt:

Cílem diplomové práce je zhodnocení obsahových parametrů vybrané skupiny makro a mikroprvků v zrně pšenice seté (*Triticum aestivum*) v rámci skupiny odrůd (Elixer, Vanessa, Tobak, Bombus) určených pro krmné využití. Hodnoceny byly vzorky zrna získané v rámci pokusu vedeného v rámci podniku Rabbit Trhový Štěpánov a.s. na třech různých stanovištích. Vedle analýzy vybrané skupiny kvalitativních parametrů zrna, byly hodnoceny i výnosové parametry (počet rostlin a klasů na plochu a sklizené množství zrna z jednotky plochy).

Úvodní část práce se zaměřuje na obecné informace týkající se pšenice, na její význam a využití. Další část literární rešerše se zaměřuje na chemické složení zrna, kvalitu krmné pšenice a na faktory ovlivňující kvalitu krmné pšenice. Nejdůležitější a nejobsáhlejší část literární rešerše je zaměřena na obecné informace týkající se minerálních látek a také jejich významu ve výživě zvířat.

Metodika práce zahrnuje představení Holdingu Rabbit Trhový Štěpánov a.s., charakteristiku odrůd a stanovišť, na kterých byl pokus prováděn. Dále samozřejmě obsahuje půdně – klimatickou charakteristiku daných stanovišť a metody, které byly využity k získání hodnocených dat.

Závěrečná část práce je věnována výsledkům, diskuzi a závěru, ve které se hodnotí a porovnávají dosažené výsledky.

Nutno dodat, že data byly získány v rámci uvedeného pokusu v úzké spolupráci s podnikem Rabbit Trhový Štěpánov a.s. a stanovení hladiny vybraných prvků v zrně proběhlo v certifikované laboratoři dle standardizovaných metodik a standardních operačních postupů.

Klíčová slova: pšenice setá, krmná pšenice, minerální látky, makroprvky, mikroprvky

Abstract:

The aim of the diploma thesis is to evaluate the content parameters of a selected group of macro and micro-elements in wheat seed (*Triticum aestivum*) within a group of varieties (Elixer, Vanessa, Tobak, Bombus) for feed use. Grain samples obtained in an experiment conducted within the company Rabbit Trhový Štěpánov a.s. on three different sites. In addition to the analysis of the selected group of grain qualitative parameters, the yield parameters (number of plants and cobs per area and harvested grain volume per unit area) were also evaluated. The introductory part of the thesis focuses on general information on wheat, its importance and its use. Another part of the literary research focuses on the chemical composition of the grain, the quality of the wheat and the factors affecting the quality of the wheat. The most important and most extensive part of literary research focuses on general information on minerals and their importance in animal nutrition.

The methodology of the work includes the presentation of Holding Rabbit Trhový Štěpánov a.s., characteristics of the varieties and habitats on which the experiment was carried out. Furthermore, of course, it contains the soil and climatic characteristics of the sites and methods used to obtain the assessed data.

The final part of the work is devoted to the results, the discussion and the conclusion in which the achieved results are evaluated and compared.

It should be added that the data were obtained in the framework of the experiment in close cooperation with Rabbit Trhový Štěpánov a.s. and the level of selected elements in the grain was determined in a certified laboratory according to standardized methodologies and standard operating procedures.

Key words: wheat set, feed wheat, mineral substances, macroelements, microelements.

Obsah

<u>1.</u>	<u>Úvod</u>	<u>10</u>
<u>2.</u>	<u>Literární rešerše</u>	<u>11</u>
<u>2.1.</u>	Historie.....	<u>11</u>
<u>2.2.</u>	Význam pěstování.....	<u>11</u>
<u>2.3.</u>	Současný stav a postavení pšenice v České republice.....	<u>12</u>
<u>2.4.</u>	Botanická a biologická charakteristika.....	<u>12</u>
<u>2.5.</u>	Růst a vývoj pšenice.....	<u>13</u>
<u>2.6.</u>	Hlavní užitkové směry pšenice.....	<u>13</u>
<u>2.7.</u>	Výnos a tvorba výnosu pšenice.....	<u>14</u>
<u>2.8.</u>	Význam pšenice ve výživě zvířat.....	<u>15</u>
<u>2.9.</u>	Krmná hodnota pšenice.....	<u>15</u>
<u>2.10.</u>	Chemické složení pšeničného zrna.....	<u>16</u>
<u>2.11.</u>	Kvalita krmné pšenice.....	<u>19</u>
<u>2.12.</u>	Kritéria kvality.....	<u>20</u>
<u>2.13.</u>	Kritéria kvality krmné pšenice.....	<u>20</u>
<u>2.14.</u>	Faktory ovlivňující kvalitu krmné pšenice	<u>22</u>
<u>2.15.</u>	Minerální látky.....	<u>28</u>
<u>3.</u>	<u>Cíl práce</u>	<u>34</u>
<u>4.</u>	<u>Metodika práce</u>	<u>35</u>
<u>4.1.</u>	Představení Holdingu Rabbit Trhový Štěpánov a.s.....	<u>35</u>
<u>4.2.</u>	Charakteristika vybraných zemědělských podniků.....	<u>35</u>
<u>4.3.</u>	Charakteristika vybraných odrůd.....	<u>36</u>
<u>4.4.</u>	Charakteristika stanoviště.....	<u>36</u>
<u>4.5.</u>	Charakteristika ročníku.....	<u>37</u>
<u>4.6.</u>	Založení pokusu.....	<u>39</u>
<u>4.7.</u>	Výživa, hnojení, sledování a ošetření porostu během vegetace.....	<u>40</u>
<u>4.8.</u>	Charakteristika vybraných metod stanovení.....	<u>40</u>
<u>4.</u>	<u>Výsledková část a diskuze</u>	<u>44</u>

4.1.	Variabilita obsahu draslíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>44</u>
4.2.	Variabilita obsahu fosforu v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>45</u>
4.3.	Variabilita obsahu sodíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>46</u>
4.4.	Variabilita obsahu vápníku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>47</u>
4.5.	Variabilita obsahu hořčíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>48</u>
4.6.	Variabilita obsahu mědi v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>49</u>
4.7.	Variabilita obsahu železa v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>50</u>
4.8.	Variabilita obsahu zinku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>51</u>
4.9.	Variabilita obsahu manganu v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť.....	<u>52</u>
4.10.	Zjištěný počet rostlin na jednotku plochy u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť.....	<u>53</u>
4.11.	Zjištěný počet klasů na jednotku plochy u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť.....	<u>54</u>
4.12.	Zjištěné sklizené množství pšenice u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť.....	<u>55</u>
<u>5.</u>	<u>Závěr</u>	<u>61</u>
<u>6.</u>	<u>Seznam použité literatury</u>	<u>62</u>
<u>7.</u>	<u>Přílohy</u>	<u>69</u>

1. Úvod

Hlavními rostlinnými surovinami využívanými pro výživu lidí a krmení hospodářských zvířat jsou obiloviny, především pšenice setá (*Triticum aestivum*). Zrno obilnin se v první řadě využívá k výživě monogastrů, zejména prasat. Rovněž je však vhodným jadřným krmivem i pro ostatní skupiny hospodářských zvířat, především v intenzivních chovech drůbeže a přežvýkavců.

Zabezpečení fyziologického stavu všech teplokrevných živočichů, tedy správného metabolismu, růstu, reprodukce, udržení zdraví a pohody je kromě vody, živin a vitamínů závislé i na příjmu a správném využití řady minerálních látek. Příjem nutričně esenciálních složek je zabezpečován nejen správnou výživou, ale i obsahem a vzájemným poměrem živin v jejich jednotlivých složkách.

Obsah minerálů v rostlinách je ovlivněn nejen druhem a odrůdou, ale i půdními a klimatickými podmínkami, počasím v období růstu a zrání plodin, výživou rostlin a dalšími faktory, jako například napadením chorobami, přítomností toxických kovů, pesticidů, mykotoxinů, apod.

Minerální látky jsou velmi důležitou složkou ve výživě zvířat. Jejich úloha v organismu hospodářských zvířat je velmi mnohostranná. Jsou nejen nepostradatelným předpokladem správného vývoje kostry, ale i důležitým faktorem v metabolismu zvířat. Minerální látky také podmiňují udržování acidobazické rovnováhy v organismu a stálosti vnitřního prostředí. Účastní se tvorby různých enzymů, hormonů, vitamínů, hemoglobinu a ostatních sloučenin, které jsou pro život nezbytné. Působí na dráždivost nervové soustavy a na kontrakci svalů. V neposlední řadě jsou naprosto nezbytné pro normální činnost mikroflóry trávicího traktu zvířat, především pro činnost bachorové mikroflóry.

Pro pokrytí potřeby jednotlivých prvků je důležitý nejen jejich obsah v krmivu, ale také jejich stravitelnost a využitelnost v organismu, jejich vzájemná interakce, stejně tak jako rychlost jejich vylučování. Z těchto důvodů stoupá na důležitosti forma podávaných látek, které slouží k obohacení krmiv o chybějící mikroprvky. Základní podmínka jejich využitelnosti je rozpustnost ve vodném prostředí a existence metabolických pochodů, které slouží nejen k uvolnění prvku ze sloučeniny, ale i k jeho zpřístupnění dalším biochemickým reakcím.

Každý prvek má v životních pochodech zvířat svou specifickou funkci – svůj specifický účinek. Jednotlivé minerální látky však nelze posuzovat jako izolovaně působící látky, ale je třeba je posuzovat komplexně. Vzájemné vztahy se vytvářejí při tvorbě zubů a kostí mezi vápníkem a fluórem, pro udržování acidobazické rovnováhy v organismu je důležitý vztah mezi sodíkem, draslíkem a vápníkem, pro normální činnost srdce musí být určitá rovnováha mezi vápníkem, draslíkem a sodíkem.

2. Literární rešerše

2.1. Historie

Pšenice společně s ječmenem patří mezi nejstarší obilniny vůbec. Archeologické vykopávky a nálezy z různých oblastí v Číně, Přední Asii, Arménii nebo Iráku dokazují její pěstování již před mnoha tisíciletími (Špaldon et al., 1986). Některé zdroje uvádí historii pšenice dlouhou 5 000 – 6 000 let (Křen, 1998). Petr, Húska.(1997) uvádějí, že nejstarší nález divoké pšenice pochází z jeskyně Noah Oren v blízkosti města Haify, které leží v Izraeli. Podle Špaldon et al.(1986) počátky pěstování pšenice velmi úzce souvisí se vznikem zemědělství v 10. – 8. tisíciletí př. n. l. Archeologické nálezy a vykopávky z této doby dokazují pěstování pšenice jednozrnky (*Triticum monococcum*) a pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccum*). Pšenice obecná (*Triticum aestivum*) se začala pěstovat již v 6. tisíciletí př. n. l. Stejně tak i pšenice špalda (*Triticum spelta*), která je známá jen z archeologických nálezů v Evropě. Žádné jiné druhy pšenice z těchto nejstarších dob zjištěny nebyly. Na území České republiky se pšenice obecná (*Triticum aestivum*) objevila v neolitu tedy asi v roce 5 000 př. n. l. (Diviš et al., 2010).

2.2. Význam pěstování

Pšenice má mezi obilninami dominantní postavení a patří mezi celosvětově nejpěstovanější zemědělské plodiny. Mezi země s největší produkcí patří Čína, Indie, Rusko, Francie a Spojené státy americké (Martin, Waldren, Stamp, 2006).

Význam pšenice seté (*Triticum aestivum*) v naší republice plyne nejenom ze širokého uplatnění pro výživu lidí a hospodářských zvířat (Šroller et al., 1997) ale i z jejího dominantního postavení ve struktuře obilnin i ostatních plodin pěstovaných na orné půdě, kde zaujímá cca 30 % plochy (Prugar et al., 2008).

Pšenice setá (*Triticum aestivum*) produkuje zrno, které se využívá jako potravina, krmivo i surovina. Ke zpracování se používají také otruby (semenné slupky, mouka) a v neposlední řadě samozřejmě i stébla (sláma). U pšenice, stejně tak jako u jiných obilovin, je výhodou jednoduchá skladovatelnost a poměrně dlouhá trvanlivost (Pulkrábek et al., 2003).

Pěstování a následné využití pšenice seté (*Triticum aestivum*) má ale i mnoho dalších kladů jako je například její plasticita, výnosové schopnosti, prošlechtěnost nebo variabilita odrůd (Diviš et al., 2010).

Význam pšenice je dán také širokou využitelností zrna a značnou přizpůsobivostí různým pěstitelským podmínkám (Šroller et al., 1997).

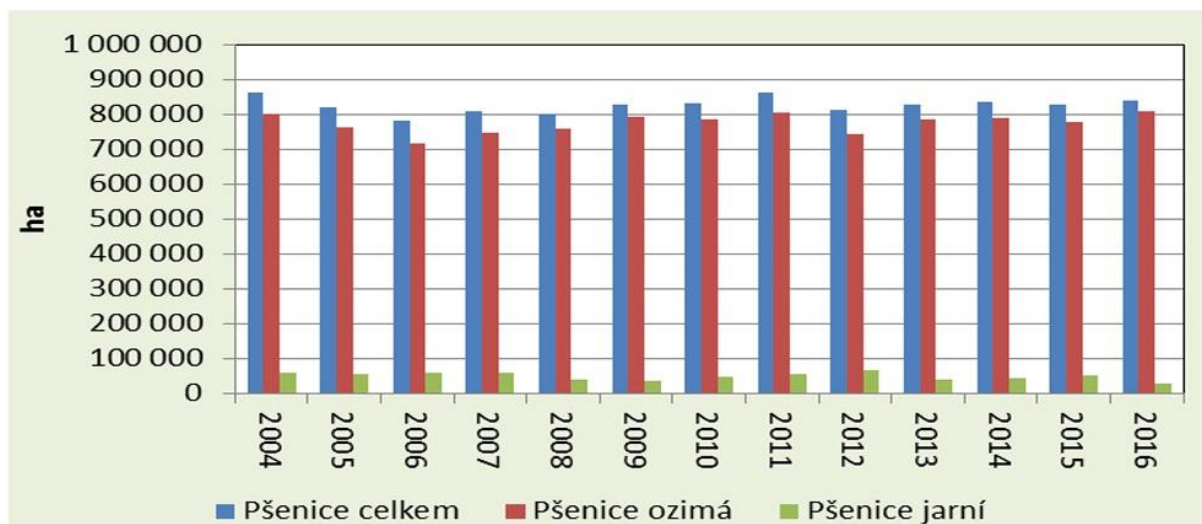
2.3. Současný stav a postavení pšenice v ČR

Pšenice setá (*Triticum aestivum*) je naší nejrozšířenější pěstovanou plodinou. Důvody stabilní výměry pěstování jsou především ve výnosové jistotě a možnosti exportu a případné nabídky do intervenčního nákupu (Kůst, 2010). Pšenice setá (*Triticum aestivum*) je pěstována ve dvou základních formách – jako jař a jako ozim (Hanišová, Horčíčka, 2002). Přestože se největší podíl zkrmuje (cca 60 %), tak se

větší část osevních ploch využívá s cílem dosažení potravinářské kvality, která je realizována za vyšší ceny (Prugar et al., 2008).

Podle soupisu osevních ploch ČSÚ osevní plocha pšenice v roce 2016 dosahovala výměry 839,7 tis. ha.

Graf č. 1: Vývoj osevních ploch pšenice (Kůst, Stehliková, 2016)



V roce 2016 byl u pšenice podle ČSÚ zaznamenán rekordní výnos ve výši 6,52 t/ha.

Tabulka č. 1: Přehled ploch a výnosů pšenice na území ČR (Horčíčka et al., 2016)

období	plocha (ha)	výnos t/ha
1925	341 439	1,75
1935	516 008	1,92
1955	427 274	2,04
1965	489 365	2,61
1975	802 211	3,55
1985	812 424	4,86
1995	838 742	4,47
2010	834 733	5,71
2050	?	?

2.4. Botanická a biologická charakteristika

Pšenici patří do čeledi *Poaceae* do rodu *Triticum*. Rod *Triticum* zahrnuje hned několik druhů a velký počet forem a odrůd. Hlavní dva druhy jsou pšenice obecná (*Triticum aestivum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*). Rod pšenice se dále dělí na 3 podrody a to na diploidní pšenici se 14 chromozómy ($2n = 14$), tetraploidní pšenici s 28 chromozómy ($2n = 28$) a na hexaploidní pšenici se 42 chromozómy ($2n = 42$).

= 42). Podrody dále můžeme dělit na tři typy – bezpluchaté, čili nahé pšenice (s pevným klasovým větvenem a zrnem volně ležícím v pluchách); pluchaté pšenice (s lámavým větvenem a zrnem pevně uzavřeným v pluchách) a nekulturní plané pšenice (s lámavým větvenem a pluchatým zrnem) (Špaldon et al., 1986).

2.5. Růst a vývoj pšenice

Pšenice během svého životního cyklu (ontogeneze) prochází změnami, které jsou souhrnně nazývány růstem a vývojem. Jedná se o období od nabobtnání a vyklíčení obilky do vytvoření nové obilky, přičemž za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty (růst a diferenciaci buněk, pletiv), tvorbu rostlinných orgánů a jejich prostorové uspořádání. I během růstu může jak vidno docházet ke kvalitativním změnám (diferenciaci). Tyto změny jsou příčinou přechodu z období vegetativního do období generativního, které vrcholí vytvořením reprodukčních orgánů neboli zrna. Kvalitativní změny jsou podmíněny splněním limitovaných požadavků na vnější faktory (vývojové požadavky), především světelné a teplotní. Z hlediska praktického využití má ontogeneze rostlin tato dvě základní období. Vegetativní období, do kterého patří klíčení, vzcházení, odnožování a dále pak období generativní, do kterého se řadí sloupkování, metání, kvetení a zrání.

V rámci těchto uvedených období můžeme přesně definovat fáze sestavené do stupnic fáze růstu, zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostech, pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým zásahům (Zimolka et al., 2005).

2.6. Hlavní užitkové směry pšenice

Podle způsobu využití se odrůdy pšenice dělí na základě technologických parametrů.

Pro potravinářské využití jsou vhodné odrůdy ozimé i jarní pšenice. Navzdory celosvětově převažujícímu potravinářskému využití pšenice činí na území České republiky podíl pro toto využití asi 35 %. K mlýnsko – pekárenskému zpracování se odrůdy třídí podle jakosti na druhy - elitní E, kvalitní A, chlebové B, keksové K a podle zařazení se dále zpracovávají na výrobu keksů, sušenek, vaflí a kynutých těst.

Krmné využití tvoří největší podíl využití pšenice. Jedná se o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin (prolaminu, gluteninu) a vysokým bílkovinným produkčním indexem (PER). To je poměr mezi přírůstkem hmotnosti a množstvím přijatých bílkovin. Vlivem různých povětrnostních podmínek či nevhodných agrotechnických zásahů je celá řada jakostních potravinářských odrůd využívána pouze ke krmným účelům, a to téměř 60 % z celkové produkce.

Pro průmyslové zpracování je využit zbylý podíl pšenice (5 – 7 %). Tento podíl se využívá na výrobu škrobu, vitálního lepku a v současné době i pro produkci bioetanolu. K výrobě škrobu jsou vhodné odrůdy pšenice obecné s vysokým obsahem škrobu a dobrou vypíratelností. Pro produkci etanolu jsou vhodné odrůdy zejména s vyšším obsahem škrobu a vyšší aktivitou enzymů. Pro energetické účely lze pšenici využít vzhledem k vysoké produkční schopnosti celkové nadzemní fytomasy a vysoké energetické výtěžnosti při spalování (Petr, 2001).

2.7. Výnos a tvorba výnosu pšenice

Celková produkce biomasy porostu se nazývá biologický výnos. Podíl biomasy, která je hospodářsky využitelná, se nazývá hospodářský výnos. Doposud jsou odrůdy pšenice pěstovány především pro produkci zrna, ať už k potravinářským, krmným nebo technickým účelům. Hospodářský výnos je u nich tedy chápán jako produkce zrna z plochy (Diviš et al., 2010). Biologický výnos se hodnotí podle množství veškeré biomasy, ovšem část jen podle nadzemní biomasy, která je výsledkem fotosyntézy a respirace (Petr et al., 1980). Vysoký biologický výnos (výnos veškeré biomasy) je podmíněn vysokou fotosyntetickou produktivitou rostlin, a je pro něj tedy důležitá velikost a doba aktivního trvání asimilačního aparátu rostlin, aktivita kořenového systému, rychlost fotosyntézy, rychlost transportu a rozdělení asimilátů mezi orgány a počet a velikost obilek, tj. úložná kapacita (Lipavský, 2000). Tvorba hospodářského výnosu obilnin je dynamický proces zahájený založením, organizací, ošetřením porostu a výživou. Každý výnosový prvek má období tvorby přírůstku, kdy dosáhne maximální úrovně, a potom nastává jeho redukce či odumření. Celý proces tvorby začíná vysetím určitého počtu klíčivých obilek a končí počtem klasů, počtem zrn v klasu a jejich hmotností (Petr, 2008).

2.7.1. Výnosové prvky obilnin

Počet plodných stébel na jednotku plochy je prvním výnosovým prvkem. Tento prvek je závislý na počtu rostlin na ploše a na produktivním odnožování, tj. počtu plodných, klasy nesoucích odnoží, u jedné rostliny (Diviš et al., 2010).

Počet zrn v klasu je dalším výnosovým prvkem obilnin. Založen je na genetickém potenciálu produktivity klasu odrůd (délka klasu, počet klásků a kvítků), a dále také na klimatických podmínkách v době kvetení a oplození (Petr, Černý, Hruška, 1980).

Hmotnost obilek je třetím základním výnosovým prvkem obilnin. Hmotnost obilek je značně podmíněna geneticky, ale ovlivňována je i prostředím. Po opylení dochází k diferenciaci buněk na jednotlivé části obilky a k postupnému zvětšování buněk. Tato fáze trvá 7 – 14 dní a jsou při ní vytvářeny úložné prostory pro zásobní látky. Během fáze rychlého růstu obilky (15 – 35 dní po kvetení) dochází k největšímu nárůstu objemu a hmotnosti obilky (Diviš et al., 2010).

V rámci tvorby výnosových prvků umožňuje časový sled, s ohledem na konkurenční vztahy na jedné rostlině i na vztahy mezirostlinné, jejich vzájemnou kompenzaci, a tím i určitou stabilitu výnosu. Například při velké redukci předcházejícího výnosového prvku dochází ke zvýšení úrovně následných prvků. Tyto vztahy jsou nazývány kompenzací výnosových prvků a jsou u pšenice podstatou autoregulace výnosových prvků v porostu.

Předpokladem pro dosažení vysokých výnosů je dostatečný výnosový potenciál a současně dostupnost a využitelnost zdrojů energie. Výnosový potenciál je definován jako výnos odrůdy pěstované v prostředí, na které je adaptována, za dostatku živin a vody, které nejsou limitovány, bez výskytu plevelů, chorob, škůdců a dalších stresových faktorů, které jsou pod účinnou kontrolou. Jedná se tedy o výnos odrůdy za ideálních podmínek, kterých v reálném prostředí prakticky nelze dosáhnout (Martinek, Jirsa, 2016).

2.8. Význam pšenice ve výživě zvířat

Zrno obilnin se v první řadě využívá k výživě monogastrů, zejména prasat. Rovněž je však vhodným jadřným krmivem i pro ostatní skupiny hospodářských zvířat, především v intenzivních chovech drůbeže a přežvýkavců. Zahraniční studie dokládají množství teoretických a v posledních letech i praktických důkazů o tom, že správná volba druhu, odrůdy, způsobu zpracování zrna apod., výrazně ovlivňuje konečnou ekonomickou efektivnost výživy zvířat, jejich zdravotní stav a dokonce napomáhá i k ochraně životního prostředí. V mnoha zemích (Kanada, Dánsko, Austrálie) proto patří studium krmné kvality zrna mezi výzkumné priority současnosti (Vaculová, 2000).

Pšenice jako jadřné krmivo je pro hospodářská zvířata především zdrojem energie, kterou zabezpečují zejména sacharidy (nejvýznamnější škrob) a v minimální míře tuky (Vaculová, Horáčková, 2007). Dále by se měla vyznačovat dostatečným podílem stravitelných bílkovin s požadovaným aminokyselinovým složením (důraz se klade především na to, aby množství esenciálních aminokyselin v dusíkatých látkách odpovídalo potřebám jednotlivých skupin hospodářských zvířat) a zároveň co nejnižším obsahem nestravitelných látek, včetně přirozených škodlivin s antinutričním účinkem (neškrobové polysacharidy, vláknina, fyláty, polyfenoly, inhibitory aktivity enzymů) (Vaculová, 1999).

Dostupnost a využitelnost energie z různých částí zrna modifikuje morfologická struktura a chemické diference ve složení obalových vrstev (pluchy, perikarpu, aleuronu a subaleuronové vrstvy) s vysokým obsahem dusíkatých a minerálních látek, ale také hrubé vlákniny, neškrobových polysacharidů a dalších krmivářsky nežádoucích látek (Newman, Newman, 1988).

2.9. Krmná hodnota pšenice

Ve vztahu k pšenici seté na území České republiky dosud převládá (s ohledem na realizační cenu) snaha o maximum produkce s nejvyšší potravinářskou kvalitou, což činí krmivářskému sektoru značné problémy se zajištěním dostatku vhodné suroviny pro krmné účely.

Z hlediska potravinářského jsou nejakostní pšenice převáděny do krmných fondů i přes naprosto nevyhovující krmivářské parametry (tvrdý endosperm, vysoký obsah balastních zásobních bílkovin, které tvoří lepkový komplex). Řešením pro řadu marginálních oblastí je pěstovat speciální odrůdy pšenice, které mají zlepšené krmné parametry - vyšší obsah škrobu, zvýšený obsah bílkovin, měkká textura endospermu (Hubík, 2000).

Petr (2001) navrhl v obecné rovině charakteristiku krmné pšenice, kdy pod krmnou pšenici rozuměl všechny odrůdy nepotravinářské pšenice, případně odrůdy podle potravinářského hodnocení, ze skupiny B a C, s menším podílem nerozpustných lepkových frakcí (prolaminu, gluteninu) a větším podílem rozpustných frakcí albuminu a globulinu, resp. s vysokým bílkovinným produkčním indexem (PER).

Mezi další faktory, které jsou ve vazbě k využitelnosti krmiva, patří viskozita extraktu a tvrdost endospermu. Viskozita extraktu nepřímo odráží obsah rozpustných arabinoxylanů, které jsou v buněčných stěnách zrna obilnin. Rozpustné arabinoxylany v trávicím traktu přijímají vodu, bobtnají a zahušťují tráveninu, čímž

navyšují její viskozitu. Tím je zpomalován posun tráveniny ve střevě, snižuje se příjem krmiva a vstřebávání živin.

Tvrdość endospermu je naopak ve vztahu k žravosti zvířat v pozitivní korelaci k příjmu i konverzi krmiva. Vysvětlováno je to technologií šrotování, kdy se tvrdý endosperm „naláme“ na větší množství nepravidelných částic, v nichž je škrob naštěpen. Zatímco při šrotování u měkkých pšeníc zůstává větší množství škrobových granulí intaktních. Také je zvažována možnost, že hydrolýza tvrdého endospermu je rychlejší což znamená, že více sacharidů vstřebává v přední části střeva tedy mnohem efektivněji. Vliv na krmnou hodnotu mají i exogenní faktory, jako jsou u pšeníc běžné fuzariové mykotoxiny. Dopady této kontaminace na zdravotní stav a užítkovost zvířat jsou závislé na dávce, době zkrmování (kumulativní účinek) a citlivosti zvířat.

Ideální krmná pšenice by tedy měla splňovat řadu požadavků. Zejména co nejvyšší podíl rozpustných frakcí proteinu, esenciálních aminokyselin a škrobu, co nejnižší viskozitu, možná i určitou tvrdość endospermu, a rovněž odolnost vůči fuzarióze. Pšenice s takovými vlastnostmi bude mít vysokou krmnou hodnotu, což by mělo být důvodem pro výrobce krmiva, aby lépe motivovali dodavatele – pěstitele, aby podíl takových to odrůd byl v celkovém množství zkrmované pšenice co nejvyšší (Paulová, 2002).

Výživnou hodnotu pšeničného zrna limituje především stravitelnost bílkovin, aminokyselinové složení a využitelnost aminokyselin (Heger et al., 1990). Obsah bílkovin je výsledkem genetických, agrotechnických a enviromentálních vlivů a je tedy velmi variabilní (Mórová et al., 1992).

Míra využití dusíku bílkovin pšeníc je závislá nejenom na celkovém množství aminokyselin, ale především na jejich vybalancovatelnosti. Zastoupení esenciálních aminokyselin je v pšenicích všeobecně nepříznivé (Pajtáš et al., 1996). Vyšší stravitelnost dusíkatých látek může být důsledkem i nižší hladiny antinutričních látek v zrně (Grela, 1996). V pšenici je obsaženo 2 až 17 % inhibitorů hydrolytických enzymů v přepočtu na celkový obsah rozpustných bílkovin (Coleman, Walden, 1982). Přítomnost bílkovin typu hemaglutinů, inhibitorů amyláz a proteáz, alfaagliadinových bílkovin a dalších bílkovin antinutriční povahy výrazně snižuje nutriční kvalitu bílkovin (Michalík, 1994).

Stravitelnost dusíkatých látek je v pozitivním vztahu k jejich celkovému obsahu, takže zrno s vyšším zastoupením dusíkatých látek nebílkovinné povahy vykazuje lepší stravitelnost dusíku než materiály se zvýšeným obsahem samotných bílkovin (Newman, Newman, 1988). Ivan, Farrell (1976) uvádí opačné zkušenosti, když hovoří o tom, že tvrdé a zakrslé pšenice mají vyšší obsah dusíkatých látek než měkké pšenice, přičemž stravitelnost jednotlivých živin, jako je sušina, protein, či energie nejsou zpravidla statisticky významně odlišné u diet na bázi tvrdých a měkkých pšeníc (Vaculová et al., 2006).

2.10. Chemické složení pšeničného zrna

Chemické složení zrna pšenice je podmíněné nejen genetickými, ale také ekologickými faktory, jako jsou půda, orba, podnebí, chemické a fyzikální vlivy působící po dobu skladování a zpracování (Gajdošová, Šturdík, 2004).

Chemické složení bezprostředně souvisí s hmotnostními podíly jednotlivých částí pšeničného zrna. Obecně platí, že obalové vrstvy (oplodí, osemení) jsou

převažujícím zdrojem bílkovin a vlákniny, endosperm je složen (kromě zásobních proteinů) především ze škrobu a zárodek (klíček) je do určité míry depem minerálních látek, tuků a bílkovin (Kulovaná, 2001).

Dusíkaté látky - v zrně pšenice se dusíkaté látky dělí podle Osbornovy klasifikace na dusíkaté látky nebílkovinné povahy (nitráty, aminocukry, amidy, amidické soli, aminy, volné aminokyseliny apod.) a bílkoviny, které se člení do několika dalších skupin. Současná diferenciací bílkovin, která vychází z aminokyselinového složení, kombinace rozpustnosti a molekulární hmotnosti v podstatě rozděluje základní – protoplazmatické (albuminy a globuliny) a zásobní bílkoviny, které se mohou dále dělit na monomerní (gliadiny) a polymerní (gluteliny) (Velíšek, 1999).

Zrno pšenice obsahuje v meteorologicky normálním roce okolo 12 – 13 % bílkovin v sušině a také osm esenciálních aminokyselin: lysin 0,4 %, valin 0,5 %, leucin 0,8 %, isoleucin 0,4 %, fenylalanin 0,5 %, threonin 0,3 %, methionin 0,2 % a tryptofan 0,2 %. Obsah bílkovin v různých částech zrna kolísá. Relativně nejvyšší obsah je v aleuronové vrstvě a v klíčku, kde se bílkoviny vyskytují i ve formě metabolicky a geneticky důležitých látek, jako jsou enzymy a nukleoproteiny (Prugar et al., 2008).

Pšeničné bílkoviny jsou chudé na základní esenciální aminokyseliny, mezi které řadíme lyzin, treonin a metionin (Finley, Hopkins, 1985). Ivan, Farrell (1976) konstatují, že mezi jednotlivými kultivary pšenice nebývají propastné rozdíly v obsahu aminokyselin. Měkké a zakrslé pšenice mají z hlediska krmného lepší aminokyselinový profil ve srovnání s tvrdými pšenicemi. Bez ohledu na danou skutečnost, u tvrdých pšenice byla zjištěna lepší využitelnost některých esenciálních aminokyselin, jako jsou lyzin, arginin, izoleucin, a tyroxin.

Sacharidy tvoří hlavní část zrna a nacházejí se v buněčných stěnách, plastidech (škrobová zrna v endospermu), vakuolách nebo cytoplazmě (Vaculová et al., 2006). Ve formě bezdusíkatých látek výtažkových zabezpečují hlavní energetický zdroj, jejichž obsah v zrně kolísá od 65,4 do 78,9 % (Davis et al., 1981).

Monosacharidy a disacharidy jsou obsaženy především v klíčku zrna. Celulóza je obsažena především ve vnějších obalových vrstvách. Část pentozanů, která je rozpustná se nachází v podobalových vrstvách osemení a v aleuronové vrstvě a nerozpustná část pentozanů se nachází ve vnějších obalových vrstvách. Endosperm zrna tvoří zejména škrob (Příhoda et al., 2004).

U pšeničného škrobu lze chemicky rozlišit minimálně dva typy polymerů: amyulózu a amylopektin. Normálně obsahuje pšeničný škrob 20 – 30 % amylózy a 70 – 80 % amylopektinu (Konik – Rose et al., 2007).

Neškrobové polysacharidy - kromě škrobu a volných cukrů je součástí sacharidového komplexu také vláknina a neškrobové polysacharidy, jejichž obsah kolísá v závislosti na odrůdě a pěstebních podmínkách (Perez – Vendrell et al., 1996).

Stravitelnost a využitelnost hlavních složek zrna a tedy krmnou kvalitu značně modifikují látky s antinutričním účinkem. Za přirozeně se vyskytující škodlivé látky považujeme i neškrobové polysacharidy. V poměru ke škrobu se může zdát, že se jedná o málo důležitou složku, protože průměrný obsah v zrně se pohybuje okolo 5 %. Jejich význam ale spočívá v odlišných fyzikálně – chemických

vlastnostech v porovnání s ostatními sacharidy. Některé zdroje uvádí, že mohou vázat 10 – 15 krát více vody než je jejich hmotnost.

Neškrobové polysacharidy jsou v zrně pšenice zastoupeny především pentozany a β -(1,3)(1,4)-D glukany, které patří k látkám se stavební funkcí a jsou hlavní součástí buněčných stěn zrna. Pentozany, které jsou dominantní formou neškrobových polysacharidů v pšeničném zrně, tvoří v buněčných stěnách endospermu asi 70 – 75 % z jejich celkového obsahu, zbývající podíl tvoří β -glukany (Vaculová, Horáčková, 2007).

Neškrobové polysacharidy se rozdělují do dvou skupin, ve vodě rozpustné a ve vodě nerozpustné (Annison, 1993). Jak uvádí (Classen et al., 1995), tak má frakce rozpustných neškrobových polysacharidů negativní vliv na metabolizovatelné energie a ve většině případů ovlivňuje viskozitu tráveniny.

Lipidy - ačkoli je lipidová složka pšenice poměrně méně významná, tokoferoly (vitamín E) a polynenasycené mastné kyseliny (zejména linolenová a linolová), jsou důležité jak z funkčního a výživového hlediska, tak i pro jejich vliv na stabilitu při skladování (Davis et al., 1980). Nejvyšší obsah lipidů v pšeničném zrně se nachází v klíčku. Hmotnostní podíl klíčku představuje 2,54 % z celého zrna, a podíl lipidů, které jsou v něm obsaženy je přibližně 64 %. Endosperm, který tvoří více než 80 % zrna obsahuje asi 3,3 % lipidů (Příhoda et al., 2004).

Minerální látky - v zrně pšenice se obsah minerálních látek pohybuje v rozmezí 1,4 – 3,0 % (obvykle v rozsahu 1,7 – 2,0 %) v závislosti na odrůdě, půdě a podmínkách v průběhu vegetace. Průměrně zrno obsahuje ve 100 g sušiny asi 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi a nepatrných množství ještě další minerální prvky. Největší množství minerálních látek je obsaženo v klíčku a v obalech zrna (Prugar et al., 2008).

Enzymy - Jako biokatalyzátory živé buňky regulují výměnu látek během klíčení, růstu, v průběhu skladování a technologického zpracování. Z hydrolytických enzymů štěpících složité látky na jednodušší za příjmu vody, jsou nejdůležitější enzymy štěpící cukry (karbohydrázy), bílkoviny (proteinázy), tuky (lipázy) a enzymy odštěpující kyselinu fosforečnou (fosfatázy) (Pelikán, 2001).

Všechny enzymy se nacházejí ve zralém zrně v inaktivní formě. Při zvýšení vlhkosti, teploty a acidity zrna může snadno dojít k aktivizaci enzymů a jejich činností k nepříznivým rozkladným procesům, které mají za následek snížení kvality zrna (Červenka, 1997).

Vitamíny - v pšeničném zrně se vyskytují důležité vitamíny pro výživu člověka i hospodářských zvířat (Prugar et al., 2008). Katalyzují četné biochemické procesy, které jsou životně důležité. Obvykle jsou nestálé, ale biologicky neobyčejně účinné. Vysoký obsah vitamínů je v klíčku, především ve štítku a v aleuronové vrstvě (Pelikán, 2001). Ve 100 g sušiny se nachází 0,45 mg thiaminu, 0,15 mg riboflavinu, 5 mg niacinu, 1,0 mg kyseliny pantothenové, 0,4 mg pyridoxinu, 0,15 mg kyseliny listové, 0,015 mg biotinu, 3,0 mg tokoferolů a 0,01 mg provitaminu A – karotenu (Prugar et al., 2008).

Tabulka č. 2: Rozmezí obsahů hlavních složek zrna v % (Gajdošová, 2004)

Složka	Celé zrna	Aleuronová vrstva	Zárodek	Endosperm
Bílkoviny	10 - 17	23 - 33	36 - 42	9 - 14
Škrob	60 - 70	0	0	78 - 84
Celulosa	2,5 - 3,3	12 - 20	3 - 5	0,13 - 0,18
Jiné sacharidy	3,0 - 6,0	3,0 - 5,0	22 - 28	3,0 - 4,0
Lipidy	2,0 - 2,5	7,0 - 8,5	12 - 16	0,5 - 0,7
Minerální látky	1,4 - 2,3	9 - 11	5 - 6	0,3 - 0,5

2.11. Kvalita krmné pšenice

Kvalitu pšenice je možné definovat jako komplexní parametr zahrnující několik kvalitativních oblastí, které se vzájemně ovlivňují (Dvoráček, 2012). Jedná se o harmonický celek všech užitných vlastností oproti jakosti, která zahrnuje spíše množstevní stránku obsahu např. bílkovin, sacharidů či škrobu (Pelikán, Sáková, 2001).

Jakost je ekonomický termín vyjadřující stupeň naplnění potřeb vůči nějakému standardu. Jakost tedy není absolutní veličinou, ale hodnotou poměrnou. Jelikož obiloviny naplňují rozličné požadavky spotřebitelů a zpracovatelů, tak je třeba jejich jakost posuzovat z několika hledisek. Proto má jakost několik různých složek a rozlišujeme následující typy jakosti.

Technologická jakost rozhoduje o zařazení pšenice do kategorie pšenice potravinářské a ovlivňuje jí celá řada faktorů. Dominantním způsobem má vliv na některé parametry jakosti odrůda. V některých ročnících mohou výslednou jakost výrazně negativně ovlivnit i agroekologické vlivy.

Technologická jakost je důležitým ukazatelem pro výrobce, může ovlivnit jak náklady, tak i cenu. Má dva aspekty: obsah účinné látky, tedy hlavní produkt při zpracování a zpracovatelnost neboli schopnost vyrobit výrobek s požadovanými vlastnostmi a vysokou výtěžností (Zimolka et al., 2005).

Z hlediska výživy je **nutriční jakost** charakterizována podílem výživových látek pšeničného zrna a to zejména pozitivních, jako jsou sacharidy, tuky, bílkoviny, vitamíny, minerální látky či flavonoidy.

Senzorická jakost - senzorické hodnocení jakosti je prováděno na základě testů a metodických postupů. Svým způsobem jde o subjektivní hodnocení vzhledu, chuti, vůně a konzistence za stanovených podmínek (Pelikán, Sáková, 2001).

Hygienická jakost krmiv podmiňuje nejen zdraví a prospívání chovaných zvířat, ale značný vliv má i na bezpečnost a kvalitu potravin živočišného původu. Proto je produkci kvalitních a bezpečných krmiv věnována v Evropské unii velká pozornost. Legislativa nyní pokrývá potravní řetězec jako celek a potravinové a krmivářské právo je založeno na stejných principech. Za základní legislativní předpis se může považovat Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva.

Otázky bezpečnosti krmiv jsou dále řešeny v Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 183/2005, kterým jsou stanoveny požadavky na hygienu krmiv. Nařízení 183/2005 stanovuje obecná pravidla pro hygienu krmiv, podmínky a postupy zajišťující dohledatelnost krmiv a podmínky a postupy pro registraci a schvalování provozoven. Vztahuje se na činnost provozovatelů krmivářských podniků ve všech stádiích od prvovýroby krmiv po uvádění krmiv na trh, dále na krmení zvířat, které jsou určeny k produkci potravin a na dovoz a vývoz krmiv ze/do třetích zemí. Hlavní cíl nařízení 183/2005 je zajistit vysokou úroveň ochrany spotřebitele s ohledem na bezpečnost potravin a krmiv v podmínkách volného obchodu mezi členskými státy Evropské unie (Bolechová et al., 2014).

2.12. Kritéria kvality

Veškeré produkty rostlinné výroby, např. obiloviny, luštěniny, olejnatá semena a brambory, se musí pro potřebu nákupu, odbytu, skladování a technologickou úpravu jakostně definovat. Předmětové normy pro potravinářské obiloviny ČSN 46 1100-1 až 7 a pro obiloviny (dříve nazývány krmné) ČSN 46 1200-1 až 10 stanovují požadavky na zrno jako na zemědělský výrobek určený k potravinářskému zpracování nebo k průmyslovému zpracování, které je určené pro výrobu krmiv a krmných směsí.

Pro kontrolu krmiv je důležitá Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech, dále Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat a v neposlední řadě také Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005 o maximálních limitech reziduí pesticidů v potravinách a krmivech (Bolechová et al., 2014).

2.13. Kritéria kvality krmné pšenice

Pšenice musí být dostatečně vyzrálá, s typickou barvou zrn. Musí být nejenom bez živých škůdců v jakémkoliv stádiu vývoje, ale i bez cizích pachů. Také nesmí být nakažena mazlavou snětí a musí odpovídat požadavkům na zdravotní nezávadnost podle ČSN 46 1200-1.

Požadavky pro jakost, dodávání a kontrolu pšenice jsou stanoveny normou: ČSN 46 1200-2, která byla uvedena v platnost 1. 7. 2002.

Pokud se při dodávání nestanoví požadavky na druhovou čistotu, sedimentační test, obsah dusíkatých látek v sušině nebo číslo poklesu, tak se k hodnotám těchto jakostních ukazatelů nepřihlíží (Mezulianik, 2006).

Tabulka č. 3: Požadavky pro jakost, dodávání a kontrolu krmné pšenice (ČSN 46 1200-2, 2001)

Jakostní ukazatele	Pšenice
vlhkost v %	nejvýše 14,5
objemová hmotnost v kg/hl	nejméně 73,0
obsah N-látek v sušině (Nx5,7) v %	nejméně 10,5
druhová čistota v %	nejméně 95
sedimentační index - Zelenyho test v ml	nejméně 22
číslo poklesu v s	nejméně 220
příměsí a nečistoty podle 3.1 a 3.10 celkem v %	nejvýše 12,0
z toho: zlomky zrn podle 3.2 v %	nejvýše 5,0
zrnové příměsí podle 3.3 v %	nejvýše 7,0
z toho: porostlá zrna podle 3.9 v %	nejvýše 4,0

2.13.1. Jakostní ukazatele

Vlhkost je obsah vody, která je obsažená v celých zrnech pšenice. Pro pšenici krmnou má být podle ČSN 46 1200-2 vlhkost nejvýše 14, 5 % (ČSN 46 1200-2, 2001).

Objemová hmotnost (g/l) neboli poměr hmotnosti obilovin k objemu, který zaujmají obiloviny po nasypání do odměrné nádoby. Vyjadřuje se v gramech na litr nebo v kilogramech na hektolitr (ČSN ISO 7971-2 (46 1013, 2003). Objemová hmotnost je nepřímým, ale jednoduchým ukazatelem, který stanovuje výtěžnost mouky (Burešová, Palík, 2008). Největší výtěžnost mají zrna, která jsou baculatá, tedy zrna s vyšší objemovou hmotností (Kulp, Ponte, 2000). Důležitým faktorem u objemové hmotnosti je aby sklizeň proběhla včas, při přemoknutí zralého zrna objemová hmotnost klesá (Horáková, Dvořáková, Mezlík, 2009).

Obsah příměsí (%) je parametr, který přímo nevyjadřuje kvalitu zrna, ale ukazuje míru znečištění zrna různými typy příměsí (Burešová, Palík, 2008).

Podle ČSN 46 1100-2 a 46 1200-2 mezi příměsí zahrnujeme zlomky zrn, zrnové příměsí a porostlá zrna.

Zlomky zrn jsou definovány jako zrna, která jsou mechanicky poškozená – bez ohledu na jejich velikost, zrna bez klíčku a zrna s částečně obnaženým endospermem.

Mezi zrnové příměsí řadíme scvrklá zrna, zrna jiných obilovin, zrna poškozená škůdci, zrna se změněnou barvou klíčku a zrna, která jsou tepelně poškozená. Scvrklá zrna jsou taková zrna, která po odstranění všech ostatních kategorií příměsí a nečistot propadnou sítím s podélnými zakulacenými otvory o šířce 2,0 mm. Dále jsou to zrna zelená nebo zrna, která jsou poškozená mrazem, či tepelně. Zrna jiných obilovin jsou zrna všech ostatních obilovin, která nejsou zrnem

pšenice a to včetně jejich zlomků. Zrna, která jsou poškozená škůdci, jsou požraná a obsahují škůdce ve všech vývojových stádiích. Zrna se změněnou barvou klíčku mají hnědě až černohnědě zbarvený obal klíčku. Zrna, která jsou tepelně poškozená sušením nebo samozahříváním mají změněnou barvu obalů, ale endosperm je neporušený.

Porostlá zrna mají kořínek, který je okem viditelný, nebo jsou u nich charakteristické známky růstu.

Obsah nečistot (%) je kategorie, do které podle ČSN 46 110-2 a 46 1200-2 patří cizí semena, poškozená zrna, námel a cizí látky.

Mezi cizí semena se řadí škodlivé nečistoty a semena všech kulturních a planě rostoucích rostlin mimo zrna jiných obilovin.

Mezi poškozená zrna řadíme zrna naplesnivělá nebo plesnivá, napadená hnilobou, zrna poškozená bakteriálními chorobami, zrna bez endospermu a tepelně poškozená zrna.

Cizí látky jsou definovány jako veškerý materiál zachycený sítím s otvory o šířce 3,5 mm vyjma zrna obilovin, veškerý propad sítím s otvory 1,0 mm a v podílu na sítě 1,0 mm anorganické organické nečistoty, které se neřadí do jiných kategorií (Sedláčková, 2010).

Obsah dusíkatých látek má velmi úzkou souvislost s fyzikálními a chemickými vlastnostmi těsta (Kulp, Ponte, 2000). Krmná pšenice by měla obsahovat minimálně 10,5 % dusíkatých látek v sušině (ČSN 46 1200-2, 2001). (Prugar et al., 2008) uvádí, že 80 % dusíkatých látek pšeničného zrna tvoří podíl lepkových bílkovin.

Číslo poklesu (s) se v Evropě stalo používaným kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, které syntetizují v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní vlivem nadměrného příjmu vlhkosti. Číslo poklesu je tedy výrazně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou. Tento znak kvality může agronom (pěstitel) ovlivnit pouze vhodným výběrem odrůdy, případně včasnou sklizní. Snížení čísla poklesu způsobuje chladné a deštivé počasí zhruba 14 dnů před sklizní (nízká teplota představuje v tomto období 16 – 20 °C, vlhkost až 90 %) (Zimolka et al., 2005).

Zelenýho test (ml) hodnotí množství a kvalitu lepkových zásobních bílkovin (ČSN ISO 5529 (461022), 2000). Vyšší hodnoty ukazují, že zrno má dobrou pekařskou kvalitu (Burešová, Palík, 2008). Princip Zelenýho testu spočívá v bobtnání pšeničných bílkovin v kyselině mléčné. Pomocí tohoto testu je možné vyřadit nevhodné partie pšenice s nízkým obsahem dusíkatých látek a nekvalitním lepem.

Lepek (%) – mezi obsahem dusíkatých látek, obsahem a kvalitou lepku je negativní závislost. Pokud je při výkupu hodnocen pouze obsah lepku, ale nikoliv jeho kvalita, jsou poškozovány některé kvalitní potravinářské odrůdy a naopak zvýhodňovány odrůdy, které mají vyšší obsah lepku s nízkou potravinářskou jakostí.

Tento parametr ovlivňují především agroekologické opatření, zejména dusíkaté a draselné hnojení (Zimolka et al., 2005).

2.14. Faktory ovlivňující kvalitu krmné pšenice

Odrůda - volba vhodné odrůdy je velmi důležitým faktorem pěstování a musí respektovat několik důležitých hledisek. Jedná se především o konkrétní podmínky vybraného honu, předplodiny, celý soubor geneticky založených

odrůdových vlastností včetně ranosti, adaptability a odolnosti stresovým biogenním i abiogenním faktorům, respektování možností intenzity produkce a ekonomiky produkce (Slavoj et al., 2009).

Stále větší důraz je kladen na jakost produkce, jejíž nedílnou součástí je i záruka odrůdové pravosti a odrůdové čistoty. Právě odrůda představuje důležitý výrobní prostředek pro rostlinnou výrobu a současně je považována za spolehlivou záruku vytváření dědičných znaků a agronomických, nutričních a technologických vlastností. Každá odrůda se vyznačuje určitým souborem vlastností, které rozhodují o jejím využití. Proto je tedy v zájmu výrobců, osiv, sadby, i v zájmu pěstitelů, nákupu, zpracovatelského průmyslu, vnitřního a zahraničního obchodu používat jen ty odrůdy, které jsou spolehlivě určené (Bradová, Štočková, 2010).

Osivo - mezi důležité faktory ovlivňující krmnou kvalitu pšenice patří i osivo, které by mělo splňovat požadavky příslušných národních i evropských norem (Dobiášová, 2014). Významnou roli hraje také obměna osiva. Obměna osiva je důležitá především z hlediska udržení odrůdové a druhové čistoty a zachování produkčního potenciálu odrůdy, což je předpokladem kvalitního tržního uplatnění produkce (Chrpová, 2010).

Klimatické podmínky - mezi nejvýznamnější klimatické faktory řadíme teplotu, vlhkost, sluneční svit a průběh srážek.

Úhrn srážek má výrazný vliv na obsah bílkovin v zrně a tím i celkovou jakost. Vlhké počasí v období tvorby obilky podporuje výnos, ale vyvolává snížení obsahu dusíkatých látek a zhoršení ostatních jakostních znaků. Dobrou jakost a vysoký výnos zrna zajišťují bohaté srážky do fáze kvetení s následnou vyšší teplotou vzduchu a přiměřenou vlhkostí půdy. Během dozrávání je nejpříznivější suché a teplé počasí směřující k vyšší tvorbě bílkovin.

Teplota se také velmi výrazně podílí na utváření fyzikálně – chemických vlastností bílkovin. Pšenici tedy můžeme celkově zhodnotit jako obilninu teplejších a převážně sušších agroklimatických podmínek. Mnohde však toto klima souvisí s chladnou a mrazivou zimou a s uplatněním odrůd, které mají vysokou mrazuvzdornost (-20 až -30 °C) (Prugar et al., 2008). Odolnost vůči nízkým teplotám je geneticky podložená vlastnost jednotlivých odrůd. Aktuální mrazuvzdornost porostu je závislá na řadě faktorů, mezi které patří například přizpůsobení rostlin nízkým teplotám, výška sněhové pokrývky, hloubka odnožovacího uzlu v půdě nebo urostlost rostlin (Faměra, 1993). Teplotní extrémy, jak ve smyslu vysokých nebo naopak nízkých teplot (mrazíky pod 0 °C), mohou výrazně ovlivnit produkci pšenice. Údaje za posledních 50 let ukazují, že se extrémní výkyvy teplot objevují čím dál častěji. Tím dochází ke zkracování bezpečného termínu pro setí a nástup důležitých vývojových fází pšenice (především metání a nalévání zrna), a to může být problémem zejména pro rané odrůdy. Zvýšení průměrné roční teploty má za následek zkrácení vegetační doby a urychlený vývojový cyklus je spojený s redukcí doby pro akumulaci asimilátů a tedy potenciálními výnosovými ztrátami. Vysoké teploty v období po metání obecně působí ve směru snížení počtu zrn, redukce míry nalévání zrna a snížení velikosti zrna. Stres, který je vyvolán nedostatkem vody a vysokými teplotami se projevuje ve variabilitě velikosti obilek a snížení podílu předního zrna. Krátkodobé teplotní šoky nad 34 °C nebo poškození kvítků mrazem redukuje počet zrn v klasu a z jednotky plochy, což je mezi některými autory považováno za hlavní příčinu největších výnosových ztrát v postižených oblastech (Vaculová, Bajerová, 2016). Velmi důležitá období z hlediska vlivu teploty na tvorbu

kvality zrna jsou metání a kvetení. Optimum se pohybuje v rozsahu 18 – 20 °C. V době nalévání zrna jsou nežádoucí teploty nad 30 °C, protože za současné nízké vlhkosti vzduchu se vytvářejí scvrklá a drobná zrna. V období dozrávání působí nejpříznivěji teploty 22 – 25 °C.

Velmi důležité je samozřejmě i světlo. Dobré sluneční osvětlení má pozitivní vliv v období odnožování na tvorbu krátkých a silných dolních internodií a tvorbu produktivních odnoží. Sluneční světlo pomáhá nejen zvyšovat intenzitu fotosyntézy, ale podporuje také tvorbu zrn a hromadění sacharidů, bílkovin a dalších látek (Prugar et al., 2008).

Půdní podmínky jsou velmi důležitým faktorem pro kvalitní pěstování pšenice, přičemž pšenice ozimá se vyznačuje vyšší náročností. Mezi nejlepší půdy pro pěstování pšenice patří černozemě, šedozemě a hnědozemě v kukuřičné, řepařské a obilnářské výrobní oblasti. Jsou to substráty s dobrým obsahem humusu, s příznivou hodnotou pH (6,2-7), vododržné a s přiměřenou hloubkou podzemní vody. Méně vhodné jsou lehké, písčité a trvale zamokřené kyselé půdy, které mají vysokou hladinu podzemní vody (Prugar et al., 2008).

Agrotechnika - velmi důležitým faktorem pro výslednou jakost je volba předplodiny. Předplodina má mnohostranný vliv na půdu, na její strukturu, biologickou aktivitu, fyzikální poměry, může mít i fyto-sanitární vliv, ale především ovlivňuje živinný režim v půdě. Díky velkému množství posklizňových zbytků, které zanechává v půdě, je v našich podmínkách nejvhodnější vojtěška. Pozvolna se uvolňující dusík všech bobovitých plodin je dobře využíván zejména v období tvorby zrna, tedy ve fázi, kdy se rozhoduje o celkové jakosti. Bobovité rostliny mají pozitivní vliv na fyzikálně – chemické vlastnosti půdy, působí příznivě na redistribuci fosforu, draslíku i ostatních živin z hlubších vrstev do orniční vrstvy. Celá řada pokusů dokonce ukazuje, že vliv předplodiny na kvalitu byl vyšší než vlastní hnojení průmyslovými hnojivy. Pěstování pšenice po obilovině je méně vhodné jak z hlediska výnosu, tak i kvality zrna. Kromě zhoršujícího vlivu na půdní vlastnosti je zde riziko většího zaplevelení a vyššího napadení porostu chorobami a škůdci. Největším problémem jsou zpravidla posklizňové slamnaté zbytky, které jsou relativně chudé na živiny a hůře se rozkládají. Změna ve struktuře rostlinné a živočišné výroby v současné době neumožňuje správné sestavení osevního postupu. Řazení plodin v osevním sledu se určuje převážně tržním uplatněním produktů.

Kvalitní a včasné provedení předseťového zpracování půdy a zakládání porostů má v pěstování obilnin rozhodující význam, protože jsou jimi vytvářeny základy struktury porostu, neboli budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a jeho kvality. Při tradičním zpracování půdy je důležité věnovat zvýšenou pozornost již podmítce z hlediska hloubky (10 – 12 cm), doby a způsobu provedení a v neposlední řadě brát v úvahu také vlhkostní a teplotní podmínky, půdní druh, předplodinu, a druhovou zaplevelenost pozemku. Včasné provedení podmítky umožňuje rychlejší tlení posklizňových zbytků a rychlé vzejití plevelů. Hloubka seťové orby je diferencována na základě druhu předplodiny a potřeby utužení půdy před setím. V celém orničním profilu orba zlepšuje fyzikální stav půdy, zvyšuje pórovitost a vzdušnost. Umožňuje vsakování dešťové vody, čímž je snižován povrchový odtok. Specifický přístup vyžadují minimalizační technologie, které v případě suchého podzimu, kdy pšenice trpí nedostatkem vody, přispívají k jejímu lepšímu vzcházení (Prugar et al., 2008).

Ideální termín setí je závislý na odrůdě, půdních a klimatických podmínkách. Dodržení optimální ho termínu setí je podmínkou dobrého, rovnoměrného vzcházení a zakořenění. Umožňuje vytvořit základy vyrovnanějších a silnějších odnoží. Tomu je třeba přizpůsobit i výsevek pohybující se okolo 3 MKS. ha⁻¹ (milion klíčivých semen). Jeho výše se úměrně stupňuje s opožděním termínu setí, a to od průměrného 3,5 – 4,5 až do vysokého 5,5 – 6 MKS. ha⁻¹. Mezi kvalitativními skupinami odrůd jsou rozdíly v požadavcích na termín setí. Většina odrůd jakostní skupiny B – chlebové a C – ostatní (pečivárenské, škrobárenské, krmné), lépe uplatní vysoký výnosový potenciál při včasném termínu setí. Mezi hlavní výhody patří prodloužení vegetační doby a tvorba odnoží před nástupem zimy, tedy zvýšení výnosové jistoty. K tomu se ještě řadí využití zimní vláhy a půdního dusíku větším kořenovým systémem a snížení rizika jarních přísušků. Naopak mezi nevýhody řadíme větší nebezpečí vyzimování, přerůstání porostů na podzim, rozšíření plevelů a napadení chorobami pat stébel a listovými chorobami.

Hloubka setí má přímý vliv na rovnoměrnost klíčení, vzcházení a odolnost rostlin proti vyzimování (Prugar et al., 2008).

Výživa a hnojení - mezi faktory, které ovlivňují kvalitu pšenice, patří samozřejmě také výživa a hnojení porostů (Prugar et al., 2008). Hnojení pšenice závisí na tom, jak je půda zásobena živinami, na vlastnostech půdy, na průběhu počasí, předplodině, intenzitě pěstování, na odrůdě pšenice a na pěstitelském zaměření. Při výživě platí tzv. zákon minima. Růst limituje ta živina, která je rostlině nejméně přístupná (Faměra, 1993). K živinám, které rozhodujícím způsobem ovlivňují výnos a kvalitu pšenice, patří bezesporu dusík. Pšenice přijímá dusík od počátku růstu až do jeho ukončení, v podstatě tedy až do sklizně. Z tohoto důvodu proto neprovádíme aplikaci dusíku naráz, nýbrž podle fáze vývoje, ve kterém se porost právě nachází. Základní hnojení dusíkem je prováděno před setím a jeho cílem je zajistit nezbytně nutné množství dusíku k vytvoření silného, ale nepřerostlého porostu, který by dobře přezimoval. Cíl regeneračního hnojení je obnova tvorby biomasy u zimou zesláblých rostlin, zahuštění porostu odnožováním, a tím vytvoření vhodných podmínek pro dosažení vyššího počtu klasů na jednotku plochy. Význam produkčního hnojení spočívá v udržení vysoké produktivity porostu – počtu plodných odnoží a počtu kvítků na vzrostlém vrcholu, tedy o počtu zrn v klase. Pozdní kvalitativní přihnojení dusíkem má pozitivní vliv na obsah bílkovin v zrna a produkci bílkovin. Přihnojení v období metání zvyšuje hmotnost tisíce zrn. Pozdější přihnojení v období kvetení má vliv na obsah lepku. Kvalitativní hnojení by mělo být samozřejmostí a z pohledu výnosu i kvality zrna je rozdělení dusíku v průběhu vegetace velmi důležité. Využití dusíku na tvorbu zrna je na našem území často negativně ovlivňováno nízkým obsahem fosforu, draslíku, hořčíku a síry v půdě. Nedostatek těchto živin omezuje růst rostlin a svým dopadem negativně ovlivňuje počet klasů na jednotce plochy, počet zrn v klase, hmotnost tisíce zrn a některé další kvalitativní parametry. Při nedostatku dusíku se rostliny slabě vyvíjejí, porosty jsou na pohled nevyrovnané, snižuje se počet odnoží, vegetační vrchol je krátký, redukuje se počet stébel, klas je krátký s nízkým počtem zrn.

Hnojení draslíkem a hořčíkem má přímý vliv na aktivitu enzymů zúčastněných na fotosyntéze a tvorbě bílkovin, čímž se také podílí na dosažení dobré kvality. Optimální zásoba draslíku vede k lepšímu zhodnocení a využití dusíku v rostlinách a napomáhá zvýšení obsahu proteinů, zlepšení sedimentace, HTZ a obsah lepku. Zvyšuje odolnost proti poléhání a také ovlivňuje pevnost buněčných stěn. Hořčík má fyziologický význam v aktivaci četných enzymových systémů. Má

důležité postavení ve fotosyntéze nejen tím, že je součástí chlorofylu, ale také ovlivněním enzymových reakcí tohoto biochemického procesu. V Calvinově cyklu se podílí na fixaci oxidu uhličitého do organických sloučenin až do vytvoření glukosy. Při nedostatku hořčíku a draslíku klesá intenzita proteosyntézy a stoupá obsah aminokyselin a amidů, čímž většinou dochází ke snížení kvality pšenice.

V energetickém metabolismu má důležitou úlohu fosfor, na jehož nedostatek je pšenice obzvláště citlivá. Tento prvek má významný vliv na fotosyntézu, dělení buněk, syntézu lipidů a bílkovin. Obsah fosforu má vysokou korelaci nejen s výnosem zrna, ale i se schopností přezimování ozimých pšenic. Zvýšený obsah fosforu v půdě má vliv na HTZ a sklovitost. Fosfor se v průběhu vegetace významně podílí na intenzitě a rozsahu asimilace dusíku. Je významný v prvním období růstu, protože zvyšuje odolnost proti vymrzání a podporuje tvorbu kořenového systému (Prugar et al., 2008).

Ošetření porostu během vegetace - cílem všech opatření je zabezpečit optimální počet klasů při sklizni a to dle charakteru odrůdy 520 – 580 na m². U přehoustlých porostů dochází ke zhoršení mikroklimatu, v porostech je vysoká vlhkost, méně vzduchu, rostliny žloutnou a u raně setých porostů se objevují choroby pat stébel, případně padlí, což vyžaduje chemické ošetření (Prugar et al., 2008). Významným agrotechnickým opatřením je vláčení, které je prováděno u hustých porostů s odumřelými listy, při rozvoji plevelů, nebo když je půda utužená a rostliny strádají pro nedostatek vzduchu v půdě (Petr, Húska, 1997). Tento zásah provzdušní vrchní vrstvu půdy a zvýšenou mineralizací se uvolňuje 5 – 10 kg dusíku na ha, což pozitivně ovlivňuje odnožování rostlin. Zajištění optimálního zdravotního stavu při udržení plně funkčního asimilačního aparátu je hlavním předpokladem pro dosažení vysoké a kvalitní produkce zrna. Aplikace fungicidů má pozitivní vliv nejenom na výnos, ale také na mechanické vlastnosti zrna (objemová hmotnost, HTZ, podíl předního zrna) (Prugar et al., 2008).

Vliv podmínek v období sklizně - za stálého a suchého počasí se jakost zrna nemění, avšak za vlhkých podmínek se jakostní parametry zhoršují. Vydatnější či opakované srážky a zejména delší vlhké počasí prodlužuje dobu dozrávání, opoždí sklizeň a celkově může značně zhoršit jakost. Zrno opakovaně usychá a vlhne, je potom matné až našedlé. U pšenice se během vlhkých let objevují hnědavé skvrnky v oblasti klíčku, kde se nejdéle udržuje povrchová vlhkost. Předpokládá se, že hnědé zbarvení je určitá reakce na výskyt mikroorganismů. Tato vada je označována jako „barevné změny“.

Opožděná sklizeň za vlhkých podmínek snižuje množství a jakost lepku. V krajním případě může docházet až ke klíčení obilek v klasu nebo jejich zaplesnivění. Stále častějším zdravotním a jakostním problémem je vzrůstající výskyt zrn napadených polními houbami zejména rodu *Fusarium* a *Alternarium*. Největší nebezpečí jak pro krmné, tak pro potravinářské využití pšenice spočívá v produkci mykotoxinů. Napadená zrna jsou lehká a drobná, proto snížení jejich výskytu spočívá ve velikostním třídění na sítích a v odstranění propadu.

Polehnutí porostu je jedním z dalších výnosově i kvalitativně zhoršujících činitelů. Čím dříve k polehnutí dojde, tím horší jsou následky. K jakostním znakům se následně ještě přičte porostlost zrna, která se projevuje naklíčením obilek, výskytem plísní, nižší objemovou hmotností a zvýšením obsahu příměsí a nečistot (Prugar et al., 2008).

Sklizeň, posklizňové ošetření a skladování - nepříznivý vliv na dosaženou kvalitu produkce může mít také způsob sklizně a posklizňové ošetření zrna. V průběhu sklizně se vlastnosti porostu mění i během dne. Tomu je potřeba přizpůsobit pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky a otáčky mlátícího bubnu. Při nedodržování potřebných podmínek se zvyšuje nebezpečí mechanického poškození zrna ve formě zlomků zrn, prasklin a deformací zrna, také zrn s vyraženým klíčkem. K mechanickému poškození jsou nejvíce náchylné největší frakce obilí, které jsou však nejkvalitnější. Sušší zrna je více náchylná k poškození a je křehké. I mikro-poškození může výrazně snížit jakost sklizeného produktu.

Uskladněné zrna je jako živý organismus, i když se nachází ve stádiu klidu. Dýchání je základním životním procesem zrna. Při něm dochází k enzymatické oxidaci vysokomolekulárních látek (především sacharidů), při které se uvolňuje oxid uhličitý, voda a energie (teplo). Při velké hmotě skladovaného produktu hrají tyto látky důležitou roli. Současně dochází ke ztrátám sušiny neboli hmotnosti skladované produkce. Hlavní úkol řízeného procesu skladování je co nejvíce omezit dýchání zrna a udržovat zrna ve stavu tzv. anabiózy. Teplo a vlhkost mají negativní vliv na uchovatelnost zrna. Zvyšující se vlhkost zrna působí na enzymatické procesy související s klíčením, které mají stejně nepříznivé důsledky na jakost jako skrytá porostlost v období dozrávání. Vlhkost určuje také možnosti rozvoje mikroorganismů. Vlhké zrna umožňuje klíčení spór plísní, činnost kvasinek a bakterií. Některé druhy mikroorganismů kontaminují uskladněný produkt toxickými metabolity, které mají negativní dopad na organismus lidí i zvířat. Zaplísňené obilí pak nelze využít ani jako krmivo.

Působení skladištních škůdců spočívá, nejen v přímých hmotnostních ztrátách požerem zrn, ale také vede ke zdravotní závadnosti skladovaného produktu kontaminací exkrementy (Prugar et al., 2008).

Škodlivý činitelé – plevele, choroby - v účinné ochraně porostů obilnin proti škodlivým činitelům hraje rozhodující úlohu jejich včasné rozpoznání (Prigge et al., 2004). Intenzita výskytu plevelů velmi výrazně ovlivňuje zásobování pšenice živinami a vodou a také působí na využití slunečního záření. Plevely svou konkurencí zhoršují optimální rozvoj kulturní plodiny a tím snižují výnos zrna i jeho jakost. Choroby svým působením zhoršují normální růst rostlin. Napadají báze rostlin tzv. choroby pat stébel, zvyšují náchylnost k poléhání a snižují transport živin v rostlině. Listové a klasové choroby negativně ovlivňují výkon asimilačních orgánů, takže zrna je drobnější (Šroller et al., 1997).

Ostatní faktory - některé zdroje uvádějí, že nízký obsah síry v zrně vede ke zvýšení relativního množství na síru chudých α -gliadinů a ke snížení na síru bohatých α -, β - a γ - gliadinů, které zhoršují kvalitu zrna (Wrigley et al., 1980). Timms et al. (1981) navíc potvrzuje, že dostupnost síry může zhoršit používání dusíkatých hnojiv. Tato zjištění jsou v souladu s dalším výsledkem, který ukazuje, že používání dusíkatého hnojiva ne vždy vede ke zlepšení kvality (Zhao et al., 1999). San Martín et al. (1990) tvrdí, že nedostatek síry je spojen s intenzivním využíváním půdy, přímými sečími praktikami, nepřetržitou kultivací a úbytkem organických látek, které jsou spojené s procesem degradace.

Někteří autoři uvádějí, že zvýšená koncentrace CO_2 v prostředí může zvýšit výnos zrna až o 36 %, avšak vliv na kvalitu je proměnlivý a většinou negativní. V prostředí, které je obohaceno CO_2 byl při studiu jarní pšenice zaznamenán průkazný nárůst nadzemní biomasy (+11,8 %) a výnosu (+10,4 %), ale současně

došlo ke snížení podílu předního zrna a změnám v obsahu a kvalitě nutričně významných živin. Většina zdrojů, které se věnovaly vlivu zvýšené koncentrace CO₂ na hmotnost 1000 zrn (HTZ) uvádí, že změny nebyly významné, ale existují i studie, ve kterých byla dosažena signifikantně vyšší průměrná HTZ. V kombinaci s vyšší koncentrací ozónu byl jednoznačně pozorován výrazný pokles jak HTZ (3-6 %), tak i výnosu (6-10 %). Změny obsahu aminokyselin v důsledku zvýšení koncentrace CO₂ byly především ve směru snížení jejich absolutního obsahu a týkaly se zejména neesenciálních aminokyselin, glutaminu a prolinu. V prostředí, ve kterém je vysoká koncentrace CO₂ byl v zrně zaznamenán nárůst obsahu fruktosy, fruktanu a celkových i nestrukturálních sacharidů. Rozdíly mezi odrůdami poukazují na možnost šlechtění odrůd s nižší citlivostí ke zvýšené koncentraci CO₂. Změny v koncentraci CO₂ ovlivňují také obsah minerálních látek. Zvyšuje se obsah draslíku, molybdenu a olova, ale zároveň dochází ke snížení obsahu manganu, železa, kadmia a křemíku.

Vliv ozónu je výrazným negativním faktorem pro obsah škrobu i objemovou hmotnost. Zatímco obsah nutričně důležitých minerálních látek (draslík, mangan, vápník, fosfor, zinek, hořčík, měď) se v tomto prostředí výrazně zvyšuje (Vaculová, Bajerová, 2016).

2.15. Minerální látky

Minerální látky jsou velmi důležitou složkou ve výživě zvířat. Jsou nejen nepostradatelným předpokladem správného vývoje kostry, ale i důležitým faktorem v metabolismu zvířat. Také podmiňují udržování acidobazické rovnováhy v organismu a stálosti vnitřního prostředí. Účastní se tvorby různých enzymů, hormonů, vitamínů, hemoglobinu a ostatních sloučenin, které jsou pro život nezbytné. Působí na dráždivost nervové soustavy a na kontrakci svalů (Novák et al., 1982). V neposlední řadě jsou naprosto nezbytné pro normální činnost mikroflóry trávicího traktu zvířat, především pro činnost bachorové mikroflóry (Internetový zdroj č. 1).

Minerální látky můžeme rozdělit na tři skupiny. Do první skupiny zařazujeme prvky, jejichž denní potřeba se pohybuje v řádu několika set miligramů do desítek gramů, makroprvky (vápník, fosfor, sodík, draslík, chlór, hořčík a síra). Do druhé skupiny patří prvky, jejichž denní potřeba se pohybuje v několika desítkách až stovkách miligramů, mikroprvky (železo, měď, zinek, mangan, křemík a další). V poslední skupině jsou obsaženy prvky, jejichž denní potřeba je menší než u mikroprvků, ultramikroprvky (Kobalt, Molybden, Jod, Fluór, Selen, Chrom a další) (Čermák et al., 2000).

Podle některých zdrojů obsahuje zvířecí tělo pouze 2,3 – 6,4 % minerálních látek. Převážná část (83 %) je obsažena v kostech a jen 17 % minerálních látek je obsaženo v ostatních částech těla. Z celkového obsahu minerálních látek tvoří makroelementy 99,96 % a mikroelementy 0,04 %. Největší podíl minerálních látek tvoří vápník a fosfor. Tyto dva prvky tvoří asi 90 % všech popelovin (Novák et al., 1982).

Rozlišujeme tři základní stupně pokrytí potřeby minerálních látek – karence, optimální a nadměrný příjem. Optimální příjem minerálních látek je z hlediska zdraví a užitkovosti zvířat ideální, karence i nadměrný příjem, stejně tak jako nevyvážený poměr mezi jednotlivými prvky, vedou poměrně v krátkém časovém úseku k výraznému poškození orgánů a tkání. Velkým rizikem je i dlouhodobý

suboptimální příjem některých minerálií, který se projevuje chronickými poruchami zdraví zvířat a poklesem užítkovosti.

Pro pokrytí potřeby jednotlivých prvků je důležitý nejen jejich obsah v krmivu, ale také jejich stravitelnost a využitelnost v organismu, jejich vzájemná interakce, stejně tak jako rychlost jejich vylučování. Z těchto důvodů stoupá na důležitosti forma podávaných látek, které slouží k obohacení krmiv o chybějící mikroprvky. Základní podmínka jejich využitelnosti je rozpustnost ve vodném prostředí a existence metabolických pochodů, které slouží nejen k uvolnění prvku ze sloučeniny, ale i k jeho zpřístupnění dalším biochemickým reakcím (Čermák et al., 2000).

Každý prvek má v životních pochodech zvířat svou specifickou funkci – svůj specifický účinek. Jednotlivé minerální látky však nelze posuzovat jako izolovaně působící látky, ale je třeba je posuzovat komplexně. Vzájemné vztahy se vytvářejí při tvorbě zubů a kostí mezi vápníkem a fluórem, pro udržování acidobazické rovnováhy v organismu je důležitý vztah mezi sodíkem, draslíkem a vápníkem, pro normální činnost srdce musí být určitá rovnováha mezi vápníkem, draslíkem a sodíkem (Novák et al., 1982).

Hlavním exogenním zdrojem makro i mikroprvků jsou krmiva. Jejich minerální složení je velmi odlišné nejen vůči druhové příslušnosti, ale i v rámci téhož druhu. Přitom relativně větší variabilita zastoupení minerálních látek v krmivu téhož původu je ve vegetační části rostliny než v rozmnožovacích orgánech.

Minerální složení rostlin ovlivňuje především půdní typ, zvláště fyzikálně – chemické vlastnosti půdy, podnebí, a povětrnostní podmínky, hnojení a agrotechnika krmných plodin, vegetační fáze sklizně, geneticky zakotvené zvláštnosti jednotlivých odrůd krmiv (Zeman et al., 2006).

Rostliny na písčitéch půdách mají více železa, dvakrát více manganu a více mědi a molybdenu než stejné rostliny na vápenatých půdách.

Z hlediska využitelnosti makro a mikroelementů zvířaty je důležitá forma jejich chemické vazby v rostlinách. Fosfor, vápník, hořčík jsou v zrnech obilí vázané na fytin a z této vazby mohou zvířata minerální látky využívat jen tehdy, když rostlina obsahuje dostatek fytázy, nebo když fytázu produkují v dostatečném množství mikroorganismy v předžaludku přežvýkavců (Tvrzník, Zeman, 2005).

V organismu živočichů existují čtyři základní funkce minerálních prvků.

Strukturální funkce – minerální látky vytvářejí strukturální složky tkání a orgánů. Fosfor a vápník se podílejí na strukturálním uspořádání skeletu a zubů, fosfor a síra na struktuře buněčných membrán a proteinů. Zinek se podílí na strukturální stabilitě molekul inzulinu a řady metaloproteinů. Měď určuje strukturu ceruloplazminu a železo určuje strukturu hemoglobinu a myoglobinu.

Fyziologická funkce – minerální látky mají význam v procesech trávení, vstřebávání a utilizace živin. Podílejí se na udržování osmotického tlaku, permeability membrán a acidobazické rovnováhy. Rovněž jsou nezbytné pro přenos a přeměnu energie, syntetické a detoxikační procesy, pro udržování nervosvalové dráždivosti, ovlivňují reprodukční funkce.

Katalytická funkce – minerální látky působí jako katalyzátory hormonálních a enzymatických systémů a tím zasahují do celého metabolismu.

Regulační funkce – minerální látky regulují metabolické pochody. Hořčík, vápník a zinek ovlivňují buněčnou replikaci a transkripci (Jelínek, Koudelka et al., 2003).

Vápník je nejrozšířenějším prvkem ve zvířecím organismu. Jeho podíl z tělesné hmotnosti zvířete je 1,4 – 2,4 %. Nejvíce vápníku je uloženo v kostech. Dále je součástí krve a mízy, protoplazmy všech buněk a také mezibuněčné hmoty (Kacerovský et al., 1989). Spolu s fosforem se vápník uplatňuje při mineralizaci kostí a zubů. V buňce je vápník nepostradatelný pro přenos signálů, správnou funkci bílkovin, regulaci permeability buněčných membrán a svalovou kontrakci. Důležitou úlohu hraje při aktivaci a inhibici různých enzymů, aktivaci některých hormonů a v procesu srážení krve. Nedostatek vápníku se v organismu projevuje především poruchami v tvorbě kostí. Kostí jsou slabé, snadno se lámou a křiví. Tyto poruchy se objevují u všech zvířat bez ohledu na stáří. Porucha ve tvorbě kostí u mláďat je označována jako křivice (rachitis) a u dospělých osteomalacie (lomivka kostí). Nadbytečný příjem vápníku vyvolává vyplavování fosforu a dalších prvků z těla zvířat jako jsou hořčík, železo, jod, mangan a měď (Kacerovský et al., 1989). Nadbytečný příjem vede také k poklesu stravitelnosti a schopnosti organismu mobilizovat vápník z tělesných rezerv (Čermák et al., 2000).

Fosfor - podíl fosforu z tělesné hmotnosti je asi 1 %, 85 – 90 % je uloženo v kostech, 10 – 15 % je uloženo v měkkých tkáních a tělních tekutinách (Čermák et al., 2000). Spolu s vápníkem je fosfor základním stavebním materiálem při stavbě kostry, dále má významnou úlohu při metabolismu bílkovin, tuků a sacharidů. Je důležitý pro tvorbu vitamínů skupiny B a vitamínu K a pro rozvoj mikroflóry bачoru. U hospodářských zvířat je nedostatek fosforu poměrně častým jevem a je zvyšován přebytkem vápníku. To má za následek snížení užitkovosti a zhoršení reprodukce. Fosfor je důležitým faktorem také pro normální pohlavní činnost. Jeho nedostatek způsobuje u mláďat zpoždění pohlavního dospívání, u dospělých nastávají poruchy ovariálního cyklu a embryonální mortalita, mláďata se rodí slabá a náchylná k různým onemocněním. Nedostatek v krmné dávce rovněž snižuje žravost zvířat, vyvolává pachutě a zvířata silně hubnou (Kacerovský et al., 1989). Nedostatek fosforu je také zvyšován vylučováním vápníku močí, což způsobuje odvápnění kostí. V důsledku přebytku fosforu a nesprávného poměru vápník:fosfor dochází k tzv. fibrózní degeneraci kostí (osteodystrofii) u koní a prasat. Toto onemocnění vzniká zejména jako důsledek podávání nadměrných dávek krmiv s vysokým obsahem fosforu a nízkým obsahem vápníku (zrniny, otruby) (Čermák et al., 2000).

Hořčík - v organismu zvířat je hořčíku ve srovnání s vápníkem a fosforem méně a to asi jen 0,04 – 0,05 % z živé hmotnosti. Z tohoto množství je asi 60 – 70 % uloženo v kostech a zubech, 25 % ve svalech a asi jen 1 % obsahují tělní tekutiny (Kacerovský et al., 1989). Využití hořčíku je ovlivňováno věkem zvířat (stárnutím klesá) a pH v trávicím ústrojí. Čím je pH vyšší, tím se hořčík hůře vstřebává. Hořčík je aktivátorem a složkou různých enzymů. Je nezbytný pro tvorbu kostí. Podporuje vylučování přebytečného vápníku a zabraňuje rachitogennímu působení krmiva, které je chudé na vápník a bohaté na fosfor. Je nepostradatelný pro přenášení nervosvalového podráždění a uplatňuje se v metabolismu sacharidů (Kacerovský et al., 1989). V procesu srážení krve má hořčík opačnou funkci než vápník (snižuje srážlivost krve a brání vzniku trombózy). Příznaky nedostatku hořčíku podmiňuje pokles jeho hladiny v krvi (hypomagnesiemie), jejíž příčinou může být snížený přísun hořčíku krmivem a náhlý přechod na zelené krmivo s vysokým obsahem dusíkatých látek, které vyvolávají zvýšenou tvorbu amoniaku v bачoru. Vytvořený amoniak alkalizuje bачorový obsah, snižuje se ionizace a využitelnost hořčíku, což je důležitým etiologickým faktorem vzniku tzv. pastevní tetanie. Další onemocnění, které je vyvoláno hypomagnesiemií je tzv. tetanie telat vyvolaná nedostatkem hořčíku v krmné dávce telat. Průběh je většinou velmi akutní, za příznaků nepokoje,

hyperkineze, pokopávání končetinami a svalového třesu. Dále nastupují záchvaty křečí, opistotonus, salivace a úhyn. Nadměrný příjem hořčíku omezuje využitelnost a stravitelnost vápníku. Otrava hořčíkem se u hospodářských zvířat prakticky nevyskytuje. Velký nadbytek hořčíku způsobuje pokles příjmu krmiva, zpomalení střevní peristaltiky, průjmy a dokonce může vést i k úhynu (Čermák et al., 2000).

Draslík - podíl draslíku z tělesné hmotnosti je 0,20 – 0,25 %. Nachází se především v buňkách, v extracelulární tekutině je obsažen pouze v malém množství. Asi 75 % draslíku je uloženo ve svalech, následně pak v játrech a dalších tkáních (Čermák et al., 2000). Obsah draslíku v krevním séru ovlivňují sexuální hormony. V průběhu říje stoupá obsah draslíku a klesá obsah sodíku v endometriu. Progesteron naopak hladinu draslíku snižuje a zvyšuje obsah sodíku (Novák et al., 1982). Draslík je především součástí buněk živočišného těla a s pokročilým věkem jeho množství stoupá. Sodík a draslík jsou vzájemnými antagonisty. Zvýšený přísun draslíku v krmné dávce vyvolává vyplavování sodíku a naopak. Retence sodíku a draslíku je závislá na jejich vzájemném poměru (Kacerovský et al., 1989). Poměr draslík:sodík by měl být 2-4 : 1 ve prospěch draslíku (Internetový zdroj č. 1). Draslík je v úzkém vztahu ke tkáňovým enzymům a je důležitý pro normální metabolismus sacharidů. Je důležitý pro udržení vnitrobuněčného osmotického tlaku, acidobazické rovnováhy, ovlivňuje reaktivnost protoplazmy na nervové impulzy a je důležitý i při buněčném dělení (Kacerovský et al., 1989). U hospodářských zvířat se při normální výživě deficit draslíku prakticky nevyskytuje. Jeho nedostatek může vzniknout po průjmech a nadměrném pocení. Při nedostatku draslíku dochází ke snížení příjmu krmiva, zhrubnutí srsti, zpomalení růstu a ojediněle i k úhynu. Mezi další příznaky nedostatku draslíku patří svalová slabost, poškození ledvin nebo poruchy srdeční činnosti. Nadměrné množství draslíku působí diureticky, projevuje se útlumem srdeční činnosti a také poruchami vegetativního nervstva. V důsledku nedostatečné činnosti vaječníku negativně ovlivňuje plodnost (Čermák et al., 2000).

Sodík - podíl sodíku z tělesné hmotnosti činí 0,15 – 0,30 %. Nachází se především v extracelulárních tekutinách (70 %) a pouze malá část je vázána v buňkách. Asi 30 % sodíku je uloženo v kostech (Čermák et al., 2000). Sodík je nejdůležitějším kationtem tělních tekutin, ovlivňuje jejich osmotický tlak, objem krevní plazmy, acidobazickou rovnováhu, přenos nervových vzruchů, elektrickou aktivitu buněk, přenos látek přes buněčnou membránu, je aktivátorem některých enzymů a v bacheru se podílí na udržení optimálního pH. Nedostatek sodíku způsobuje snížení příjmu krmiva a konverze živin, poruchy plodnosti a retardaci růstu. Výrazný deficit sodíku způsobuje pokles osmotického tlaku a zmenšení objemu tělních tekutin. Objevují se křeče, průjmy, svalový třes, snížení přírůstků a produkce mléka. Dojít může i ke kolapsu a hynutí. Nedostatek sodíku se u zvířat objevuje zejména v období laktace, v březosti a při těžké práci. Nadměrný příjem sodíku způsobuje poškození ledvin a jater, otoky a anemie. Toxická dávka chloridu sodného je asi 2-3 g/kg živé hmoty, projevuje se žíznivostí, častým močením, průjmem, nechutenstvím, zvýšením tělesné teploty, nervovými poruchami a mydriázou. V dalším stádiu pak nastupuje paralýza, komatózní stav a úhyn. Vznik a průběh otravy závisí na příjmu napájecí vody (Čermák et al., 2000).

Stopové prvky - u zvířat, především u přežvýkavců, mají mikroelementy mimořádný význam, protože jejich množství v krmivech vlivem mnoha faktorů velmi kolísá a nevyrovnanost stopových prvků v krmných dávkách se projevuje onemocněními vyvolanými nedostatkem nebo naopak přebytkem mikroelementů. Malý přírůstek mikroelementů do krmné dávky má poměrně značnou účinnost. Normální funkce organismu včetně rozmnožování není závislá jen na jednom prvku,

ale na celém komplexu stopových prvků (Kacerovský et al., 1989). Stopové prvky v nepatrných množstvích působí jako katalyzátory v hormonech, vitamínech, enzýmech, koenzýmech nebo v aktivátorech enzymů. Stopové prvky rovněž působí jako enzymatické katalyzátory při aktivaci biologických procesů. Stopové prvky ale nemusí být aktivní součástí pletiv či biologicky aktivních látek v těle zvířat, a přesto jsou pro život organismů zcela nepostradatelné. Například bez přítomnosti mědi nedojde k včlenění železa do hemoglobinu. Také se ve svých účincích podmiňuje navzájem více stopových prvků, jako například železo, kobalt, měď (Novák et al., 1982).

Železo - podíl železa z celkové tělesné hmotnosti je 0,004 – 0,007 %. 65 – 70 % je obsaženo v hemoglobinu a myoglobinu, asi 25 % je vázáno na transportní bílkoviny (ferritin, hemosiderin a transferin) a zbytek se nachází v enzýmech, které obsahují železo (Čermák et al., 2000). Jako pohyblivá složka je železo obsaženo také v ledvinách, játrech a slezině (Kacerovský et al., 1989). Primární úloha železa v organismu je přenos kyslíku, prostřednictvím hemoglobinu a uložení kyslíku pro potřebu svalového stahu, prostřednictvím myoglobinu (Čermák et al., 2000). Při nedostatku železa dochází k anémii (Kacerovský et al., 1989), která se projevuje apatií, nápadnou bledostí, zpomalením růstu a změnami v červeném krevním obrazu. Stravitelnost železa snižuje vyšší obsah vápníku, mědi, zinku, fosforu a kadmia v krmné dávce. Otrava se projevuje postižením ledvin, jater, trávicího traktu a snížením imunity (Čermák et al., 2000).

Měď je v těle zvířat obsažena ve formě složitých sloučenin ve všech orgánech. Nejvíce jí však je v játrech. Je součástí oxidáz a proto má důležitý význam při tkáňovém dýchání. Měď je nezbytná při tvorbě hemoglobinu a aktivuje hormony předního laloku hypofýzy a tím má vliv i na pohlavní funkce. Důležitý význam má pro výměnu srdeční svaloviny a funkci srdečních tepen (Kacerovský et al., 1989). Je také složkou řady enzymů, stimuluje glykogenezi a lipogenezi, je nezbytná pro tvorbu pigmentů a keratinu (Čermák et al., 2000). Nedostatek mědi v krmné dávce vyvolává anemii, zpomalení růstu, poruchy ve stavbě kostí, depigmentaci, trávicí poruchy a ztrátu chuti (Kacerovský et al., 1989). Specifickým onemocněním, které je vyvoláno deficitem mědi je enzootická ataxie jehňat a kůzlat. Vznikají těžké dystrofické změny nervové tkáně. U nově narozených jehňat vzniká akutní forma onemocnění charakterizovaná paralýzou, slepotou a rychlým úhynem. U postižených kusů může mortalita dosáhnout až 80 %. U jehňat, která jsou starší, vzniká chronická forma onemocnění charakterizovaná slabostí končetin, potácivou chůzí, někdy i parézami a paralýzami. Zvýšený obsah mědi v krmivu vede ke zvýšenému ukládání v játrech a ledvinách (Čermák et al., 2000) což má za následek cirhózu (Internetový zdroj č. 1). Na chronické otravy jsou náchylné především telata a ovce, prasata jsou poměrně odolná (Čermák et al., 2000).

Mangan - vyšší hladinu manganu zaznamenáváme především ve tkáních bohatých na mitochondrie, v játrech, slinivce, svalech, mozku, ledvinách a kostech (Čermák et al., 2000). Nejvyšší potřebu manganu mají zvířata při pohlavním dospívání. Je důležitý pro průběh oxidoredukčních procesů, má pozitivní vliv na tvorbu krve i růst zvířat. Přídavek manganu do krmné dávky pozitivně ovlivňuje ukládání vápníku v těle i ukládání vápníku a fosforu v kostech. Mangan zvyšuje využitelnost tuku v organismu a chrání játra před tukovou degenerací. Velmi důležitý je poměr železa a manganu (antagonismus projevující se v procesech vstřebávání, metabolismu a deponování těchto prvků v organismu). Ze zažívacího ústrojí se mangan vstřebává poměrně špatně (Kacerovský et al., 1989) a jeho vstřebávání je negativně ovlivněno vyšším obsahem vápníku, fosforu a železa v krmné dávce

(Internetový zdroj č. 1). Dlouhodobí nedostatek tohoto prvku způsobuje poruchy pohlavních funkcí, nepříznivě ovlivňuje objem ejakulátu, koncentraci a pohyblivost spermií, dochází k degeneraci varlat, narušení spermatogeneze, k deformaci kostry a zhoršení schopnosti pohybu (KaceroVský et al., 1989). Specifické onemocnění vyvolané nedostatkem manganu u drůbeže peróza (*perosis*), která se projevuje zpomalením růstu, kulháním, zduřením kloubů, zesílením a zkrácením rourovitých kostí, luxací Achilovy šlachy, postupnou ztrátou pohyblivosti a hynutím. Zvýšený příjem manganu se projevuje průjmy, zvracením, pneumonií a patologickými změnami zubů a kostí (Čermák et al., 2000).

Zinek - v organismu je nejvíce zinku obsaženo ve svalech, játrech, kostech a mléčné žláze (Čermák et al., 2000). Zinek je součástí dýchacích fermentů, účastní se činnosti enzymových soustav, syntézy bílkovin, přeměny sacharidů a mnohých dalších reakcí. Navýšený obsah zinku v pohlavních orgánech při rozmnožování svědčí o jeho úloze v procesu rozmnožování (KaceroVský et al., 1989). Zinek je součástí oční duhovky a je zapojen do fotochemických procesů vidění. Také se podílí na uvolňování prolaktinu a na kontrakcích děložního svalstva v průběhu porodu. Ovlivňuje i motilitu spermií a jejich schopnost penetrace do vajíčka. Jako složka alkalické fosfatázy se v kostech zúčastňuje osifikace. Ovlivňuje keratinizaci sliznic, kůže i kožních derivátů (Čermák et al., 2000). Přijatý zinek se vstřebává v první části zažívacího ústrojí a nejvíce se ukládá v játrech. Využití zinku z krmiv a jeho potřeba jsou nejvíce ovlivňovány především obsahem mědi a vápníku v krmné dávce. Antagonistou zinku je kadmium (KaceroVský et al., 1989). Nedostatek zinku snižuje syntézu bílkovin a způsobuje zpomalení růstu. Projevuje se šeroslepostí, záněty kůže, poruchami imunity, špatným hojením ran a narušenou osteogenezí. Nedostatek zinku vede u gravidních zvířat ke zpomalení vývoje plodu a zvýšenému výskytu kongenitálních malformací. Dochází k deformacím rourovitých kostí, obratlů a kostí lebky (Čermák et al., 2000).

3. Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení obsahových parametrů vybrané skupiny mikro a makroprvků v zrně pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) v rámci skupiny odrůd (Elixer, Vanessa, Tobak, Bombus) určených pro krmné využití. DP bude řešena experimentální formou. Hodnoceny budou vzorky zrna získané v rámci pokusu vedeného v rámci podniku RABBIT Trhový Štěpánov, a.s. na třech různých stanovištích. Vedle analýzy vybrané skupiny kvalitativních parametrů zrna, budou hodnoceny i výnosové parametry (počet rostlin a klasů na plochu a sklizené množství zrna z jednotky plochy). Data v rámci uvedeného pokusu byly získány v úzké spolupráci s podnikem RABBIT Trhový Štěpánov, a.s.

4. Metodika práce

4.1. Představení Holdingu Rabbit Trhový Štěpánov a.s.

Polní pokus, v rámci kterého byl získán hodnocený rostlinný materiál, byl pěstován na pozemcích Holdingu Rabbit Trhový Štěpánov, respektive na pozemcích jeho dceřiných společností (ZD Trhový Štěpánov, SPVZ Ostředek, ZP Keblov).

Společnost byla založena v roce 1991 a její první činností bylo zpracování králíčího masa. Od této činnosti tedy pochází název mateřského podniku. Z malé firmy postupem času vyrostl zemědělsko – potravinářský celek.

Firma RABBIT CZ a.s. má holdingovou organizační strukturu. Vlastní 15 dceřiných společností, z nichž 8 podniků je zemědělské prvovýroby hospodařících na půdě s katastrální výměrou 17 000 ha. 3 podniky jsou specializované na živočišnou výrobu, především na vepřové maso, drůbeží maso, vejce a agrochemické služby. Další 3 potravinářské podniky se zaměřují na zpracování drůbeže, králíků, vepřového masa, hovězího masa a uzenářských výrobků. 1 podnik služeb je zaměřen na výrobu krmných směsí a skladování obilí.

V rostlinné výrobě se produkují na 15 500 ha zemědělské půdy obiloviny pro zajištění výroby krmných směsí (tj. pšenici ozimou a jarní, ječmen ozimý a kukuřici). Jako tržní plodiny se pěstují řepka ozimá, ječmen jarní k výrobě sladu, mák a trávy na semeno. Nejdůležitější podíl je u řepky ozimé, která se pěstuje na více než 2 000 ha zemědělské půdy, což představuje téměř 13%. Část zemědělské půdy se využívá na krmné plodiny, jako je kukuřice na siláž, jetel na senáž a trávy na seno a senáž.

V holdingu se chová 3 400 – 3 500 ks dojníc k produkci mléka a cca 350 kusů krav bez tržní produkce. V současnosti se v holdingu chová 10 000 ks prasnic. Na chovech prasnic se za rok odchová přibližně 280 000 kusů selat. Za jeden rok se v rámci celé skupiny vykrmí asi 275 000 kusů jatečných prasat. Podniky ročně vykrmí 6,5 – 7 mil. kusů drůbeže o váze 2 – 2,1 kg na kus. Za rok se odstaví přibližně 150 000 – 170 000 malých králíků. V holdingu se chová asi 210 000 kusů nosnic, které za rok produkují mezi 65 – 68 mil. kusů vajec (Internetový zdroj č. 2).

4.2. Charakteristika vybraných zemědělských podniků

Polní pokus zabývající se hodnocením kvalitativních parametrů krmné pšenice probíhal na pozemcích dceřiných společností Holdingu Rabbit. Tyto společnosti se nazývají ZD Trhový Štěpánov, SPVZ Ostředek a ZP Keblov.

ZD Trhový Štěpánov a.s. je zemědělské družstvo hospodaří na výměře cca 3000 ha zemědělské půdy. Specializuje se na výrobu mléka, drůbežího masa v živočišné výrobě a produktů obilovin, řepky a máku v rostlinné výrobě. Patří mezi podniky, které mají nejlepší výsledky ve skupině.

ZP Keblov a.s. hospodaří na výměře cca 1000 ha zemědělské půdy a specializuje se na výrobu mléka, kde patří mezi nejlepší podniky nejen ve skupině ale i v celé České republice. V rostlinné výrobě je významným pěstitelem řepky a máku.

SPVZ Ostředek a.s. hospodaří na výměře cca 1600 ha zemědělské půdy. V živočišné výrobě se specializují na chov krav bez tržní produkce, výkrm masného skotu a výkrm kuřic. V rostlinné výrobě na produkci žita, řepky a máku (Internetový zdroj č. 2).

4.3. Charakteristika vybraných odrůd

V rámci řešení diplomové práce byly zvoleny následující odrůdy.

Elixer je středně ranou odrůdou středního vzrůstu. Dosahuje velmi vysokých výnosů i při nízké intenzitě. Je odolná proti vymrzání a středně odolná proti poléhání. Elixer má střední až nižší odnožovací schopnost a dobrý zdravotní stav. Proti většině chorob je středně odolná a je vysoce tolerantní k mokřým a studeným půdám a také k termínu setí. Snáší setí po obilnině. Výsevek by se měl pohybovat v rozmezí od 2,5 – 3,8 MKS/ha (Internetový zdroj č. 3).

Tobak je polopozdní až pozdní odrůda chlebové (B) jakosti. Rostliny jsou středně odnožující, středně vysoké a zrno středně velké. Mezi přednosti patří vysoký výnos, odolnost proti napadení žlutou rzivostí pšenice (rzí plevovou). Rizikem je vysoká náchylnost k napadení růžováním klasů pšenice (fuzariózami klasů), náchylnost k napadení hnědou rzivostí pšenice (rzí pšeničnou) a černou rzivostí trav (rzí travní) a nižší objemová hmotnost (Internetový zdroj č. 4).

Vanessa je středně raná odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s měkkou strukturou endospermu. Rostliny má velmi dobře odnožující, středně vysoké a zrno středně velké. Mezi její přednosti patří měkká struktura endospermu. Mezi pěstitelská rizika patří nižší úroveň čísla poklesu, vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů (růžováním klasu pšenice), menší odolnost proti napadení rzí plevovou (žlutou rzivostí pšenice) (Internetový zdroj č. 5).

Bombus - jedná se o ozimou pšenici (pekařská kvalita C), která byla v roce 2012 registrována v Německu. Vyniká vysokým a stabilním výnosem, dobrým přezimováním a vysokým stupněm odolnosti vůči padlí. Odolnost vůči většině dalších sledovaných chorob je zpravidla mírně nadprůměrná, nedoporučuje se ale odrůdu pěstovat po kukuřici a je nutností preventivně ošetřovat proti fuzariím v klasu. Odrůda je určena pro krmné účely a podle podkladů je vhodná do všech oblastí pěstování ozimé pšenice (Internetový zdroj č. 6).

4.4. Charakteristika stanoviště

V této kapitole budou postupně charakterizovány všechny tři pozemky, na kterých polní pokus probíhal.

Tab. č. 4: Charakteristika pozemku SPVZ Ostředek

Kraj	středočeský
Výrobní oblast	bramborářská
Nadmořská výška	471 m. n. m.
Půdní typ	kambizemě
Půdní druh	hlinito - písčítý
Půdotvorný substrát	kyselejší metamorfované horniny
Klimatický region	5 – mírně teplý, mírně vlhký (MT2)
Průměrná roční teplota	7 – 8 °C
Průměrný úhrn srážek	550 – 650 mm
Sklonitost a expozice	0
Skeletovitost	4

Tab. č. 5: Charakteristika pozemku ZD Trhový Štěpánov

Kraj	středočeský
Výrobní oblast	bramborářská
Nadmořská výška	480 – 500 m. n. m.
Půdní typ	kambizemě
Půdní druh	písčito – hlinitý
Půdotvorný substrát	žuly, svor, slenit
Klimatický region	5 – mírně teplý, mírně vlhký (MT2)
Průměrná roční teplota	7 – 8 °C
Průměrný úhrn srážek	510 – 650 mm
Sklonitost a expozice	1
Skeletovitost	1

Tab. č. 6: Charakteristika pozemku ZP Keblov

Kraj	středočeský
Výrobní oblast	bramborářská
Nadmořská výška	463 m. n. m.
Půdní typ	kambizemě
Půdní druh	písčito - hlinité
Půdotvorný substrát	kyselejší metamorfované horniny
Klimatický region	7 – mírně teplý, vlhký (MT4)
Průměrná roční teplota	6 – 7 °C
Průměrný úhrn srážek	650 – 750 mm
Sklonitost a expozice	1
Skeletovitost	4

4.5. Charakteristika ročníku

V následujících tabulkách (č. 7,8) jsou uvedeny průměrné měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty za vegetační období 2015/2016 na pozemcích kde byl prováděn polní pokus. Pozemky ZD Trhový Štěpánov a ZP Keblov leží jen v malé vzdálenosti od sebe, takže jejich srážkové a teplotní údaje jsou uváděny z jedné meteorologické stanice. Pozemek SPVZ Ostředek byl charakterizován z vlastní meteorologické stanice z důvodu větší vzdálenosti.

Tab. č. 7: Klimatická charakteristika ročníku 2015

Měsíc	Úhrn srážek (mm) – ZD Trhový Štěpánov, ZP Keblov	Úhrn srážek (mm) – SPVZ Ostředeck	Teplota vzduchu (°C) – ZD Trhový Štěpánov, ZP Keblov	Teplota vzduchu (°C) – SPVZ Ostředeck
Září	40,8	25,4	14,3	14,2
Říjen	69,3	46,2	8,6	8,4
Listopad	92,1	49,8	6,75	7,5
Prosinec	30,3	18,9	5,06	5,38

Tab. č. 8: Klimatická charakteristika ročníku 2016

Měsíc	Úhrn srážek (mm) – ZD Trhový Štěpánov, ZP Keblov	Úhrn srážek (mm) – SPVZ Ostředeck	Průměrná teplota vzduchu (°C) – ZD Trhový Štěpánov, ZP Keblov	Průměrná teplota vzduchu (°C) – SPVZ Ostředeck
Leden	19,6	12,2	-0,4	0,2
Únor	52,5	35,4	4,3	4,7
Březen	33,3	28,8	4,14	5,03
Duben	31,5	20,7	9,1	9,1
Květen	78	21,9	14,2	14,7
Červen	48,6	54	18,5	18,8
Červenec	101,7	87,9	19,7	20,3
Srpen	27,3	30	18,4	18,7

4.6. Založení pokusu

Tab. č. 9: – Základní charakteristiky založení a vedení polního pokusu v rámci pozemku ZP Keblov

Půdní blok	Belihy horní – 4602/2	Belihy horní – 4602/2	Belihy horní – 4602/2	Belihy horní – 4602/2
Odrůda	Elixer	Vanessa	Tobak	Bombus
Výsevek (MKS/ha)	3,1	3,1	3,1	3,1
Datum setí	1.10.2015	1.10.2015	1.10.2015	1.10.2015
Výměra	3,1	3,1	3,1	3,1
Secí kombinace	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC
Hloubka setí (cm)	4	4	4	4
Šířka řádků (cm)	12,5	12,5	12,5	12,5
Sklizeň	2.8.2016	2.8.2016	2.8.2016	2.8.2016

Tab. č. 10: Základní charakteristiky založení a vedení polního pokusu v rámci pozemku SPVZ Ostředek

Půdní blok	Vosina 8404	Vosina 8404	Vosina 8404	Vosina 8404
Odrůda	Elixer	Vanessa	Tobak	Bombus
Výsevek (MKS/ha)	2,8	2,8	2,8	2,8
Datum setí	24.9.2015	24.9.2015	24.9.2015	24.9.2015
Výměra	2,90	2,88	2,95	3,00
Secí kombinace	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC
Hloubka setí (cm)	4	4	4	4
Šířka řádků (cm)	12,5	12,5	12,5	12,5
Sklizeň	27.7.2016	27.7.2016	27.7.2016	27.7.2016

Tab. č. 11: Základní charakteristiky založení a vedení polního pokusu v rámci pozemku ZD Trhový Štěpánov

Půdní blok	K Souticům - 4001	K Souticům - 4001	K Souticům - 4001	K Souticům - 4001
Odrůda	Elixer	Vanessa	Tobak	Bombus
Výsevek (MKS/ha)	2,8	2,8	2,8	2,8
Datum setí	25.9.2015	25.9.2015	25.9.2015	25.9.2015
Výměra	2,99	2,88	2,82	2,95
Secí kombinace	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC	Axion 940 + H.Pronto 6 DC
Hloubka setí (cm)	4	4	4	4
Šířka řádků (cm)	12,5	12,5	12,5	12,5
Sklizeň	28.7.2016	28.7.2016	28.7.2016	28.7.2016

4.7. Výživa, hnojení, sledování a ošetření porostu během vegetace

Jednotlivé dávky živin jsou téměř shodné na všech stanovištích u všech pěstovaných odrůd v daném pokusu. Jak se ale shoduje většina autorů, tak nejdůležitějším prvkem ve výživě rostlin je dusík. Hnojení dusíkem probíhalo na všech stanovištích od poloviny března regeneračním hnojením, 1. produkční hnojení probíhalo v polovině dubna a druhé produkční hnojení proběhlo koncem května. Zimolka et al. (2005) uvádějí, že právě v jarním období se odběr dusíku zvyšuje, protože rostliny musí po zimě obnovit biomasu. Z tohoto důvodu je hnojení dusíkem nezbytné pro vysoké výnosy a kvalitu zrna.

Při ošetřování porostu během vegetace používaly podniky řadu shodných pesticidů na ochranu rostlin. Zde jsou uvedeny některé z nich – Logran, Granstar, Starane, Roundup). Jak opět uvádí Zimolka et al. (2005) uvedené látky se většinou používají proti chorobám klasů a listů především v průběhu jarního období a při postupném zjišťování těchto chorob během vegetace. Tyto látky na ochranu rostlin byly aplikovány v jednotlivých podnicích vždy minimálně jedenkrát na každou odrůdu.

V průběhu vegetace bylo provedeno pozorování, které se týkalo počtu rostlin na jednotku plochy. Těsně před sklizní porostů byly provedeny odběry klasů z jednotlivých odrůd i stanovišť a následně byl vyhodnocen počet klasů na jednotku plochy.

4.8. Charakteristika vybraných metod stanovení

Zrno pšenice bylo sklizeno v plné zralosti. U všech variant byla na místě stanovena vlhkost. Následně bylo zrno zbaveno příměsí a nečistot. Dále proběhlo sušení zrna a jeho následné semletí na výsledný produkt, ze kterého byla určována hladina vybrané skupiny makroprvků a mikroprvků.

4.8.1. Stanovení obsahu vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku, mědi, manganu, zinku a železa

Na úvod je nutné dodat, že stanovení hladiny vybraných prvků v zrně proběhlo v certifikované laboratoři (Mydlářka a.s. - ZOL Chotýšany) dle standardizovaných metodik a standardního operačního postupu SOP K14, který vychází z Nařízení Komise (ES) č. 152/2009.

Princip - vzorek se převede do roztoku kyselinou chlorovodíkovou po zpopelnění při 550°C (minerální látky a minerální hnojiva se nepálí) a uvedené prvky se stanoví po vhodném nařazení metodou atomové absorpční spektrometrie.

Mineralizace vzorku suchou cestou - Do spalovacího kelímku se naváží 1-2g vzorku s přesností na 1 mg a vzorek se nejprve zuhelnatí v mořském písku na topné desce nebo vařiči. Během zahřívání je nutno bránit vzplanutí vzorku. Potom se kelímek vloží do muflové pece a nechá se spalovat při 550°C +/-10 °C po dobu nejméně 10 hodin (dokud nezmizí uhlíkaté částice). Po vychladnutí pece alespoň na 100 °C se kelímek s popelem z pece vyjme kleštěmi a přenese do exsikátoru. Po jeho úplném ochlazení se zváží s přesností na 1 mg.

Rozpouštění mineralizátu (popela) - K vychladlému popelu se opatrně po kapkách přidá 10 ml 6M HCl (možnost vytváření CO₂) a pomalu se v digestoři zahřívá za občasného míchání až do úplného rozpuštění popela. Poté se celý roztok nechá odpařit téměř do sucha. Zbytek se rozpustí v 5 ml 6M HCl a vzniklý roztok se kvantitativně převede do 100 ml odměrné baňky přes středně hustý předem horkou deionizovanou vodou propláchnutý filtr. Po vychladnutí se doplní vodou po rysku.

Mikroprvky - Z takto připraveného roztoku lze přímo měřit všechny mikroprvky (měď, mangan, zinek, železo) bez nutnosti dalšího ředění vzorků. U vzorků s vyššími obsahy, se zvolí optimální ředění vzorku v závislosti na zjištěné absorbanční neředěného vzorku a zvolené ředění se ihned zaznamená do sekvence měření na přístroji k příslušnému měření. Ředěné vzorky se tak násobí ředícím faktorem.

Makroprvky – Vápník, Mangan – z roztoku připraveného pro měření mikroprvků se odebere 1 ml a zředí se přidáním 9 ml pracovního roztoku oxidu lathanitého 0,3M HCl s 2g La/l.

Draslík, Sodík - z roztoku připraveného pro měření mikroprvků se odebere 1 ml a zředí se přidáním 9 ml pracovního roztoku chloridu cesného 0,3M HCl s 2g Cs/l.

Měření vzorků - Atomový absorpční spektrometr se nastaví podle instrukcí výrobce, optimalizuje se pro měření acetylén-vzduch. Měření se provádí při následujících vlnových délkách: draslík (466,5 nm), sodík (589 nm), vápník (422,7 nm), hořčík (285,2 nm), měď (324,7), mangan (279,5), železo (248,3 nm), zinek (213,9 nm).

Měření každého prvku začíná proměřením kalibračních roztoků a sestrojením kalibrační křivky. Následuje proměření slepého stanovení a laboratorního kontrolního vzorku. Pokud jsou zjištěné údaje v pořádku, pokračuje se měřením vzorku. V opačném případě se opakuje optimalizace přístroje a jeho kalibrace.

Absorbance zkoušeného vzorku se měří za stejných podmínek jako absorbance kalibračních roztoků. Pokud je třeba, ředí se zkoušené roztoky příslušným ředícím roztokem, aby se získala absorbance ležící v lineární části kalibrační křivky.

Výpočet - Výpočet koncentrace jednotlivých stanovovaných prvků probíhá automaticky v přístroji AAS. Makroprvky se udávají v g/kg(l), mikroprvky v mg/kg(l). Takto získané a zapsané výsledky jsou převedeny na požadované jednotky (% , g, mg).

4.8.2. Stanovení obsahu celkového fosforu

Stanovení celkového obsahu fosforu bylo provedeno v certifikované laboratoři (Mydlářka a.s. – ZOL Chotýšany) dle standardizovaných metodik a standardního operačního postupu SOP K18, který vychází z Nařízení Komise (ES) č. 152/2009.

Princip - Vzorek se převede do roztoku kyselinou chlorovodíkovou po zpopelnění při 550°C (minerální látky a minerální krmiva se nepálí) a uvedené prvky se stanoví po vhodném naředění metodou spektrometrického stanovení při vlnové délce 430 nm.

Mineralizace vzorku suchou cestou - Do spalovacího kelímku se naváží 1g nebo 2g vzorku s přesností na 1 mg a vzorek se nejprve zuhelnatí v mořském písku na topné desce nebo vařiči. Během zahřívání je nutno bránit vzplanutí vzorku. Potom se kelímek vloží do muflové pece a nechá se spalovat při 550°C±10 °C po dobu nejméně 10 hodin (dokud nezmizí uhlíkaté částice). Po vychladnutí pece alespoň na 100 °C se kelímek s popelem z pece vyjme kleštěmi a přenese do exsikátoru. Po jeho úplném ochlazení se zváží s přesností na 1 mg.

Rozpouštění mineralizátu (popela) - K vychladlému popelu se opatrně po kapkách přidá 10 ml 6M HCl (možnost vytváření CO₂) a pomalu se v digestoři zahřívá za občasného míchání až do úplného rozpuštění popela. Po té se celý roztok nechá odpařit téměř do sucha. Zbytek se rozpustí v 5 ml 6M HCl a vzniklý roztok se kvantitativně převede do 100 ml odměrné baňky přes středně hustý předem horkou deionizovanou vodou propláchnutý filtr (KA-4,150mm). Po vychladnutí se doplní vodou po rysku.

Příprava vzorku k měření - Do odměrné baňky na 50 ml se odpipetuje 2,5 ml roztoku v případě navážky vzorku rovné 2g. Pro navážku vzorku 1g se pracuje s objemem 5 ml. Přidá se 10 ml směsného činidla (molybdátovanadátového činidla), doplní vodou po rysku a promíchá. Po 60-ti minutovém stání při laboratorní teplotě se měří absorbance vzorku v kyvetě optické délky 10 mm při vlnové délce 430 nm proti slepému stanovení. Výsledek se запиše do pracovního deníku laborantky a odečte z kalibrační křivky.

Výpočet - Výpočet koncentrace se provádí v PC v programu Kal, kde se výsledek odečte z kalibrační křivky. Výsledky se zapisují do laboratorní knihy v g/kg(l). Takto získané a zapsané výsledky jsou převedeny na požadované jednotky (% , g, mg).

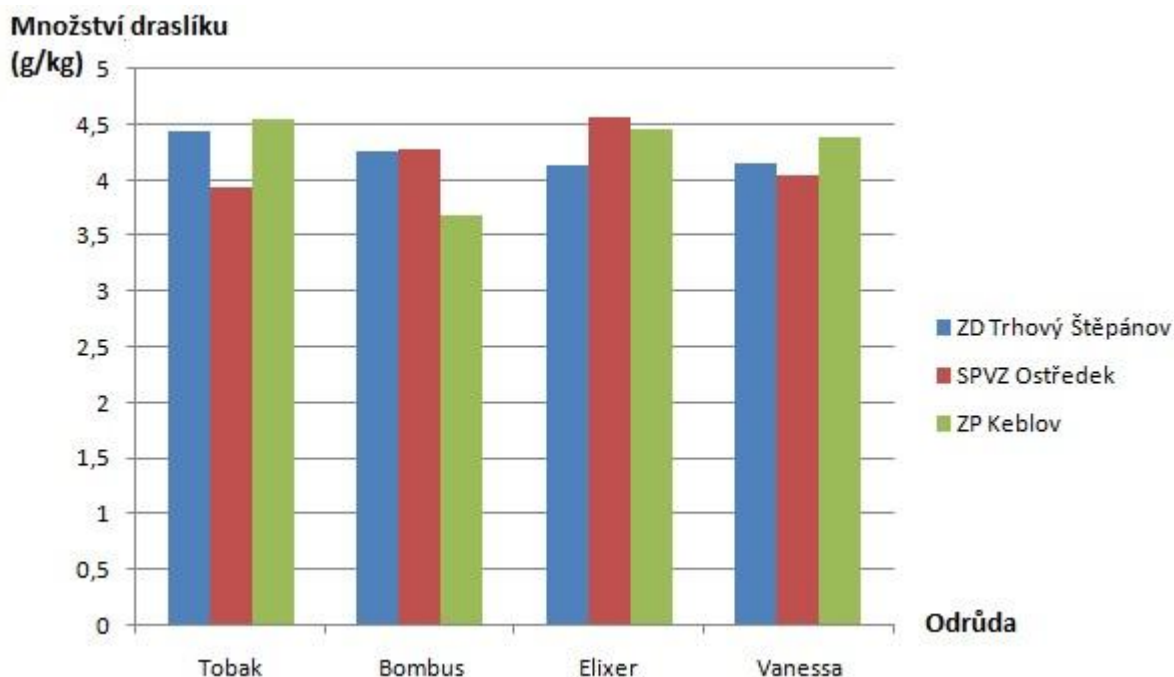
4.8.3. Stanovení počtu rostlin a klasů na jednotku plochy

Stanovení počtu rostlin bylo prováděno na všech pozemcích i odrůdách stejným způsobem. Na každém pozemku u každé odrůdy zvlášť bylo náhodně vybráno 10 stanovišť s rozměrem 1 m². Na každém z deseti stanovišť byl spočítán počet rostlin. Dále se provedl součet všech deseti výsledků a byl proveden aritmetický průměr, ze kterého vzešla výsledná hodnota počtu rostlin na jednotku plochy. Obdobným způsobem bylo prováděno i stanovení počtu klasů na jednotku plochy v období před sklizní.

5. Výsledková část a diskuze

Rok 2015, ve kterém startovala vegetační sezóna ozimých obilovin sklizených v roce 2016, byl srážkově velmi chudý a roční úhrn srážek byl na úrovni 79 % normálu. Také měsíc září 2015 byl hodnocen jako suchý (62 % srážkového normálu), ovšem říjen (124 %) a listopad (151 %) již byly z hlediska dostatku vláhy příznivé. Zásoba vody v ornici (0-30 cm) i v profilu 0 – 60 cm byla koncem roku vyhodnocena jako velmi dobrá. V celém období listopad 2015 – březen 2016 se průměrné měsíční teploty pohybovaly nad normálními hodnotami, v prosinci 2015 byla zaznamenána kladná odchylka +4,7°C nad dlouhodobým normálem, v únoru 2016 to pak bylo +4,1°C. Vyšší teploty a poměrně dobrá zásoba vody v půdě představovaly pro porosty ozimých obilnin velmi vhodné podmínky. V jarních měsících příznivé počasí pro jejich vegetaci pokračovalo dále. Měsíce duben a květen byly teplotně i srážkově na úrovni normálu a porosty byly převážně optimálně husté a vyrovnané. Chladnějším počasím koncem dubna byl vývoj ozimů zpomalen a přibrzdil se také výskyt chorob a škůdců. Také červen byl srážkově i teplotně normální, rozložení srážek však bylo nerovnoměrné. V místech, kde se vyskytovaly intenzivní srážky, došlo k lokálnímu polehnutí porostů, někde byly porosty i poškozeny kroupami. Ke konci vegetace byly porosty ozimé pšenice obecně v dobré zdravotní a růstové kondici a slibovaly slušný výnos i kvalitu. Měsíc červenec byl srážkově i teplotně nadnormální, srážky se vyskytovaly především v druhé a třetí dekádě měsíce, často ve formě přeháněk a lokálních bouřek (Internetový zdroj č. 7).

Graf č. 2: Variabilita obsahu draslíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (g/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo vůbec nejvyšší množství draslíku naměřeno na pozemku ZP Keblov (4,55 g/kg). Na pozemku ZD Trhový Štěpánov bylo naměřeno 4,46 g/kg draslíku v zrně a na pozemku SPVZ Ostředek 3,94 g/kg což je nejnižší naměřená hodnota draslíku v zrně odrůdy Tobak.

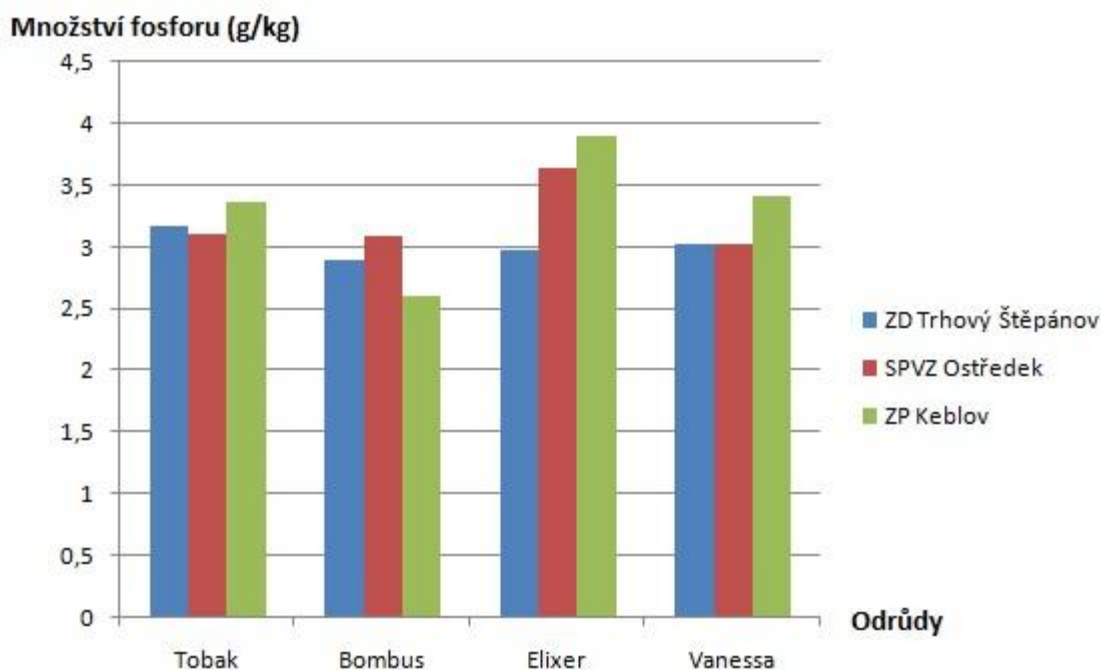
Nejvyšší množství draslíku v zrně odrůdy Bombus bylo naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek (4,28 g/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla naměřena hodnota 4,27 g/kg v zrně a vůbec nejmenší naměřená hodnota draslíku v zrně napříč všemi odrůdami byla naměřena na stanovišti ZP Keblov (3,69 g/kg).

Zrno odrůdy Elixer obsahovalo nejvíce draslíku na stanovišti SPVZ Ostředek (4,56 g/kg). Dále pak na stanovišti ZP Keblov (4,46 g/kg) a nejnižší hodnota v zrně byla naměřena na pozemku ZD Trhový Štěpánov (4,14 g/kg).

Nejvyšší množství draslíku v zrně odrůdy Vanessa bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (4,38 g/kg). Dále následovalo ZD Trhový Štěpánov (4,16 g/kg) a SPVZ Ostředek (4,05 g/kg).

Průměrně nejvyšší obsah draslíku má zrno odrůdy Elixer (4,39 g/kg) a naopak nejnižší obsah draslíku má zrno odrůdy Bombus (4,08 g/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo průměrně v zrnech všech odrůd obsaženo nejvíce draslíku (4,27 g/kg) a naopak průměrně nejméně draslíku v zrně je obsaženo v SPVZ Ostředek (4,21 g/kg).

Graf č. 3: Variabilita obsahu fosforu v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (g/kg)



V zrně odrůdy Tobak byl nejvyšší obsah fosforu naměřen na pozemku ZP Keblov (3,37 mg/kg). Na pozemku ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně naměřeno 3,18 g/kg fosforu a na stanovišti SPVZ Ostředek bylo v zrně naměřeno 3,10 g/kg.

V zrně odrůdy Bombus bylo největší naměřené množství fosforu zaznamenáno na stanovišti SPVZ Ostředek (3,09 g/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo naměřeno 2,9 g/kg fosforu v zrně a vůbec nejnižší množství fosforu v zrně napříč všemi odrůdami bylo zjištěno na stanovišti ZP Keblov (2,61 g/kg).

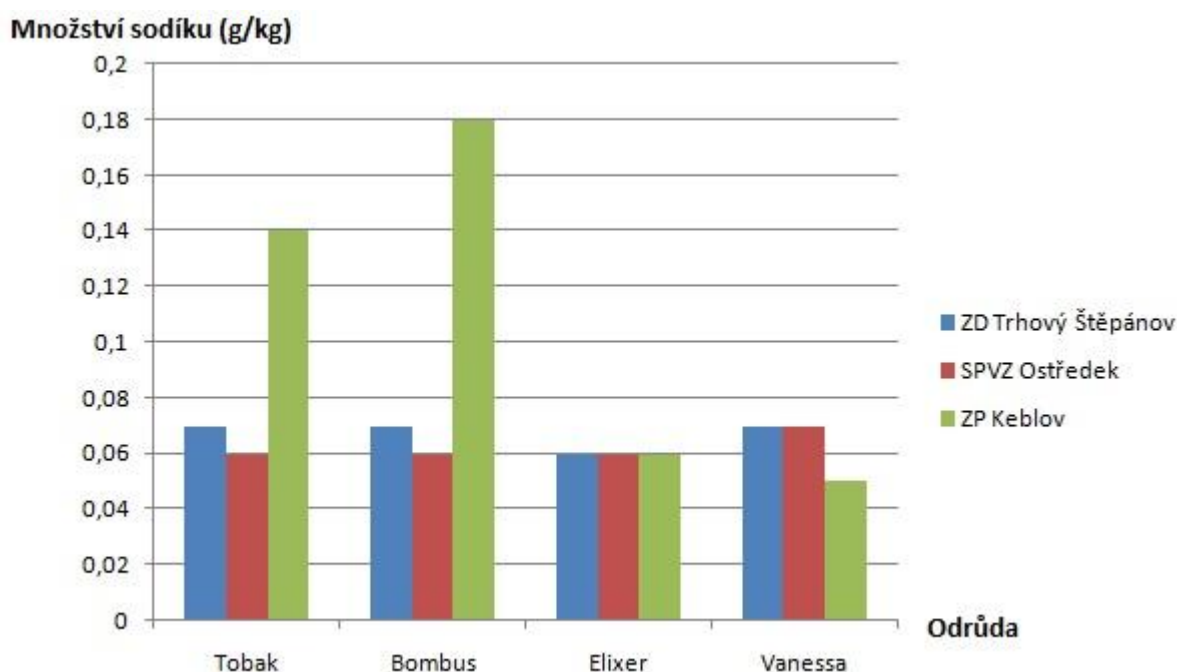
Nejvyšší množství fosforu v zrně mezi všemi odrůdami bylo naměřeno v zrně odrůdy Elixer na stanovišti ZP Keblov (3,90 g/kg). Nižší množství fosforu v zrně bylo naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek (3,65 g/kg) a nejnižší obsah

fosforu v zrně odrůdy Elixer byl zaznamenán na pozemku ZD Trhový Štěpánov (2,98 g/kg).

V zrně odrůdy Vanessa bylo nejvyšší množství fosforu zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (3,51 g/kg). SPVZ Ostředek a ZD Trhový Štěpánov zaznamenaly shodné množství fosforu v zrně (3,02 g/kg).

Nejvyšší množství fosforu bylo průměrně obsaženo v zrně odrůdy Elixer (3,51 g/kg) a naopak nejnižší v zrně odrůdy Bombus (2,7 g/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo průměrně zaznamenáno nejvyšší množství fosforu v zrně ve všech odrůdách (3,35 g/kg) a naopak nejnižší množství fosforu v zrně bylo zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (3,02 g/kg).

Graf č. 4: Variabilita obsahu sodíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (g/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo zaznamenáno nejvyšší množství sodíku na pozemku ZP Keblov (0,14 g/kg). Na pozemku ZD Trhový Štěpánov bylo zaznamenáno 0,07 g/kg sodíku v zrně a na pozemku SPVZ Ostředek bylo zaznamenáno 0,06 g/kg sodíku v zrně krmné pšenice.

Stejně tak jako v zrně odrůdy Tobak, tak i v zrně odrůdy Bombus bylo nejvyšší množství sodíku naměřeno na stanovišti ZP Keblov (0,18 g/kg), což je nejvyšší naměřené množství sodíku v zrně mezi všemi odrůdami. Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně naměřena hodnota 0,07 g/kg a na stanovišti SPVZ Ostředek byla v zrně naměřena hodnota 0,06 g/kg.

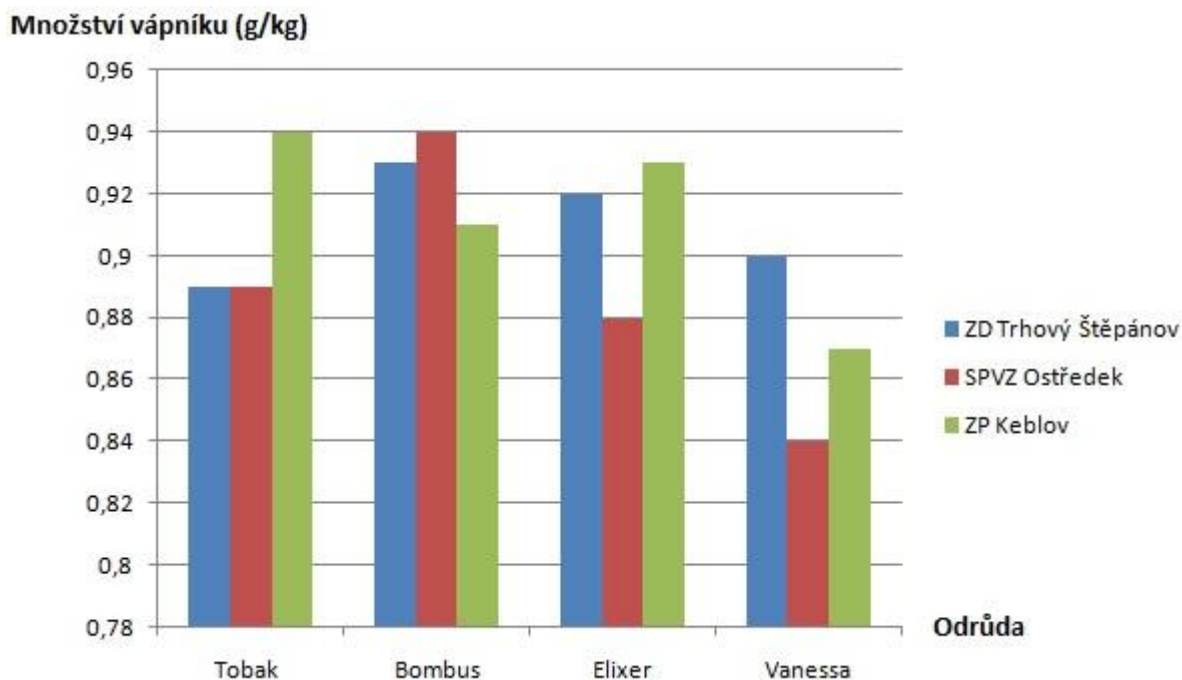
V zrně odrůdy Elixer se hodnoty pohybovaly ve stejné rovině. ZD Trhový Štěpánov 0,06 g/kg, SPVZ Ostředek 0,06 g/kg a ZP Keblov rovněž 0,06 g/kg.

V zrně odrůdy Vanessa bylo nejvyšší množství sodíku naměřeno shodně na stanovištích ZD Trhový Štěpánov a SPVZ Ostředek (0,07 g/kg). Nejméně sodíku v zrně bylo naměřeno na stanovišti ZP Keblov (0,05 g/kg).

Nejvyšší průměrná hodnota sodíku byla naměřena v zrně odrůdy Bombus (0,10 g/kg) a naopak nejnižší v zrně odrůd Elixer i Vanessa (0,06 g/kg). Nejvyšší

průměrnou hodnotu sodíku v zrně má naměřeno stanoviště ZP Keblov (0,11 g/kg) a naopak nejnižší naměřenou hodnotu v zrně má stanoviště SPVZ Ostředek (0,066 g/kg).

Graf č. 5: Variabilita obsahu vápníku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (g/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství vápníku naměřeno na pozemku ZP Keblov (0,94 g/kg), což je společně s hodnotou v zrně odrůdy Bombus vůbec nejvyšší naměřené množství vápníku v zrně. Dále shodně následují stanoviště ZD Trhový Štěpánov a SPVZ Ostředek s hodnotou vápníku v zrně 0,89 g/kg.

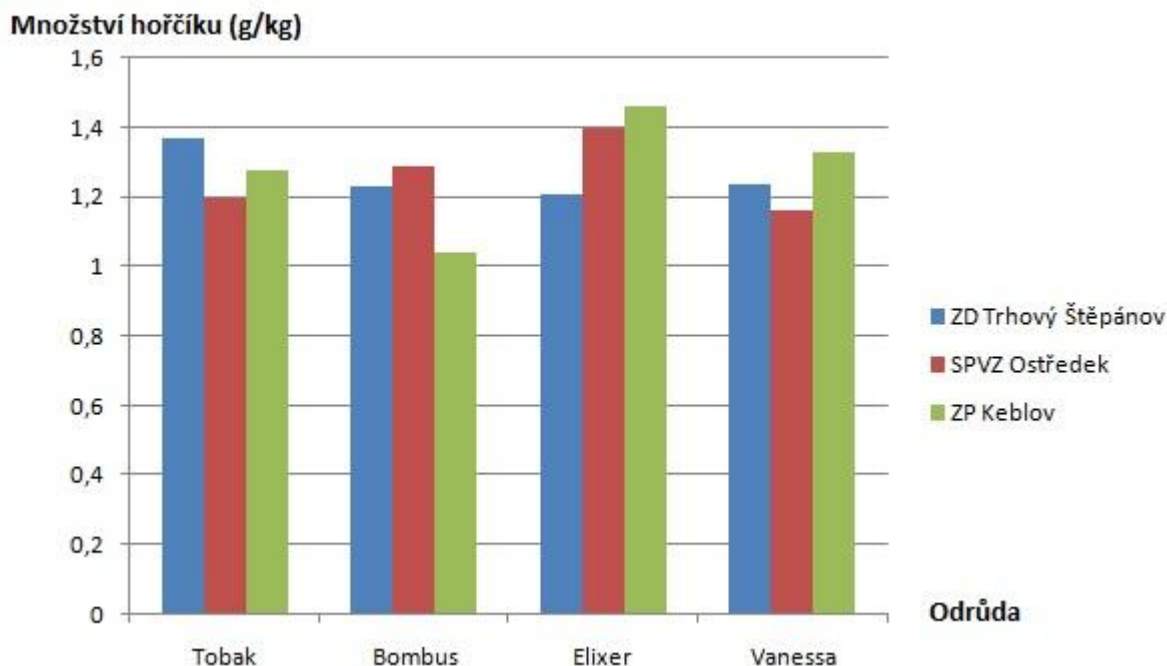
Mezi všemi odrůdami bylo nejvyšší množství vápníku naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek v zrně odrůdy Bombus (0,94 g/kg). Na stanovištích ZD Trhový Štěpánov a ZP Keblov byly naměřeny podobné výsledky v zrně 0,93 a 0,91 g/kg.

V zrně odrůdy Elixer byla zaznamenána nejvyšší hodnota vápníku na stanovišti ZP Keblov (0,93 g/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně zaznamenána hodnota 0,92 g/kg vápníku a na stanovišti SPVZ Ostředek byla v zrně odrůdy Elixer zaznamenána nejnižší hodnota vápníku (0,88 g/kg).

V zrně odrůdy Vanessa bylo nejvyšší množství vápníku zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (0,90 g/kg). O něco méně bylo naměřeno v zrně na stanovišti ZP Keblov (0,87 g/kg) a nejnižší hodnota v zrně byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (0,84 g/kg).

Průměrně nejvyšší množství vápníku bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Bombus (0,93 g/kg) a naopak nejnižší množství bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Vanessa (0,83 g/kg). Průměrně nejvyšší obsah vápníku v zrně byl zaznamenán na stanovišti ZP Keblov (0,91 g/kg) a naopak nejnižší obsah vápníku v zrně byl zaznamenán na stanovišti SPVZ Ostředek (0,89 g/kg).

Graf č. 6: Variabilita obsahu hořčíku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť



V zrně odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství hořčíku zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (1,37 g/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo v zrně zaznamenáno 1,28 g/kg hořčíku a nejnižší množství v zrně bylo naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek (1,20 g/kg).

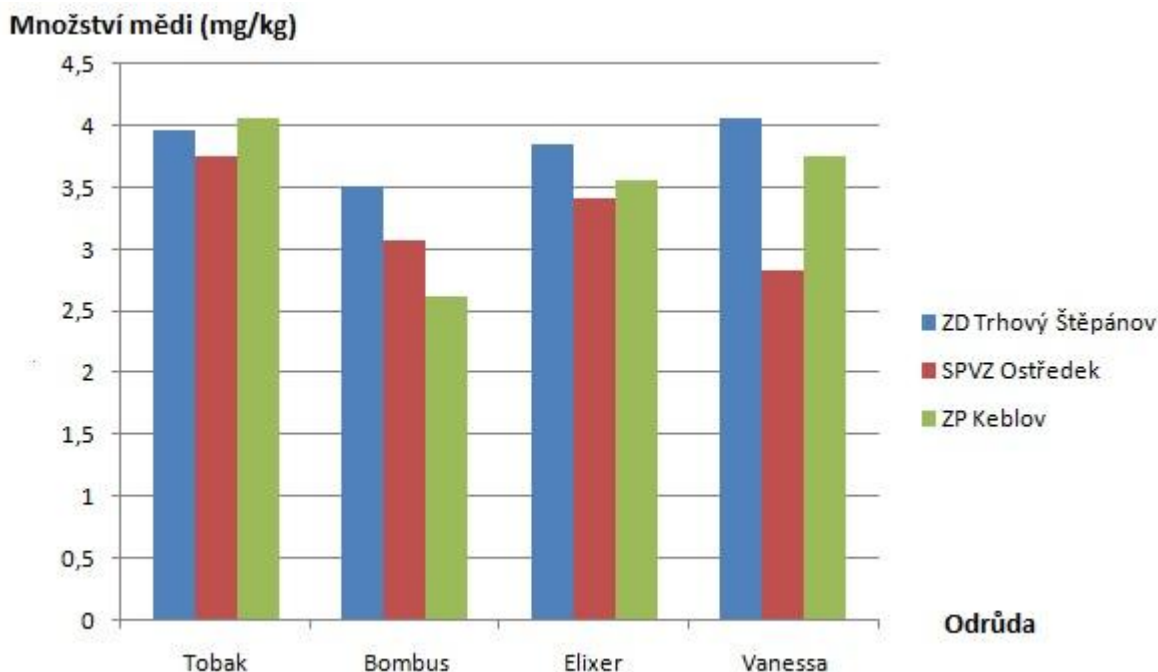
V zrně odrůdy Bombus byla nejvyšší hodnota naměřena na stanovišti SPVZ Ostředek (1,29 g/kg) hořčíku. Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně naměřena hodnota 1,23 g/kg hořčíku a nejnižší hodnota hořčíku v zrně byla zaznamenána na stanovišti ZP Keblov (1,04 g/kg), což je nejnižší hodnota v zrně mezi všemi odrůdami.

V zrně odrůdy Elixer byla nejvyšší hodnota hořčíku ve všech odrůdách naměřena na stanovišti ZP Keblov (1,46 g/kg). Stanoviště SPVZ Ostředek zaznamenalo v zrně hodnotu 1,40 g/kg a nejnižší množství v zrně bylo zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (1,21 g/kg).

Stejně tak jako v zrně odrůdy Elixer bylo i v zrně odrůdy Vanessa naměřeno nejvyšší množství hořčíku na stanovišti ZP Keblov (1,33 g/kg). Stanoviště ZD Trhový Štěpánov zaznamenalo hodnotu (1,24 g/kg) a nejnižší množství hořčíku v zrně odrůdy Vanessa bylo naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek (1,16 g/kg).

Průměrně nejvyšší množství hořčíku bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Elixer (1,36 g/kg) a naopak nejnižší množství v zrně odrůdy Bombus (1,19 g/kg). Na stanovišti ZP Keblov byl zaznamenán průměrně nejvyšší obsah hořčíku v zrně (1,28 g/kg) a naopak nejnižší obsah v zrně byl zaznamenán na pozemku SPVZ Ostředek (1,26 g/kg).

Graf č. 7: Variabilita obsahu mědi v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (mg/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství mědi zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (4,07 mg/kg), což je vůbec nejvyšší naměřená hodnota mědi v zrně mezi všemi odrůdami. Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně zaznamenáno 3,96 mg/kg mědi a nejméně mědi v zrně bylo naměřeno na stanovišti SPVZ Ostředek (3,75 mg/kg).

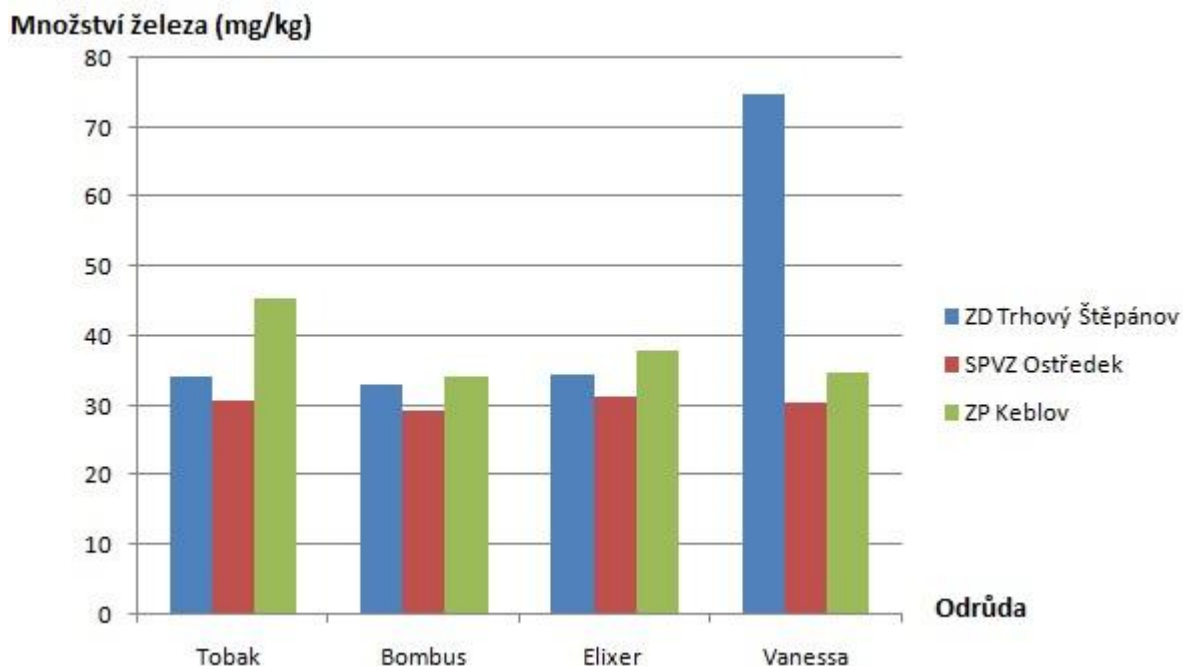
V zrně odrůdy Bombus bylo nejvyšší množství mědi naměřeno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (3,51 mg/kg). Na stanovišti SPVZ Ostředek bylo v zrně naměřeno 3,08 mg/kg mědi a na stanovišti ZP Keblov bylo v zrně zaznamenáno vůbec nejnižší množství mědi mezi všemi odrůdami a to 2,63 mg/kg.

Zrno odrůdy Elixer zaznamenalo nejvyšší množství mědi na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (3,85 mg/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo v zrně naměřeno 3,56 mg/kg mědi a nejnižší množství v zrně odrůdy Elixer bylo zaznamenáno na stanovišti SPVZ Ostředek (3,42 mg/kg).

Nejvyšší množství mědi v zrně odrůdy Vanessa bylo zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (4,06 mg/kg). Na stanovišti ZP Keblov byla v zrně zaznamenána hodnota 3,76 mg/kg a nejnižší hodnota v zrně byla opět zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (2,83 mg/kg).

Průměrně nejvyšší množství mědi bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Tobak (3,93 mg/kg) a naopak průměrně nejnižší množství bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Bombus (3,07 mg/kg). Na pozemku ZD Trhový Štěpánov byla naměřena průměrně nejvyšší hodnota mědi v zrně (3,85 mg/kg) a naopak na pozemku SPVZ Ostředek byla průměrně naměřena nejnižší hodnota v mědi v zrně (3,27 mg/kg).

Graf č. 8: Variabilita obsahu železa v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (mg/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství železa zaznamenáno na pozemku ZP Keblov (45,58 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně zaznamenáno (34,19 mg/kg) železa a na stanovišti SPVZ Ostředek bylo v zrně zaznamenáno nejnižší množství železa (30,91 mg/kg).

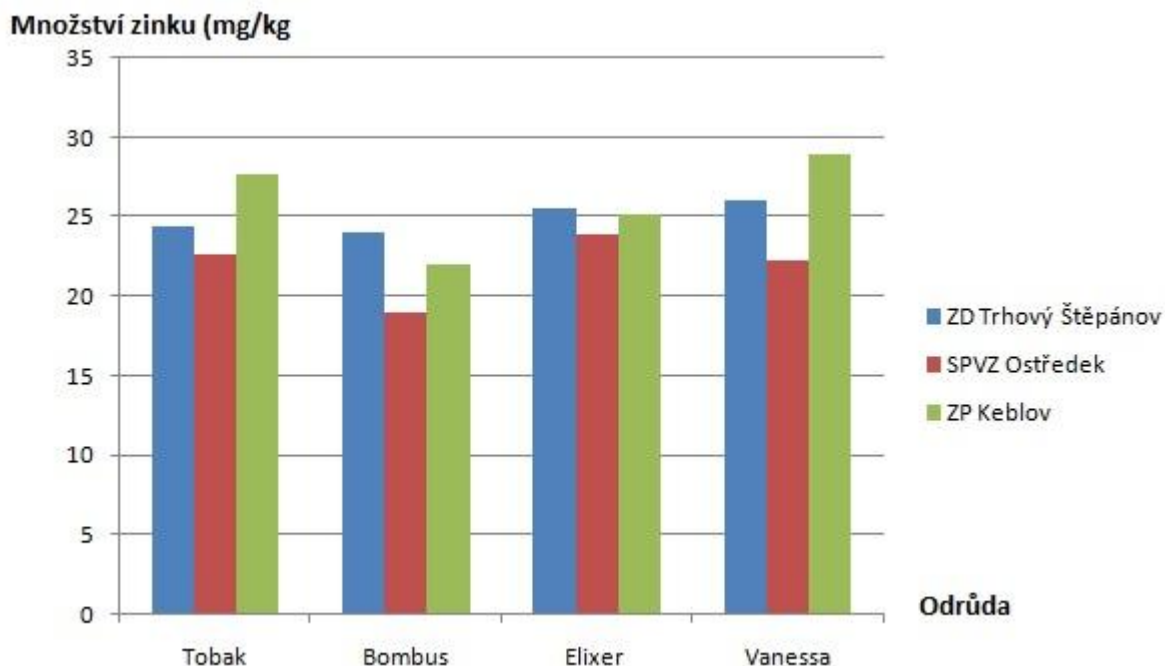
V zrně odrůdy Bombus bylo nejvyšší množství železa zaznamenáno opět na stanovišti ZP Keblov (34,29 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně naměřena hodnota 33,04 mg/kg a nejnižší množství v zrně mezi všemi odrůdami bylo zaznamenáno na stanovišti SPVZ Ostředek (29,31 mg/kg).

Na stanovišti ZP Keblov byla nejvyšší hodnota železa zaznamenána i v zrně odrůdy Elixer (37,98 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně zaznamenána hodnota 34,63 mg/kg a nejnižší hodnota železa v zrně odrůdy Elixer byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (31,24 mg/kg).

V zrně odrůdy Vanessa bylo na pozemku ZD Trhový Štěpánov zaznamenáno vůbec nejvyšší množství železa mezi všemi odrůdami (74,82 mg/kg). Na pozemku ZP Keblov bylo v zrně zaznamenáno 34,96 mg/kg a opět nejnižší hodnota v zrně byla zaznamenána stejně jako u všech předchozích odrůd na stanovišti SPVZ Ostředek (30,50 mg/kg).

Průměrně nejvyšší hodnota železa byla zaznamenána v zrně odrůdy Vanessa (46,81 mg/kg) a naopak nejnižší průměrná hodnota byla zaznamenána v zrně odrůdy Bombus (32,22 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně naměřena nejvyšší průměrná hodnota železa (44,17 mg/kg) a naopak nejnižší hodnota v zrně byla naměřena na stanovišti SPVZ Ostředek (30,52 mg/kg).

Graf č. 9: Variabilita obsahu zinku v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (mg/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo zaznamenáno nejvyšší množství zinku na stanovišti ZP Keblov (27,71 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně naměřeno (24,48 mg/kg) zinku a nejnižší hodnota zinku v zrně byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (22,61 mg/kg).

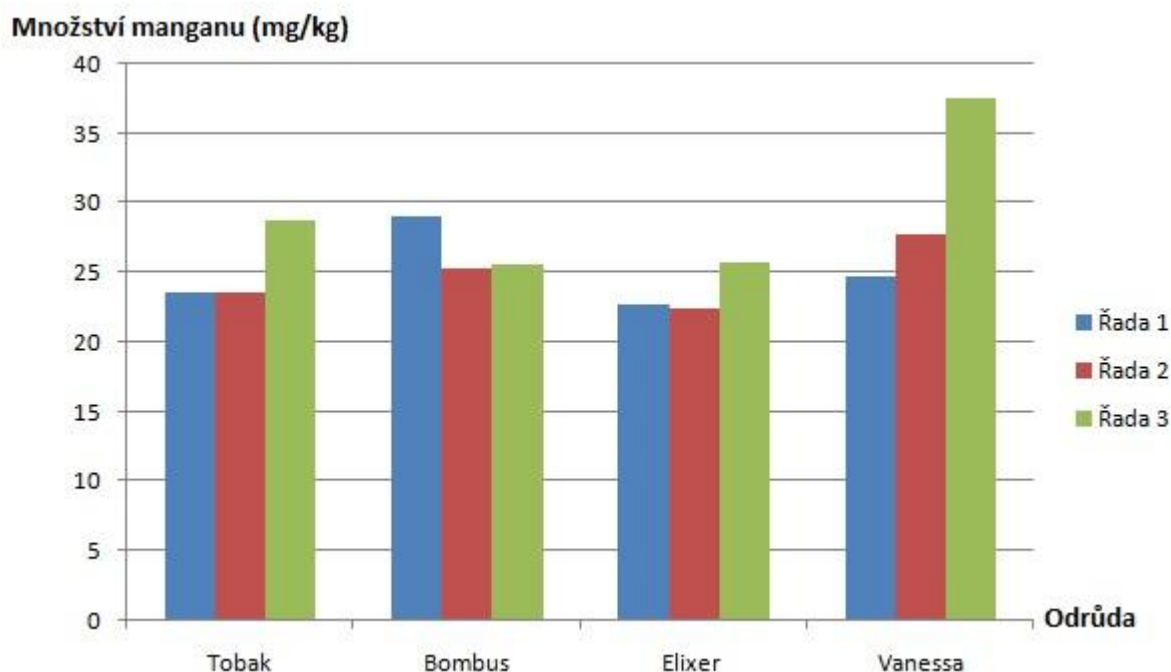
V zrně odrůdy Bombus byla naměřena nejvyšší hodnota zinku na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (24,10 mg/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo v zrně naměřena hodnota 22,06 mg/kg a vůbec nejnižší hodnota v zrně mezi všemi odrůdami byla zjištěna na stanovišti SPVZ Ostředek (19,05 mg/kg).

Odrůda Elixer zaznamenala nejvyšší množství zinku v zrně opět na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (25,58 mg/kg). Na stanovišti ZP Keblov bylo v zrně naměřeno 25,13 mg/kg zinku a nejnižší hodnota v zrně byla zjištěna na stanovišti SPVZ Ostředek (23,94 mg/kg).

V zrně odrůdy Vanessa bylo na stanovišti ZP Keblov zaznamenáno vůbec nejvyšší množství zinku mezi všemi odrůdami (28,92 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně naměřeno 26,07 mg/kg a nejnižší hodnota v zrně byla zjištěna opět stejně jako u všech předchozích odrůd na stanici SPVZ Ostředek (22,34 mg/kg).

Průměrně nejvyšší množství zinku bylo zaznamenáno v zrně odrůdy Vanessa (25,77 mg/kg). Naopak nejnižší průměrné množství zinku bylo obsaženo v zrně odrůdy Bombus (21,73 mg/kg). Stanoviště kde se zinek v zrně vyskytoval v průměru nejvíce je ZP Keblov (25,96 mg/kg) a naopak stanoviště s nejnižším průměrným výskytem zinku v zrně je SPVZ Ostředek (21,96 mg/kg).

Graf č. 10: Variabilita obsahu manganu v sušině zrna sledovaných odrůd v rámci hodnocených stanovišť (mg/kg)



V zrně odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství manganu zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (28,84 mg/kg). Na stanovištích SPVZ Ostředek a ZD Trhový Štěpánov byla zaznamenána podobná hodnota manganu v zrně (23,64 mg/kg a 23,66 mg/kg).

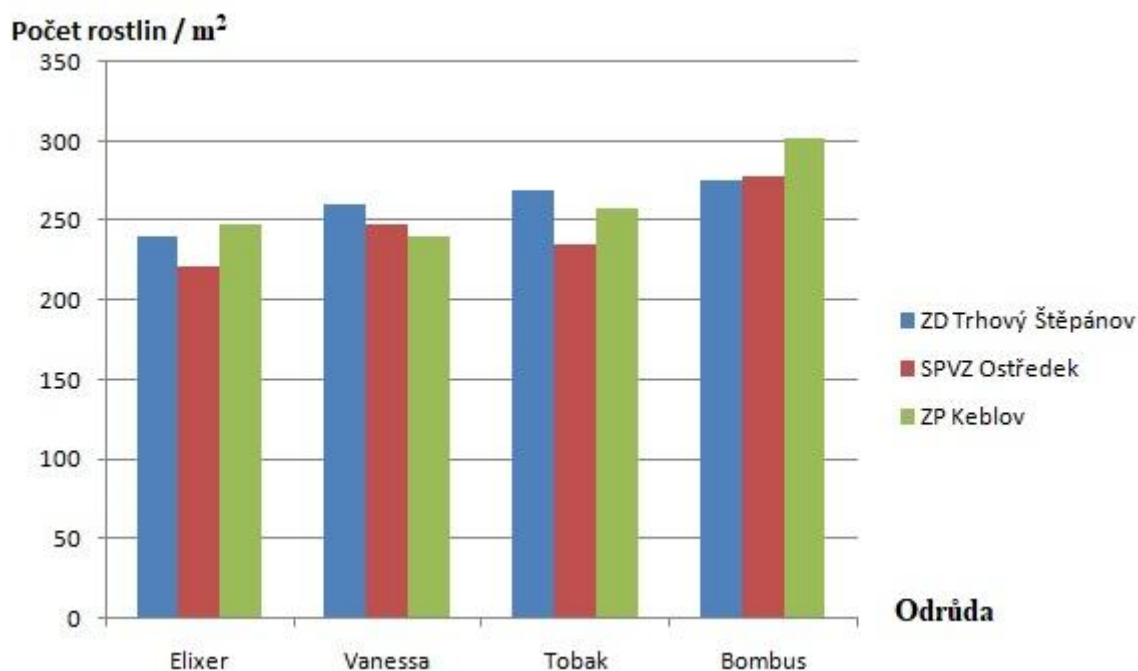
V zrně odrůdy Bombus bylo nejvyšší množství manganu v zrně zaznamenáno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (29,08 mg/kg). Na ostatních stanovištích byla v zrně zaznamenána podobná hodnota: (ZP Keblov 25,60 mg/kg, SPVZ Ostředek - 25,32 mg/kg).

Nejvyšší hodnota v zrně odrůdy Elixer byla zaznamenána na stanovišti ZP Keblov (25,71 mg/kg). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla v zrně naměřena hodnota (22,75 mg/kg) a vůbec nejnižší hodnota manganu v zrně mezi všemi odrůdami byla naměřena na stanovišti SPVZ Ostředek (22,46 mg/kg).

Vůbec nejvyšší hodnota manganu mezi všemi odrůdami byla zjištěna v zrně odrůdy Vanessa na stanovišti ZP Keblov (37,58 mg/kg). Na stanovišti SPVZ Ostředek byla v zrně zjištěna hodnota 27,78 mg/kg a nejnižší hodnota v zrně odrůdy Vanessa byla zjištěna na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (24,72 mg/kg).

Průměrně nejvyšší hodnota manganu byla zjištěna v zrně odrůdy Vanessa (30,03 mg/kg). Naopak nejnižší průměrná hodnota byla naměřena v zrně odrůdy Elixer (23,64 mg/kg). Stanoviště ZP Keblov bylo v průměru nejbohatší na obsah manganu v zrně (29,4 mg/kg) a naopak nejchudší na obsah manganu v zrně bylo stanoviště SPVZ Ostředek (24,87 mg/kg).

Graf č. 11: Zjištěný počet rostlin u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť (počet rostlin/m²)



V případě odrůdy Elixer byl zaznamenán nejvyšší počet rostlin na stanovišti ZP Keblov (248). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla zaznamenána hodnota 240 rostlin a nejnižší hodnota mezi všemi odrůdami vůbec byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (222).

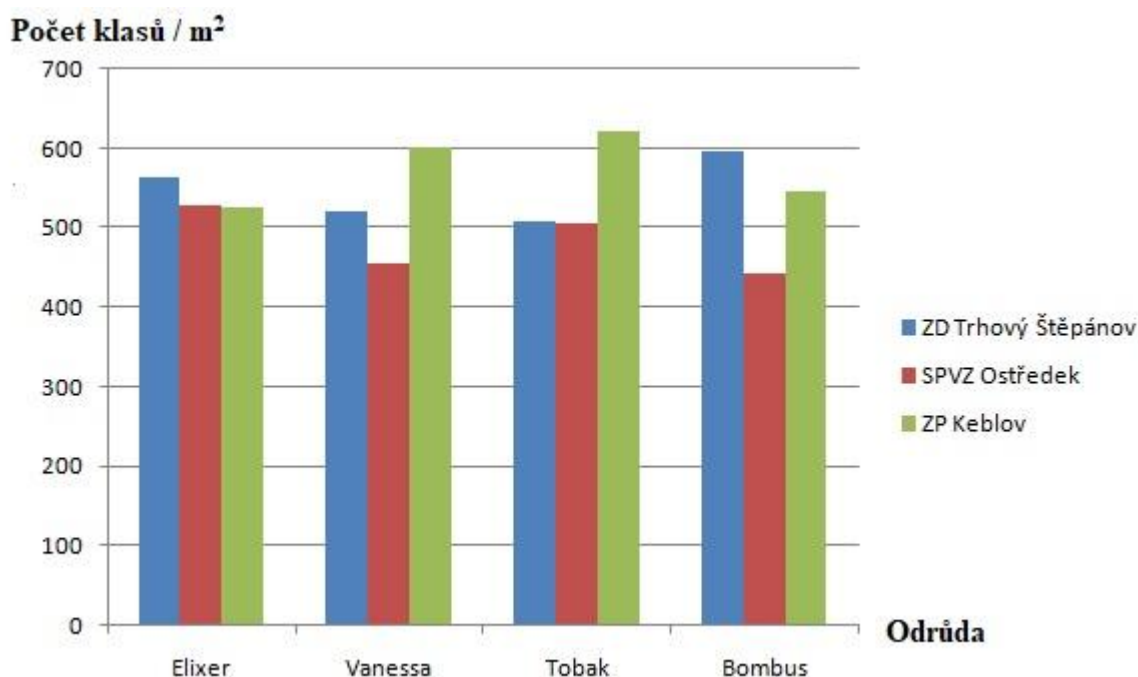
V případě odrůdy Vanessa byl nejvyšší počet rostlin na jednotku plochy zaznamenán na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (260). Na stanovišti SPVZ Ostředek byla zaznamenána hodnota 248 rostlin a nejnižší hodnota byla zaznamenána na stanovišti ZP Keblov (240).

V případě odrůdy Tobak bylo nejvyšší množství rostlin na jednotku plochy zaznamenáno opět na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (270). Na stanovišti ZP Keblov bylo zaznamenáno 258 rostlin a nejnižší hodnota byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředek (236).

Vůbec nejvyšší hodnota počtu rostlin na jednotku plochy mezi všemi odrůdami byla zaznamenána v případě odrůdy Vanessa na stanovišti ZP Keblov (302). Stanoviště SPVZ Ostředek zaznamenalo hodnotu 278 rostlin a nejnižší hodnotu zaznamenalo stanoviště ZD Trhový Štěpánov (276).

Průměrně nejvyšší počet rostlin na jednotku byl zaznamenán v případě odrůdy Bombus (285). Naopak nejnižší průměrná hodnota byla zaznamenána v případě odrůdy Elixer (237). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov a ZP Keblov byla zaznamenána stejná průměrná hodnota rostlin na jednotku a to 262. Stanoviště SPVZ Ostředek zaznamenalo nejnižší průměrnou hodnotu rostlin na jednotku plochy (246).

Graf č. 12: Zjištěný počet klasů u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť (počet klasů / m²)



V případě odrůdy Elixer byl nejvyšší počet klasů / m² zaznamenán na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (564). Na stanovišti SPVZ Ostředeck byla zaznamenána hodnota 528 klasů / m² a na stanovišti ZP Keblov byl zaznamenán nejnižší počet klasů / m² (526).

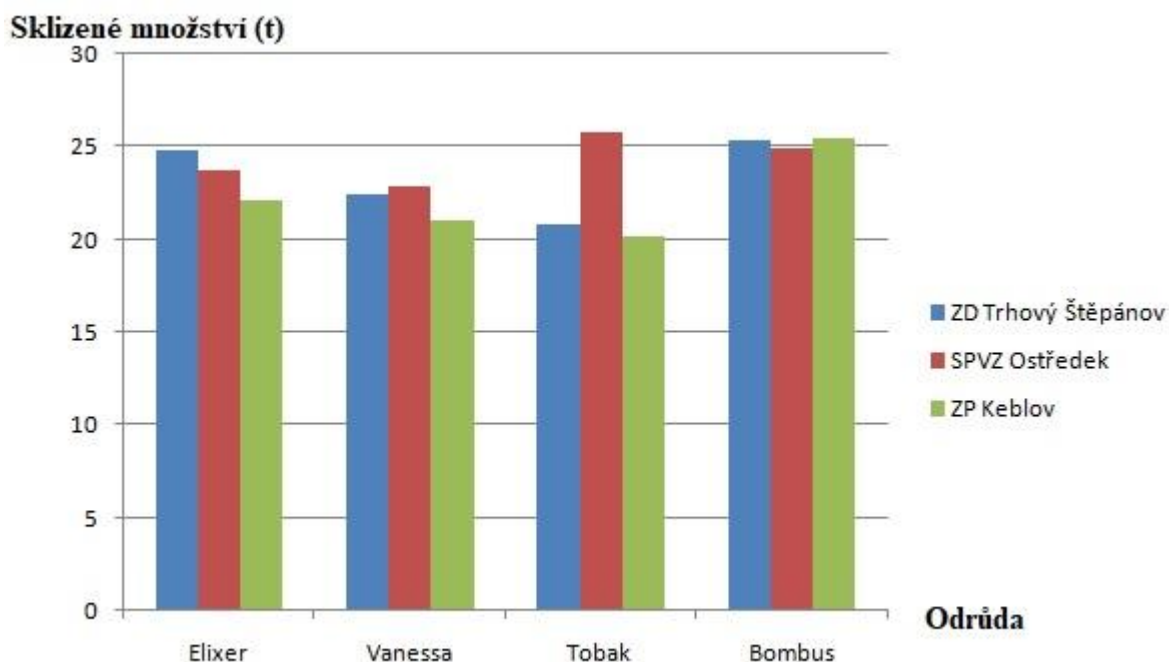
V případě odrůdy Vanessa byl nejvyšší počet klasů zaznamenán na stanovišti ZP Keblov (602). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byla zaznamenána hodnota 522 klasů / m² a nejnižší hodnota byla zaznamenána na stanovišti SPVZ Ostředeck (456 klasů / m²).

Vůbec nejvyšší hodnota mezi všemi odrůdami byla zaznamenána v případě odrůdy Tobak na stanovišti ZP Keblov (622 klasů / m²). Na stanovištích ZD Trhový Štěpánov i SPVZ Ostředeck byly zaznamenány podobné hodnoty 508 a 506 klasů / m².

Nejvyšší hodnota v případě odrůdy Bombus byla zaznamenána na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (596 klasů / m²). Na stanovišti ZP Keblov byla zjištěna hodnota 564 klasů / m² a vůbec nejnižší hodnota mezi všemi odrůdami byla zjištěna na stanovišti SPVZ Ostředeck (442 klasů / m²).

Průměrně nejvyšší počet klasů / m² byl zjištěn v případě odrůdy Tobak (545). Naopak průměrně nejnižší počet klasů / m² byl zjištěn v případě odrůdy Vanessa (527). Na stanovišti ZP Keblov byl zjištěn nejvyšší průměrný počet klasů / m² (574) a naopak nejnižší průměrný počet klasů / m² byl zjištěn na stanovišti SPVZ Ostředeck (483).

Graf č. 13: Zjištěné sklizené množství pšenice u sledovaných odrůd v rámci pokusných stanovišť (t)



V případě odrůdy Elixer bylo zaznamenáno nejvyšší sklizené množství na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (24,88 t). Na stanovišti SPVZ Ostředeck bylo zaznamenáno sklizené množství 23,7 t a nejnižší sklizené množství bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Kablov (22,08 t).

V případě odrůdy Vanessa bylo nejvyšší sklizené množství zaznamenáno na stanovišti SPVZ Ostředeck (22,86 t). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo zaznamenáno sklizené množství 22,48 t a nejnižší sklizená hodnota v rámci této odrůdy byla zaznamenána na stanovišti ZP Kablov (21,04 t).

Nejvyšší sklizené množství mezi všemi odrůdami bylo zaznamenáno v případě odrůdy Tobak na stanovišti SPVZ Ostředeck (25,81 t). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo zaznamenáno sklizené množství v hodnotě 20,88 t a vůbec nejnižší sklizené množství mezi všemi odrůdami bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Kablov (20,14 t).

V rámci odrůdy Bombus bylo zaznamenáno velmi podobné sklizené množství. Nejvyšší bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Kablov (25,42 t). Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov bylo zaznamenáno sklizené množství v hodnotě 25,38 t a nejnižší hodnota byla zaznamenána v SPVZ Ostředeck (24,93 t).

Průměrně nejvyšší sklizené množství bylo zaznamenáno v případě odrůdy Bombus (25,24 t). Opačná hodnota byla zaznamenána v případě odrůdy Vanessa (22,13 t). Průměrně nejvyšší sklizené množství bylo zaznamenán ona stanovišti SPVZ Ostředeck (24,3 t) a naopak průměrně nejnižší sklizené množství bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Kablov (22,2 t).

Zeman et al. (2006) uvádějí, že zatímco variabilita u téhož prvku může u makroelementů dosahovat dvou až třinásobku, u mikroelementů je to až desetinásobek průměrných hodnot. Rozpětí hodnot obsahu makroprvků v zrně studovaných odrůd pšenice kolísalo od 0,05 g/kg (sodík) po 4,56 g/kg (draslík) a průměrný obsah klesal v pořadí draslík > fosfor > hořčík > vápník > sodík. Také v tomto souboru odrůd byla variabilita obsahu mikroprvků v některých případech poměrně vysoká a rozdílná. Rozpětí hodnot obsahu mikroprvků v zrně studovaných odrůd pšenice kolísalo od 2,63 mg/kg (měď) po 74, 82 mg/kg (železo) a průměrný obsah klesal v pořadí železo > mangan > zinek > měď.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 4,5 g/kg fosforu. K průměrné hodnotě fosforu v zrně, která byla detekována v rámci pokusu, se nejvíce přiblížila hodnota v zrně odrůdy Elixer (3,51 g/kg), ostatní odrůdy zaznamenaly podprůměrné hodnoty. Co se týká hodnoty fosforu na stanovištích, tak nevyšší průměrnou hodnotu v zrně zaznamenalo stanoviště ZP Keblov (3,35 g/kg), ostatní stanoviště zaznamenali opět podprůměrné hodnoty. Můžeme tak hodnotit, že stanoviště ZP Keblov v kombinaci s odrůdou Elixer tvořili z celého holdingu neoptimálnější podmínky pro dostatečný obsah fosforu v zrně. Novák et al. (1982) uvádějí, že velmi důležitý je správný poměr mezi vápníkem a fosforem, který má významnou roli při využití fosforu. Při nedostatku nebo nadbytku vápníku se znemožňuje optimální využití fosforu, jak uvádí Labuda (1973). Optimální poměr mezi vápníkem a fosforem je odlišný pro každou skupinu hospodářských zvířat ale průměrně by se měl pohybovat v poměru 2:1 ve prospěch vápníku, jak uvádí (Internetový zdroj č. 1). Jejich vzájemný poměr v rámci pokusu se průměrně pohybuje okolo 1:3,7 ve prospěch fosforu, což není optimální. Nutno dodat, že obsah fosforu je velmi variabilní a závisí zejména na pH půdy (5,5 – 7: do tohoto rozmezí se řadí všechny 3 stanoviště), vodním režimem v půdě a samozřejmě také na hnojení (Čermák et al., 2000), které měla všechna stanoviště obdobné.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 3,8 g/kg draslíku. Hodnoty draslíku v zrnech všech odrůd byly na rozdíl od hodnot fosforu nadprůměrné. Nejvyšší průměrnou hodnotu zaznamenalo zrno odrůdy Elixer (4,39 g/kg), ostatní odrůdy zaznamenaly v zrně také nadprůměrné hodnoty v rozmezí 4,08 g/kg až 4,31 g/kg. Stanoviště průměrně nejbohatší na hodnoty draslíku v zrně bylo na území ZP Keblov (4,27 g/kg), na ostatních stanovištích byl obsah nepatrně nižší. Z toho plyne, že optimální podmínky pro ideální obsah draslíku v zrně tvořila kombinace odrůdy Elixer a stanoviště ZP Keblov. Novák et al. (1982) uvádějí, že příjem draslíku ovlivňuje teplota, vlhkost, intenzita ozáření a také vlastní zásobenost půdy. Zásobenost půdy byla na všech stanovištích podobná z důvodu obdobného hospodaření v rámci Holdingu z čehož můžeme usuzovat, že optimální klimatické podmínky pro obsah draslíku byly právě na stanovišti ZP Keblov. Novák et al. (1982) dále uvádějí, že draslík se projevuje antagonismem vůči sodíku, hořčíku a vápníku. Jagoš (1975) uvádí, že zvýšený přívod draslíku v krmné dávce vyvolává vyplavování sodíku a naopak. Retence draslíku a sodíku tedy závisí na jejich vzájemném poměru. Belechov, Čubinská (1964) uvádějí poměr sodíku a draslíku 0,5:1 ve prospěch draslíku. Weisner (1967) tvrdí, že optimální poměr draslíku ku sodíku je u mladých zvířat 1,8:1 a 2,3:1 u dospělých zvířat. Kolb (1967) považuje za normální poměr 2,2:1 ve prospěch draslíku. Na závěr Novák et al. (1982) uvádějí, že poměr mezi sodíkem a draslíkem by neměl být širší než 8:1 ve prospěch draslíku.

V rámci sledovaného pokusu se poměr mezi draslíkem a sodíkem pohyboval v průměru 1:40 ve prospěch draslíku, což je jako krmivo nevyhovující.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 1,4 g/kg hořčíku. K této hodnotě se nejvíce přiblížila průměrná hodnota v zrně odrůdy Elixer (1,36 g/kg). Ostatní odrůdy zaznamenaly lehce podprůměrné hodnoty, vůbec nejnižší zaznamenalo zrno odrůdy Bombus (1,19 g/kg). Stanoviště, které vytvořilo nejideálnější podmínky pro množství hořčíku v zrně je na území ZP Keblův (1,28 g/kg), takže kombinace stanoviště ZP Keblův a odrůdy Elixer vedla k nejvyššímu průměrnému množství hořčíku v zrně pšenice. Novák et al. (1982) uvádějí, že resorpci hořčíku ovlivňuje obsah fosforu a vápníku v krmné dávce, protože přebytek vápníku nebo fosforu kombinovaný s vysokým obsahem draslíku snižuje resorpci hořčíku z krmné dávky. Dále také uvádějí, že přiměřené množství fosforu zvyšuje resorpci hořčíku z krmné dávky a vzájemný poměr minerálních látek v krmné dávce je pro intenzitu resorpce hořčíku důležitějším faktorem než jejich absolutní množství. V rámci sledovaného pokusu byl průměrný poměr mezi hořčíkem a vápníkem 1,3:1 ve prospěch hořčíku, což není optimální, protože Čermák et al. (2000) uvádějí, že optimální poměr mezi hořčíkem a vápníkem je 2:1 ve prospěch vápníku. Obsah hořčíku je závislý na druhu půdy a při nízké půdní reakci se špatně uvolňuje z půdy. Proto je důležité pomoci vápnění upravit půdní reakci.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 0,6 g/kg vápníku. Hodnoty vápníku v zrně všech odrůd byly lehce nadprůměrné. Nejvyšší hodnotu zaznamenalo zrno odrůdy Bombus (0,93 g/kg). Ostatní odrůdy zaznamenaly v zrně hodnoty téměř totožné. ZP Keblův je stanoviště kde byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota vápníku v zrně (0,91 g/kg) a tak můžeme říct, že stanoviště ZP Keblův vytváří v kombinaci s odrůdou Bombus optimální podmínky pro obsah vápníku v zrně.

Metabolismus vápníku je intenzivně ovlivňován obsahem minerálních látek v krmné dávce. Například obsah vápníku má vliv na úroveň resorpce. Nízký obsah vápníku v krmné dávce zvyšuje intenzitu resorpce, zatímco přebytek vápníku v krmné dávce snižuje resorpci tohoto prvku. Z ostatních minerálních látek má nejvýznamnější vliv na resorpci vápníku obsah fosforu v krmné dávce. Dále hořčík snižuje resorpci vápníku a naopak zvyšuje jeho vylučování. Sodík má pozitivní vliv na resorpci i na retenci vápníku a do metabolismu vápníku zasahují i některé mikroelementy. Například zinek zvyšuje resorpci vápníku a mangan naopak snižuje retenci vápníku (Novák et al., 1982). Důležitější než absolutní obsah vápníku a fosforu v krmné dávce je jejich správný vzájemný poměr. Zelenka, Zeman (2006) uvádějí, že ideální poměr je takový jaký vyžaduje norma potřeby živin, je tedy pro různé užitkovosti rozdílný.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 0,3 g/kg sodíku. Naměřené hodnoty sodíku v zrně odrůd i na stanovištích byly oproti průměrné hodnotě pod průměrem a ve velmi malém rozsahu. Nejvyšší hodnotu zaznamenalo zrno odrůdy Bombus (0,11 g/kg), naopak nejnižší hodnotu shodně zaznamenali zrna odrůdy Vanessa a Elixer (0,06 g/kg). Nejvyšší průměrně naměřená hodnota sodíku v zrně byla na stanovišti ZP Keblův (0,11 g/kg), které tvoří v kombinaci s odrůdou Bombus neoptimálnější podmínky pro obsah sodíku. Na resorpci sodíku má vliv zejména hladina minerálních látek v krmné dávce. Draslík v krmné dávce zvyšuje potřebu sodíku a na pět dílů nadbytečného draslíku je třeba přidat jeden díl sodíku. Optimální poměr sodíku k draslíku se má pohybovat v rozmezí 1:2-4 jak uvádějí Novák et al. (1982). Obsah hořčíku v zrně je závislý na

druhu půdy a z toho můžeme usuzovat, že písčito – hlinité nebo hlinito – písčité pro jeho příjem nepředstavují ideální podmínky.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 50 mg/kg železa. V rámci pokusu, který byl veden na půdních blocích společnosti Rabbit Trhový Štěpánov, byly zaznamenány lehce podprůměrné hodnoty v zrně všech odrůd i na všech stanovištích. Nejvyšší průměrná hodnota byla zaznamenána v zrně odrůdy Vanessa (46,81 mg/kg), ostatní hodnoty se pohybovaly pod hranicí 40 mg/kg. Na stanovišti ZD Trhový Štěpánov byly zaznamenány průměrně nevyšší hodnoty obsahu železa v zrně (44,17 mg/kg). Odrůda Vanessa a stanoviště Trhový Štěpánov tedy tvoří ideální kombinaci pro obsah železa v zrně sledovaných odrůd pšenice v rámci agroekologických podmínek, kterými disponuje holding Rabbit. Jak uvádějí Novák et al. (1982), tak potřeba železa pro chovná prasata se pohybuje v rozmezí 140 – 180 mg/kg denně, pro selata je to 80 mg/kg, pro prasata žírná 30 mg/kg a pro drůbež 20 – 50 mg/kg. V rámci pokusu se hodnota železa v zrně odrůd pohybuje průměrně okolo 40 mg/kg, takže by tato krmná pšenice byla vhodná pro prasata žírná a drůbež. Jen na pozemku ZD Trhový Štěpánov bylo v zrně odrůdy Vanessa zaznamenáno množství 74,98 mg/kg, což už by mohlo vyhovovat i výkrmu selat. Novák et al. (1982) dále uvádějí, že přípustná hladina železa je 100 mg v 1 kg krmné směsi a toxická hladina je 250 mg v 1 kg krmné směsi. Nutno dodat, že příjem železa je ovlivňován zejména pH půdy, zrnitostí půdy a také obsahem organických látek. Vhodné rozmezí hodnot pH se pohybuje od 5 -6,5, což splňují všechna měřená stanoviště. Mezi prvky se při samotném příjmu železa jako největší antagonisty ukazují měď. V menší míře mají na příjem železa vliv také zinek, mangan a vápník (Kacerovský et al., 1989).

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 45 mg/kg manganu. Průměrné hodnoty manganu v zrně vybraných odrůd se pohybovaly pod hranicí 30 mg/kg. Nejvyšší průměrnou hodnotu manganu zaznamenalo zrno odrůdy Vanessa (20,03 mg/kg), nejnižší naopak zrno odrůdy Elixer (23,64 mg/kg). Stanoviště s nejvyšším naměřeným množstvím manganu je ZP Keblov (29,4 mg/kg) a v kombinaci s odrůdou Vanessa tedy tvoří neoptimálnější podmínky pro obsah manganu na stanovištích, kde byly prováděny pokusy. Důležité je zmínit, že mangan je lépe přijímán na půdách kyselých, zvýšená oxidace na půdách neutrálních až alkalických vede společně s dobrým provzdušením a biologickou aktivitou k omezení příjmu, případně nedostatku (Kacerovský et al., 1989) Novák et al. (1982) uvádějí, že existují přímé vztahy mezi absorpcí manganu, železa, vápníku a fosforu. Dále také uvádějí, že nadbytečné množství vápníku nebo fosforečnanu vápenatého snižuje využití manganu.

Průměrná hodnota zinku se pohybuje okolo 30 mg/kg jak uvádějí Prugar et al., (2008). Této hodnotě se nejvíce přiblížila hodnota v zrně odrůdy Vanessa (25,77 mg/kg) a stanoviště ZP Keblov (25,96 mg/kg). Jejich vzájemná kombinace tvoří na pozemcích dceřiných společností Holdingu RABBIT neoptimálnější podmínky pro obsah zinku v zrně krmné pšenice. Jelínek, Koudela et al. (2003) uvádějí, že resorpci zinku negativně ovlivňuje nadbytek fosforu, železa, vápníku, mědi, kadmia a hrubé vlákniny v krmné dávce. Novák et al. (1982) uvádějí, že se zvyšováním příjmu vápníku je nutné zároveň zvyšovat i příjem zinku.

Prugar et al. (2008) uvádějí, že zrno pšenice v sušině průměrně obsahuje 7 mg/kg mědi. Obsah mědi je zřetelně nejnižší ze všech zkoumaných mikroprvků. Nejvyšší průměrnou hodnotu zaznamenalo zrno odrůdy Tobak (3,93 mg/kg) a stanoviště ZD Trhový Štěpánov (3,85 mg/kg). Tato kombinace stanoviště a odrůdy se jeví jako nejideálnější na pozemcích dceřiných společností v Holdingu RABBIT

pro obsah mědi v zrně krmné pšenice. Novák et al. (1982) uvádějí, že měď má po biologické stránce úzké vztahy se železem, kobaltem, zinkem, molybdenem, manganem, fosforem a sírou. Novák et al., (1982) dále uvádějí, že určité množství železa je nutné k tomu, aby měď plnila svůj úkol a rovněž je třeba přísunu mědi i pro uvolnění uloženého železa. Sherman (2011) uvádí, že vysoká koncentrace manganu, molybdenu a železa v krmné dávce omezuje vstřebávání mědi a dochází k sekundární karenci. Racek et al. (1999) uvádějí, že nadměrný přívod mědi blokuje vstřebávání zinku a naopak.

Důležité je také zmínit, že správný poměr jednotlivých živin hraje významnou roli ve výživě zvířat. Vaculová et al. (2008) uvádějí, že zrna pšenice nebude nikdy z hlediska poměrů jednotlivých makroprvků odpovídat optimálním výživovým požadavkům, výběr odrůd s odlišnou kumulací dílčích prvků v zrně může alespoň částečně zmírnit existující disproporce. Jak už bylo zmíněno výše, tak optimální poměr vápník:fosfor je 2:1. U odrůdy Elixer (s nejvyšším obsahem fosforu) byl tento poměr 1:4,5 ve prospěch fosforu, zatímco v případě odrůdy Bombus byl zjištěn pokles na hodnotu 1:3,1. Obdobné rozdíly, které je možné vysledovat i u ostatních odrůd, mohou vhodně doplnit informace o nutriční hodnotě zrna dané pšenice jako krmiva a pomoci při rozhodování, kterou z aktuálně nabízených odrůd zvolit.

Jak už zde bylo zmíněno, tak na obsah makro i mikroprvků v zrně obilovin má výrazný vliv kvalita půdy a klimatické podmínky daného ročníku. Ryant et al. (2003) uvádějí, že ÚKZÚZ provedl na začátku devadesátých let poměrně podrobné testování orné půdy na obsah mikroelementů, při němž bylo zjištěno, že většina půd na území České republiky je mikroelementy dobře zásobena. Jak uvádějí Vaculová et al. (2008), tak vnitřní faktory ovlivňující příjem živin plodinami jsou dány geneticky. Charakteristický znak jak rostlinného druhu, tak i odrůdy je příjmová kapacita rostlin, která je dána mohutností kořenového systému rostlin a jeho vlastnostmi, což umožňuje diferencovaně odčerpávat živiny z půdy. Bonfil, Kafkaří (2000) uvádějí, že na půdách chudých obsahem živin vede přirozená selekce k výběru rostlin, které kumulují v semenech více minerálních látek. Vzhledem k tomu, že v tomto pokusu byly vzorky zrna na analýzy odebrány z variant pokusů pěstovaných při vyšší intenzitě, můžeme tedy předpokládat, že zásobenost půdy základními živinami byla pro dané odrůdy dostatečná a podobná a rozdíly v obsahu minerálních látek jsou výsledkem především pěstebního ročníku.

V klimatickém porovnání stanovišť bylo zjištěno, že stanoviště ZP Keblov zaznamenalo nejvyšší roční úhrn srážek (625 mm). Naopak nejnižší množství srážek bylo naměřeno na stanoviště SPVZ Ostředek (432,3 mm). Průměrná měsíční hodnota teplot se pohybovala na všech stanovištích okolo 10 °C. Z toho můžeme usoudit, že neoptimálnější vláhové podmínky pro pěstování pšenice se nacházely na stanovišti ZP Keblov. Neoptimálnější podmínky pro pěstování pšenice na stanovišti ZP Keblov potvrzuje i nejvyšší výsledné množství makro a mikroprvků, které zde bylo naměřeno. Stanoviště SPVZ Ostředek, na kterém byl zaznamenán nejnižší úhrn srážek za celý rok, zaznamenalo i nejnižší množství kumulovaných makro a mikroprvků v zrně. Z toho tedy můžeme soudit, že množství srážek nejvýrazněji ovlivnilo množství makro a mikroprvků v zrně krmných pšenic. Samozřejmě v kombinaci s dalšími faktory, které již byly zmíněny.

Na počet rostlin na jednotku plochy, na počet klasů na jednotku plochy i na celkové sklizené množství má nejvýznamnější vliv počasí (sucho) (Zimolka et al., 2005). Faměra (1993) uvádí, že mezi další vlivy, které působí na tyto výnosové prvky, patří také genetický základ plodiny, který závisí především na odrůdě, výživa

a půdní podmínky, agrotechnika, konkurence mezi rostlinami, způsob setí a výskyt chorob a škůdců. Z předchozích informací je patrné, že všechny porosty byly včas a kvalitně zasety a během vegetace optimálně v rámci možností každého podniku hnojeny a vyživovány. Byly také ošetřovány proti chorobám a škůdcům a proto by měly mít potenciál vytvořit co nejvíce plodných odnoží na jednotku plochy.

Průměrné nejvyšší množství jak počtu rostlin po vzejití, tak i počtu klasů zaznamenalo stanoviště ZP Keblov, což je způsobeno především nejvyšším srážkovým úhrnem v dané oblasti. Paradoxně průměrně nejvyšší sklizené množství bylo zaznamenáno na stanovišti SPVZ Ostředek (25,81 t/ha). Nejnižší sklizené množství bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (20,14 t/ha).

Hustota porostu byla hodnocena podle (Petr, Húska et al., 1997). Hodnoty kolísaly napříč všemi odrůdami v rozmezí od 222 kusů/m² do 302 kusů/m², takže celkově můžeme porost zhodnotit jako řídký.

Jak uvádějí Diviš et al. (2010), tak počet klasů na jednotku plochy má největší význam při agrobiologické kontrole. Petr, Húska et al. (1997) uvádějí, že v době sloupkování může počet odnoží přesahovat 2000 ks a pak by mělo zůstat 600-750 klasů/m². V době sklizně byl v pokusu zjištěn počet klasů u jednotlivých odrůd v rozmezí 442 klasů/m² – 622 klasů/m². Toto množství tedy můžeme podle literatury vyhodnotit jako podprůměrné. Pouze dvě hodnoty se dostaly přes hranici 600 klasů a obě byly pěstovány na území ZP Keblov (Vanessa: 602, Tobak: 622).

6. Závěr

Cílem práce bylo zhodnocení obsahových parametrů vybrané skupiny mikro a makroprvků v zrně pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) v rámci skupiny odrůd (Elixer, Vanessa, Tobak, Bombus) určených pro krmné využití. Hodnoceny byly vzorky zrna získané v pokusu vedeného v rámci podniku RABBIT Trhový Štěpánov, a.s. na třech různých stanovištích. Vedle analýzy vybrané skupiny kvalitativních parametrů zrna, byly hodnoceny i výnosové parametry (počet rostlin a klasů na plochu a sklizené množství zrna z jednotky plochy).

Z makroprvků bylo v zrně pšenice nejvíce draslíku a nejméně sodíku a z mikroprvků nejvíce železa a nejméně mědi.

Mezi odrůdami má nejlepší postavení odrůda Elixer, která průměrně kumulovala nejvíce makroprvků (30,71 g/kg) a odrůda Vanessa, která průměrně kumulovala v zrně nejvíce mikroprvků (318,97 mg/kg). Poznatek o nejvyšší naměřené kumulaci makro i mikroprvků může odrůdě Elixer i Vanessa zvýšit jejich hodnoty pro využití v krmivářství. Naopak odrůda Bombus zaznamenala vůbec nejnižší kumulované množství jak makroprvků (27,49 g/kg), tak i mikroprvků (251,09 mg/kg).

Mezi stanovišti, kde bylo v zrně kumulováno nejvíce makroprvků, vyšlo nejlépe ZP Keblov (39,65 g/kg). Nejvyšší kumulované množství mikroprvků bylo naměřeno na stanovišti ZD Trhový Štěpánov (392,47 mg/kg), tato hodnota je způsobena především nadprůměrným obsahem železa v odrůdě Vanessa (74,82 mg/kg). Jinak se hodnoty průměrně pohybovaly okolo 35 mg/kg.

Nejvyšší průměrný počet rostlin / m² byl spočítán u odrůdy Bombus (285) a nejnižší u odrůdy Elixer (237). Co se stanoviště týká, tak nejvyšší průměrný počet rostlin / m² byl spočítán shodně na stanovištích ZP Keblov a ZD Trhový Štěpánov (262) a naopak nejnižší na stanovišti SPVZ Ostředek (246 ks). Celkově se tedy porosty mohou vyhodnotit jako řídké.

Průměrně nejvyšší počet klasů na jednotku plochy byl zaznamenán v odrůdě Tobak (545) a naopak nejnižší v odrůdě Vanessa (527). Jako stanoviště s nejvyšším počtem klasů na jednotku plochy se ukázalo ZP Keblov (574 ks). Průměrně nejnižší počet klasů na jednotku plochy byl zaznamenán na stanovišti SPVZ Ostředek (483 ks). Celkově tedy můžeme počet klasů na jednotku plochy ve všech odrůdách i na všech stanovištích označit jako podprůměrný.

Průměrně nejvyšší sklizené množství vykazovala odrůda Bombus (25,24 t/ha) a naopak nejnižší množství odrůda Vanessa (22,13 t/ha). Stanoviště, kde bylo v průměru sklíženo nejvyšší množství, se nazývá SPVZ Ostředek (24,3 t/ha). Naopak nejnižší množství bylo zaznamenáno na stanovišti ZP Keblov (22,2 t/ha). Tuto variabilitu mohlo způsobit hned několik faktorů (množství škůdců a plevelů, různá konkurence schopnost rostlin, nárazové srážky, které způsobují poléhání porostů nebo jejich výmlat).

Analýza obsahu makroprvků (fosfor, draslík, vápník, hořčík, sodík) a mikroprvků (měď, železo, zinek, mangan) v zrně registrovaných odrůd krmné pšenice prokázala rozdílnou schopnost jejich kumulace. Pakliže podnik používal stejnou či podobnou agrotechniku, výživu, osivo od jediného dodavatele, mechanizaci či ošetřování, dá se hypoteticky určit, že pěstební ročník měl nejvýraznější vliv na množství kumulovaných makro a mikroelementů v zrně krmné pšenice.

7. Seznam literatury

- ANNISON, G. (1993): Role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. *Australian Journal Agriculture Results*. 44.405-422.
- BLACK, J. L. (2001): Quality Feed Grains – Research highlights and opportunities [online]. Proceedings of the 10th Australian Barley Technical Symposium, 16–20 September 2001 [cit. 2008-11-15]. Dostupné z <<http://www.regional.org.au/au/abts/2001/m3/black.htm>>.
- BOLECHOVÁ M. (2014): Šlechtitelský seminář 2014 – Rez nikdy nespí – Hygienická jakost krmiv. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 6. 94 s. ISBN: 978-80-7427-157-1
- BONFIL, D. J., KAFKAFI, U. (2000). Wild wheat adaptation in different soil ecosystems as expressed in the mineral concentration of the seeds. *Euphytica*, 114, 2: 123–134.
- BRADOVÁ, J., ŠOČKOVÁ, L. (2010): Průzkum odrůdové čistoty merkantilních vzorků pšenice a ječmene (1997-2009). *Obilnářské listy*, Roč. 18, č. 1, 2010, s. 8-11
- BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. (2008): Kvalita zrna potravinářské pšenice sklizené v roce 2007. *Obilnářské listy*. 2008, XVI., 1, s. 11-14.
- CLASSEN, H. L., SCOTT, T. A., IRISH, G. G., HUCL, P., SWIFT, M., BEDFORD, M. R., (1995): The relationship of chemical and physical measurements to the apparent metabolizable energy (AME) of wheat when fed to broiler chickens with and without a wheat enzyme source. Proceedings of 10th European Symposium on Poultry Nutrition, Antalya (Turkey). 169-175.
- COLEMAN, W. H., WALDEN, R. K. (1982): Inhibitors of animal cell-free protein synthesis from grains. *Biochimica et Biophysica Acta*. 696 (3). 239 – 244.
- ČERMÁK, B. (2000): Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2000.
- ČERVENKA, J., (1997): Jakost a zpeněžování zemědělských produktů. I. Provozně ekonomická fakulta, ČZU Praha 1997, 135 s.
- ČSN 46 1200-2. Obiloviny: Část 2: Pšenice. Praha: ČNI, 2001. 8 s.
- ČSN 46 1100-2. Obiloviny potravinářské: Část 2: Pšenice potravinářská. Praha: ČNI, 2001. 8 s.
- ČSN ISO 5529 (461022). Pšenice - Stanovení sedimentačního indexu - Zeleného testu. Praha: ČNI, 2000. 12 s.
- ČSN ISO 7971-2 (461013). Obiloviny - Stanovení objemové hmotnosti zvané

"hektolitrová váha" - Část 2: praktická metoda. Praha: ČNI, 2003. 12 s.

DAVIS, K. R. et al. (1980): Evaluation of the Nutrient Composition of Wheat. I. Lipid Constituents. *Cereal Chemistry*. 57 (3).178-184.

DAVIS, K. R., et al. (1981): Evaluation of the nutrient composition of wheat. II. Proximate analysis, thiamin, riboflavin, niacin and pyridoxine. *Cereal Chemistry*. 58 (2). 116-120.

DIVIŠ, J. a kol. (2010): Pěstování rostlin, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN: 978-80-7394-216-8, 260 s.

DOBIÁŠOVÁ B. (2014): Dosahuje farmářské osivo kvality certifikovaného?, *ÚKZÚZ, Praha, Úroda*, roč. 62, č. 9-2014, vyd. Profi Press, s. 8, ISSN 0139-6013.

DVOŘÁČEK V. (2012): Využití metody retenční kapacity mouky pro predikci technologické kvality pšenice v České republice, metodika pro praxi, 1. vyd., Praha, VÚRV, 29 s., ISBN: 978-80-7427-097-0.

FAMĚRA, O. (1993): Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 49 s. ISBN 80-7105-045-8

FINLEY, J. W., HOPKINS, D. T. (1985): Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds. *American Association of Cereal Chemists*. St. Paul, MN. p. 304.

GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. (2004): Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekárských cereálií. *Nova Biotechnologica*. 2004, IV-1, s. 133-139. ISSN 1337-8783.

GRELA, E. R. (1996): Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 71 (3). 399- 404.

HANIŠOVÁ, A., HORČIČKA, P. (2002): Je jarní pšenice jen doplňkovou plodinou? Jarní pšenice – tematická příloha časopisu *Úroda*. Praha: Profi Press, 2002, s. 3-4. ISSN: 0139-6013

HEGER, J., ŠÁLEK, M., EGGUM, B. O. (1990): Nutritional value of some Czechoslovak varieties of wheat, triticale and rye. *Animal Feed Science and Technology*. 29 (1-2). 89-100.

HEGER, J., FRYDRYCH, Z. 1981. Biologická hodnota bílkovin a metody jejího hodnocení: studijní zpráva. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 84 s.

HORÁKOVÁ, V.; DVOŘÁKOVÁ, O.; MEZLÍK, T. (2009): Seznam doporučených odrůd

2009. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2009. 214 s.
- HORČIČKA, P., VEŠKRNA, O., BLÁHA, T., (2016): Šlechtitelský seminář 2016 – Pšenice 2016. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. 65 s. ISBN: 987-80-7427-211-0
- HUBÍK, K. (2000): Jakost potravinářské pšenice ze sklizně roku 1999. Farmář. 6 (3). 20-23
- CHRPOVÁ, J. (2010): Volba vhodné odrůdy: úspěch pěstování [online]. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.. Praha-Ruzyně [cit. 2011-05-15]. Dostupné z http://www.agroweb.cz/Volba-vhodne-odrudy:-uspech-pestovani__s1302x47005.html
- IVAN, M., FARRELL, D. J. (1976): Nutritional evaluation of wheat, 5. Disappearance of components in digesta of pigs prepared with two reentrant cannulae. Animal Production. 23 (1). 111-119.
- JAGOŠ, P. (1975): Skot – zdravotní problematika velkochovů, SZN Praha, 1975, 279 s.
- JELÍNEK P., KOUDELA K. (2003): Fyziologie hospodářských zvířat, 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 409 s. ISBN 80-715-7644-1.
- KACEROVSKÝ, O. et al (1989): Výživa a krmení hospodářských zvířat – 1. Díl, Vysoká škola zemědělská Praha, 1989, 165 s.
- KONIK-ROSE, CH., THISTLETON, J., CHANVRIER, H., TAN, I., HALLEY, P., GIDLEY, M., KOSAR-HASHEMI, B., WANG, H., LARROQUE, O., IKEA, J., MCMAUGH, S., REGINA, A., RAHMAN, S., MORELL M., LI, Z. (2007): Theor. Appl. Genet. 115: 1053–1065.
- KŘEN, J. Metodika pěstování ozimých obilnin: realizační výstup projektu NAZV č. EP 0960006069. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav, 1998, 143 s. ISBN 80-902545-2-7.
- KULOVANÁ, E. (2001): Limity využití krmných obilovin. Úroda – 6/2001. Dostupné na <http://uroda.cz/limity-vyuziti-krmnych-obilovin/>
- KŮST, F. (2010): Pěstování a produkce pšenice ozimé, Ministerstvo zemědělství ČR, odbor rostlinných komodit, Dostupné na <http://www.agroweb.cz/index.php>
- KŮST F., STEHLÍKOVÁ, J (2016): Situační a výhledová zpráva obiloviny Prosinec 2016, Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 2016 109 s. ISBN 978-80-7434-343-8.
- LIPA VSKÝ, J. (2000): Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesů. Dostupné na <http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=106805&iSub=566>

- MARTIN, John H, Richard P WALDREN a David Lee STAMP. (2006): Principles of field crop production. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2006, xxi, 954 p. ISBN 0130259675.
- MARTÍNEK, P., JIRSA, O., (2016): Výnos a výnosový potenciál pšenice, odborný časopis Úroda, č. 3, strana 44 – 48, ISSN: 0139-613
- MEZULIÁNIK, M. (1996): Přehled aktuálních legislativních předpisů a norem v oblasti rostlinných komodit: České technické normy pro zemědělské produkty - komodity. In Seminář: Jakost rostlinných komodit. Praha: AGROFERT HOLDING, a.s., Středisko technické normalizace, 1996. s. 5.
- MICHALÍK, I. (1994): Charakteristika cereálních bílkovin, ich výživná kvalita a vliv na zdravotný stav. Výživa a Zdravie. 39 (9). 185–186.
- MÓROVÁ, E., BUCHTOVÁ, V., BELICKÁ, V. (1992): Vliv dusíkatého hnojení na obsah a aminokyselinové zloženie bílkovín. Poľnohospodárstvo. 38. 15–23.
- NEWMAN, C. W., NEWMAN, R. K. (1988): Factors influencing the utilization of barley by monogastric animals and poultry, in Sparrow, D. H. B., Lance, R. C. M., Henry, R. J. (eds), Alternative end uses of barley. Ce
- NOVÁK, J. et al (1982): Výživa a krmení hospodářských zvířat, Vysoká škola zemědělská Praha, 1982, 214 s.
- PAJTÁŠ, M., NITRAYOVÁ, S., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. (1996): Biologická hodnota bílkovin zrna tritikale a pšenice. Poľnohospodárstvo. 42. 481-487.
- PAULOVÁ, J. (2002): Krmná hodnota pšenice. Krmivářství. 6 (6). 38-39.
- PELIKÁN, M. (2001): Zpracování obilnin a olejnin. MZLU Brno, 152 s.
- PELIKÁN M., SÁKOVÁ L. (2001): Jakost a zpracování rostlinných produktů, 1. vyd. České Budějovice, Zemědělská fakulta JU, 235 s., ISBN 80-7040-502-3.
- PEREZ-VENDRELL, A. M., BRUFAU, J., MOLINA-CANO, J.-L., FRANCESCH, M., GUASCH, J. (1996): Effects of cultivar and environment on beta-(1,3)-(1,4)-D-glucan content and acid extract viscosity of Spanish barleys. Journal of Cereal Science. 23 (3). 285-292.
- PETR et al., (1980): Tvorba výnosu u obilnin – In. Petr, J, Černý, V, Hruška, L a kolektiv. Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Praha, 448 s.
- PETR, J. (2001): Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. 40 s.
- PETR, J. (2008): Zvláštnosti tvorby výnosu ozimé pšenice v ekologickém zemědělství. Úroda, 7, s. 50 – 54

PETR, J., HÚSKA J. Speciální produkce rostlinná. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 1997, 193 s. ISBN 80-213-0152-x.

PIRGOZLIEV, V. R., BIRCH, C. L., ROSE, S. P., KETTLEWELL, P. S., BEDFORD, M. R. 2003. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*. 44. 464-475.

PRIGGE, G., GERHARD, M., HEBERMAYER J. (2004): Houbové choroby obilnin – znaky pro včasné rozlišení. *Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup/BASF* 2004, 156 s.

PRUGAR J. et al., (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 327 str. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. (2004). Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin, 1. vydání.. In: *Skripta Vysoká škola chemicko-technologická*. Praha. 202 s. ISBN:80-7080-530-7.

PULKRÁBEK, J., CAPOUCHOVÁ, I., HAMOUZ, K. (2003): Speciální fytotechnika, Česká Zemědělská Univerzita v Praze, ISBN: 80-213-1020-0, 188s.

RYANT, P. et al. (2003): Multimediální učební texty z výživy rostlin. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně.

SAN MARTÍN et al. (1990). Sulfur concentration in wheat grains in the south of the Buenos Aires province. *Boletín Técnico*. 99. 3–7.

SLAVOJ, P. et al. (2009): Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice [online]. Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž [cit. 2011-05-15]. Dostupné z <http://www.vukrom.cz/vyzkum/ukoncene-2009/qg50041/metodika>

ŠNOBL, J., PULKRÁBEK J. (2002): Základy rostlinné produkce. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005, 172 s. ISBN 80-213-1340-4.

ŠPALDON, E. et al.,(1986): Rostlinná výroba. Vyd. 1. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

ŠROLLER J. et al.,(1997): Speciální fytotechnika: Rostlinná výroba. 1. vyd. EKOPRESS s.r.o., Praha, 205 str. ISBN 80-86119-04-1.

TIMMS, M. F. et al. (1981): The baking quality and protein characteristics of a winter wheat grown at different levels of nitrogen fertilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 32. 648–698.

TVRZNÍK, P, ZEMAN, L. (2005): Stopové prvky, Sborník pro vědecký výbor výživy zvířat, Praha, 2005, 58 s.

VACULOVÁ, K. et al. (2008): Obsah minerálních látek v zrně obilovin. Obilnářské listy 2/2008, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, 2008, 62 s.

VACULOVÁ, K. (2000): Využití variability v chemickém složení zrna a bílkovinných genetických markerů k výzkumu výživné hodnoty ječmene a pšenice pro přetvůkavce, Zdůvodnění návrhu grantu, s. 1-10.

VACULOVÁ K., BAJEROVÁ E. (2016): Obiloviny v lidské výživě 2016 – Vliv klimatických změn na zemědělskou produkci s důrazem na obiloviny. 1. Vyd, Praha 2016. 67 s. ISBN: 978-80-88019-16-9.

VACULOVÁ, K., HORÁČKOVÁ, S. (2007): Neškrobové polysacharidy v zrně pšenice ozimé. Obilnářské listy. 15 (2). 25-31

VACULOVÁ, K., POZDÍŠEK, J., TROJANOVÁ, H. (2006). Hodnocení kvality obilovin pro krmení přetvůkavců. Úroda. 54 (1). 17-21.

VELÍŠEK, J. (1999): Chemie potravin, 3. díly. OSSIS. Tábor. 331, 303, 343 s. ISBN: 80-902391-2-9.

WELCH, R. W. 1975. Fatty acid composition of grain from winter and spring sown oats, barley and beat. Journal Science Food Agriculture. 26.429.

WRIGLEY, C. W. et al. (1980): The sulfur content of wheat endosperm proteins and its relevance to grain quality. Australian Journal of Plant Physiology. 7. 755-766.

ZELENKA, J., ZEMAN, L., (2006): Výživa a krmení drůbeže, Mendelova Univerzita Brno, 2006. 117 s.

ZEMAN, L. et al. (2006): Výživa a krmení hospodářských zvířat, nakladatelství Profi Press. Praha, 2006, ISBN 80-86726-17-7, 360 s.

ZHAO, F. J. et al. (1999): Sulphur assimilation and effects on yield and quality of beat. Journal of Cereal Science. 30. 1–17.

ZIMOLKA, J. (2005): Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005, 179 s. ISBN 80-86726-09-6

Internetové zdroje:

Internetový zdroj č. 1: Dostupné z: http://kgv.zf.jcu.cz/upload/Studium/ZF-kgv-ZVHZ/prezentace/prednaska_4_text.pdf, staženo dne 8. 3. 2018

Internetový zdroj č. 2: Dostupné z: www.rabbit.cz, staženo dne 11. 3. 2018

Internetový zdroj č. 3: Dostupné z: <http://www.osevabzenec.cz/ozimy/elixer.html>, staženo dne 11. 3. 2018

Internetový zdroj č. 4: Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/532326/listovka_PO17.pdf, staženo dne 11. 3. 2018

Internetový zdroj č. 5: Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/580059/Psenice_ozima__SDO____listovka.pdf,
staženo dne 12. 3. 2018

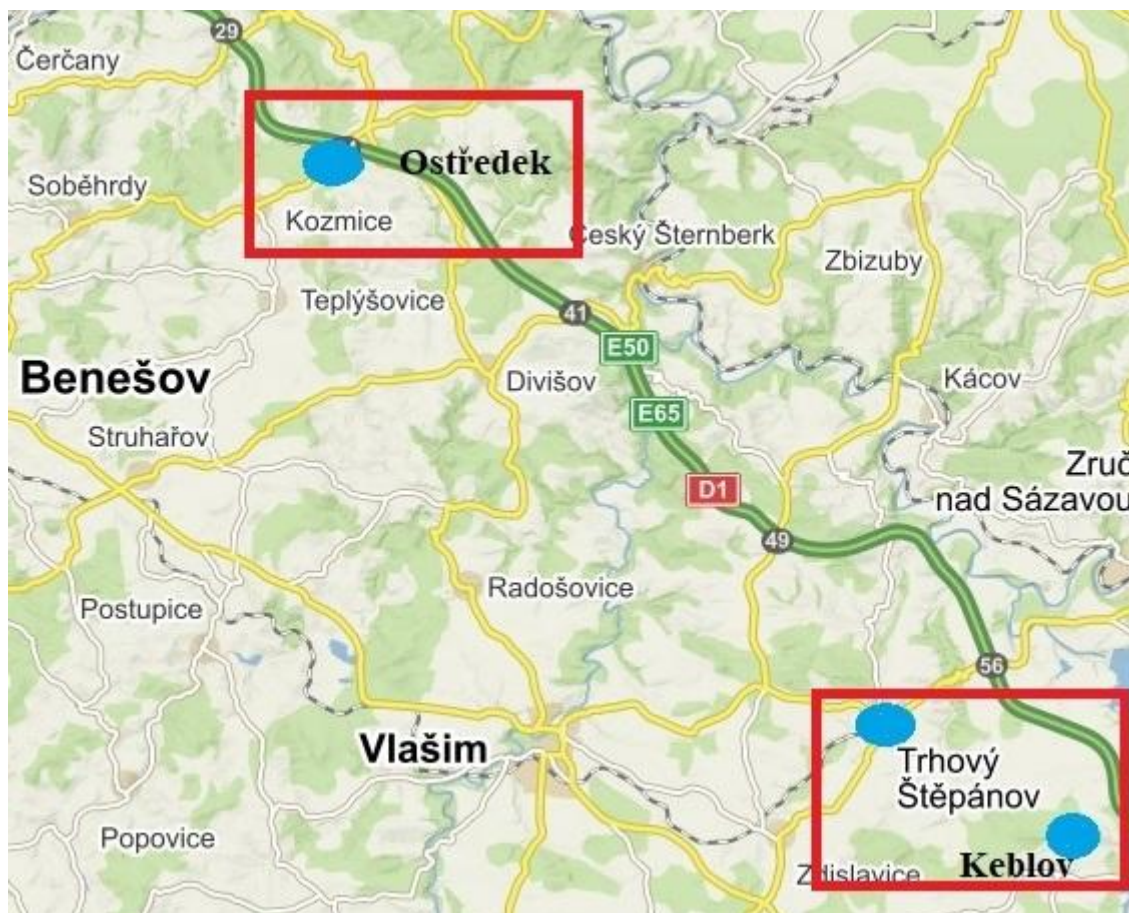
Internetový zdroj č. 6: Dostupné z: <http://uroda.cz/zamerili-se-na-produkci-osiv/>,
staženo dne 12. 3. 2018

Internetový zdroj č. 7: Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/informace-pro-vas/mesicni-vyhodnoceni/hydrometeorologicka-situace>, staženo dne 14. 3. 2018

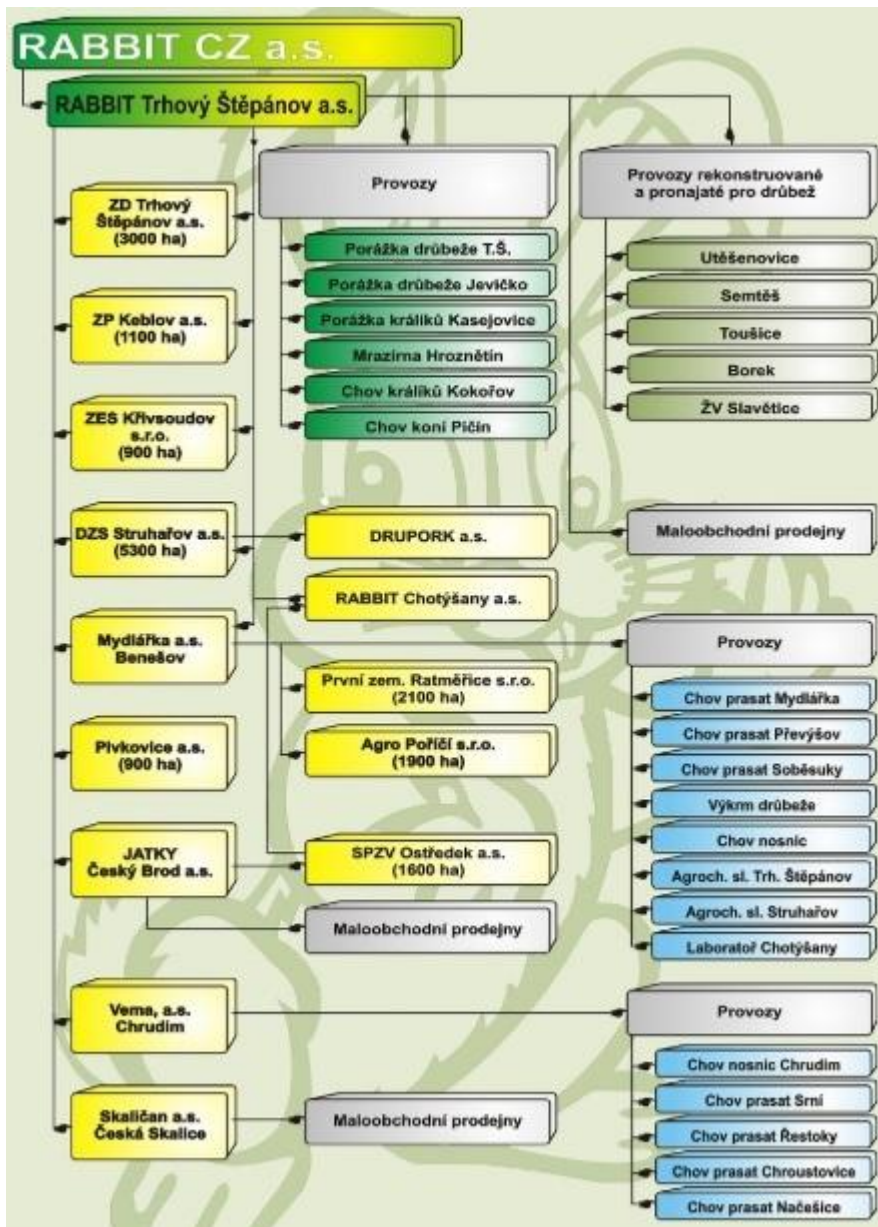
Internetový zdroj č. 8: Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>, staženo dne 18. 3 2018

8. Přílohy

Příloha č. 1: Mapa vybraných dceřiných společností Holdingu Rabbit a.s. v rámci prováděného pokusu



Příloha č. 5: Organizační struktura Holdingu Rabbit Trhový Štěpánov a.s.
(Internetový zdroj č. 2)



Příloha č. 6: Potvrzení o využití dat l diplomové práci

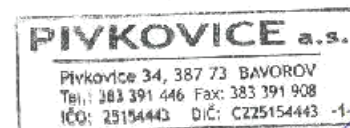
Bc. František Nerad

Dlouhá 144

257 03 Jankov

Věc: Využití dat pro diplomovou práci

Na základě vzájemné dohody jsem Bc. Františkovi Neradovi poskytl zcela dobrovolně a bezúplatně data (podklady) pro diplomovou práci. Data byla na základě vzorků vyhodnocena v zemědělské oblastní laboratoři v Chotýšanech na náklady jednotlivých podniků holdingu RABBIT. Jednotlivé protokoly o zkoušce vybraných odrůd krmných pšeníc byly převedeny do tabulek v programu excel a poskytnuty k dalšímu zpracování a vyhodnocení. Budoucí diplomová práce by měla být přínosem pro rostlinnou výrobu holdingu RABBIT.



Ing. Jiří Kamarýt

ředitel PIVKOVICE a.s.

RABBIT Trhový Štěpánov a.s.