

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Listová hnojiva v agrotechnice ozimé pšenice a jarního
ječmene**

Diplomová práce

**Bc. Markéta Snopková
Rostlinná produkce**

Ing. Jan Křováček, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Listová hnojiva v agrotechnice ozimé pšenice a jarního ječmene" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Janu Křováčkovi Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Romanu Lejčkovi, hlavnímu agronomovi a dalším zaměstnancům DZV Nova, a. s., kteří se podíleli na založení pokusu. A samozřejmě i mé rodině a přátelům za podporu.

Listová hnojiva v agrotechnice ozimé pšenice a jarního ječmene

Souhrn

Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci, jejím cílem je posoudit vliv listových hnojiv na výnos a jakost pšenice ozimé a jarního ječmene. Pokusy probíhaly na pozemcích společnosti DZV Nova, a. s., na Benešovsku, v bramborářské výrobní oblasti.

Vybranou odrůdou pro pokus v pšenici ozimé byla Julie, která dosahuje potravinářské jakosti E. Porost byl založen na podzim roku 2020, poloprovozní pokus byl založen a ošetřován stejně jako ostatní porosty ozimé pšenice. Na jaře 2020 byla do porostu aplikována listová hnojiva – Folit P, Folit K (Tab. č. 1), pšenice byla ve fázi metání.

Druhým poloprovozním pokusem byla aplikace listových hnojiv v jarním ječmeni. Na jaře 2021 byl založen porost, odrůda Malz. Tato odrůda splňuje jakostní parametry pro „České pivo“. Na konci sloupkování zde byly aplikované stejné dávky listových hnojiv jako u pšenice (Tab. č. 1).

Tabulka č. 1 – Pokusné varianty

| | Folit P 500 SL (l) | Folit K 400 SL (l) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Kontrolní varianta | 0 | 0 |
| 1. Varianta | 2 | 2 |
| 2. Varianta | 4 | 4 |

U pšenice ozimé byl pozitivně ovlivněn počet rostlin na m² a počet zrn v klase, tím došlo i k nárůstu výnosu. Kontrolní varianta dosahovala výnosu 6,93 t/ha, první varianta 7,46 t/ha. Druhá varianta dosahovala nejlepšího výnosu – 7,48 t/ha, ale rozdíl v pokusných variantách nebyl tak vysoký.

Pozitivně byl ovlivněn také výnos jarního ječmene (Kontrola – 4,65 t/ha, 1. varianta – 4,93 t/ha, 2. varianta -5,02 t/ha). Vyšších hodnot také dosahoval počet klasů na jednotku plochy, oproti tomu počet zrn v klase a HTS nebyly ovlivněny.

Počasi v hospodářském roce 2021 negativně ovlivnilo jakostní ukazatele ozimé pšenice a jarního ječmene. V květnu roku 2021 spadlo 160 mm a deštivý byl i průběh žní.

Výhodou listových hnojiv jsou nízké náklady na aplikaci, která může být spojena s aplikací přípravků na ochranu rostlin. Mimokořenová výživa je pouze doplňková, nenahradí plně výživu kořenovou. Dávka dva litry Folitu P a dva litry Folitu K se jeví jako dostačující, vyšší dávky nejsou rentabilní.

Klíčová slova: pšenice ozimá, ječmen jarní, listová hnojiva, výnos, jakost

Foliar fertilizers like one part of cultivation technology of winter wheat and spring barley

Summary

The diploma thesis follows up on the bachelor thesis, its aim is to assess the inflow of foliar fertilizers on the yield and quality of winter wheat and spring barley. The experiments took place on the land of DZV Nova, a. s., in Benešov region, in the potato production area.

The selected variety for the winter wheat experiment was Julie, which reaches food quality E. The stand was established in autumn 2020 and treated in the same way like other winter wheat stands. In spring 2021, foliar fertilizers were applied to the stand – Folit P, Folit K (Tab. No. 1), wheat was in the throwing phase.

The second field trial was the application of foliar fertilizers in spring barley. In spring 2021 the stand of Malz variety was established. This variety meets the quality parameters for “Czech beer “. At the end of the column, the same doses of foliar fertilizers were applied here as for wheat (Tab. No. 1).

Table No. 1 – Experimental variants

| | Folit P 500 SL (l) | Folit K 400 SL (l) |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Control variant | 0 | 0 |
| 1. variant | 2 | 2 |
| 2. variant | 4 | 4 |

In the case of winter wheat, the number of plants per m² and the number of grains in the class were positively affected, which also led to increase in yield. The control variant achieved the yield of 6,93 t/ha, the first variant 7,46 t/ha. The second variant achieved the best yield 7,48 t/ha, but the difference in the experimental variants was not so high.

The yield of spring barley was also positively affected (control – 4,65 t/ha, 1st variant – 4,93 t/ha, 2nd variant 5,02 t/ha). The number of ears per unit area also reached higher values, while the number of grains in the class and HTS were not affected.

The weather in 2021 negatively affected the quality indicators of winter wheat and spring barely. In May 2021, rained 160 mm and the course of the harvest it was rainy.

The advantage of foliar fertilizers is the low cost of application, which can be associated with the application of the plant protection products. Extra-root nutrition is only supplementary, it does not fully replace root nutrition. A dose of two liters of Folit P and two liters of Folit K seems to be sufficient, higher doses are not profitable.

Keywords: winter wheat, spring barely, foliar fertilizers, yield, quality

1 Obsah

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Obsah | 9 |
| 2 | Úvod | 12 |
| 3 | Vědecká hypotéza a cíle práce | 13 |
| 4 | Literární rešerše | 14 |
| 4.1 | Pšenice ozimá | 14 |
| 4.1.1 | Historie pěstování | 14 |
| 4.1.2 | Pěstitelské plochy ČR | 15 |
| 4.1.3 | Botanická a biologická charakteristika | 16 |
| 4.1.4 | Výnosové prvky obilovin | 16 |
| 4.1.5 | Parametry potravinářské pšenice | 18 |
| 4.2 | Agrotechnika pšenice ozimé | 19 |
| 4.2.1 | Zařazení v osevním postupu | 19 |
| 4.2.2 | Zpracování půdy | 20 |
| 4.2.3 | Výsev | 21 |
| 4.2.4 | Výživa a hnojení | 22 |
| 4.2.5 | Ochrana rostlin | 23 |
| 4.3 | Jarní ječmen | 24 |
| 4.3.1 | Historie pěstování | 24 |
| 4.3.2 | Požadavky na prostředí a pěstitelské plochy v ČR | 24 |
| 4.3.3 | Biologická charakteristika | 25 |
| 4.3.4 | Užitkové směry | 26 |
| 4.3.5 | Ukazatel sladovnické jakosti | 27 |
| 4.4 | Agrotechnika jarního ječmene | 28 |
| 4.4.1 | Zařazení do osevního postupu | 28 |
| 4.4.2 | Zpracování půdy a její příprava | 28 |
| 4.4.3 | Setí a výsevek | 30 |
| 4.4.4 | Hnojení | 31 |
| 4.4.5 | Ochrana rostlin | 32 |
| 4.5 | Listová hnojiva | 34 |
| 4.5.1 | Příjem listového hnojiva rostlinou | 35 |
| 4.5.2 | Použití listových hnojiv | 35 |
| 4.5.3 | Aplikace listových hnojiv | 36 |
| 4.5.4 | Dusík ve výživě rostlin | 36 |
| 4.5.5 | Fosfor ve výživě rostlin | 37 |
| 4.5.6 | Draslík ve výživě rostlin | 39 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.5.7 | Vápník ve výživě rostlin | 40 |
| 4.5.8 | Hořčík ve výživě rostlin | 41 |
| 4.5.9 | Síra ve výživě rostlin | 41 |
| 4.5.10 | Mikroprvky ve výživě rostlin | 42 |
| 5 | Metodika | 44 |
| 5.1 | Obecná charakteristika | 44 |
| 5.1.1 | Lokalita pokusu | 44 |
| 5.1.2 | Průběh vegetačního období 2018/2019 a 2020/2021 | 45 |
| 5.1.3 | Založení pokusu | 47 |
| 5.2 | Listová hnojiva v agrotechnice ozimé pšenice | 48 |
| 5.2.1 | Charakteristika honů..... | 48 |
| 5.2.2 | Zpracování půdy a setí | 49 |
| 5.2.3 | Hnojení..... | 51 |
| 5.2.4 | Ochrana rostlin | 52 |
| 5.2.5 | Sledované znaky a měření | 53 |
| 5.3 | Listová hnojiva v agrotechnice jarního ječmene..... | 54 |
| 5.3.1 | Charakteristika honů..... | 54 |
| 5.3.2 | Zpracování půdy a setí | 55 |
| 5.3.3 | Hnojení..... | 55 |
| 5.3.4 | Ochrana rostlin | 56 |
| 5.3.5 | Sledované znaky a měření | 57 |
| 6 | Výsledky | 58 |
| 6.1 | Pšenice ozimá | 58 |
| 6.1.1 | Výnosotvorné prvky..... | 58 |
| 6.1.2 | Výnos | 61 |
| 6.1.3 | Jakost zrna | 62 |
| 6.1.4 | Rentabilita aplikace listových hnojiv | 63 |
| 6.2 | Ječmen jarní..... | 64 |
| 6.2.1 | Výnosotvorné prvky..... | 64 |
| 6.2.2 | Výnos | 65 |
| 6.2.3 | Jakost zrna produkce | 66 |
| 6.2.4 | Rentabilita aplikace listových hnojiv | 66 |
| 7 | Diskuze | 68 |
| 8 | Závěr..... | 70 |
| 9 | Doporučení pro praxi | 71 |
| 10 | Literatura | 72 |

2 Úvod

Počátek pěstování pšenice a ječmene se datuje do doby vzniku zemědělství, její původ je v jihozápadní Asii. Pšenice ozimá je plodina s největší pěstitelskou plochou v ČR, zaujímá až 710 000 ha orné půdy. Ječmene jarního se u nás pěstuje asi 215 000 ha.

Zimolka et al. (2005) uvádí, že tuzemská spotřeba pšenice, 1 150 – 1 245 tisíc tun, kolísá v důsledku vývozu potravinářských výrobků. Krmivářské využití pšenice ve stejném období činí od 1 850 do 2 370 tisíc tun. Podle Faměra & Petr (2007) je v České republice potřeba vyprodukovat 550-580 tisíc tun sladovnického ječmene, ze kterého se vyrobí 440-470 tisíc tun sladu.

Snaha většiny podniků je vypěstovat kvalitní potravinářskou pšenici, přesto se stává, že sklizené zrno dané parametry nedosahuje. U potravinářské pšenice je větší výkupní cena, ale také větší ekonomické náklady. Faměra & Petr (2007) tvrdí, že se hlavní podíl zrna pšenice je využíván pro krmné účely, přesto je 60 % ploch oseto potravinářskými odrůdami.

V České republice se slad vyrábí převážně z jarního ječmene. Sladovnický ječmen musí splňovat předepsaná kritéria: obsah bílkovin, podíl předního zrna, obsah β -glukanů, zvýšená klíčivost a další.

Sladovnická jakost zrna je ze dvou třetin ovlivněna vnějšími podmínkami (půda, počasí, agrotechnika), zbylá jedna třetina je ovlivněna odrůdou (Zimolka 2006).

Na základě analýzy výživného stavu rostlin je dobré reagovat listovou výživou. Listová výživa rostlin vychází ze zákona minima, proto je dodáván spolu s dusíkem prvek, kterého se rostlině nedostává (Černý et al. 2007).

Mimokořenovou výživu můžeme vnímat jako doplňkový způsob hnojení, nenahrazuje nám výživu kořenovou. Listová hnojiva jsou tekutá, aplikujeme je postřikovačem na ochranu rostlin.

Výživný stav rostlin je hlavní faktor ovlivňující účinnost mimokořenové výživy. Více živin je využito u rostlin, které trpí nedostatkem dané živiny (Vaněk et al. 2016).

3 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem diplomové práce je posoudit vliv aplikace listových hnojiv na výnos a jakost ozimé pšenice a jarního ječmene. Aplikována byla listová hnojiva Folit P a Folit K v různých dávkách. U daných plodin byly sledovány také výnosotvorné prvky, pro následný výpočet teoretického výnosu. Na závěr je zhodnocena rentabilita tohoto způsobu výživy.

Hypotéza:

1. Pomocí vhodné aplikace listových hnojiv lze pozitivně ovlivnit výnos, jakost i výnosotvorné prvky u ozimé pšenice a jarního ječmene.
2. Využití listových hnojiv v agrotechnice ozimé pšenice a jarního ječmene je rentabilní.
3. Listová hnojiva rozhodují o zařazení produkce do kategorie potravinářské nebo krmné pšenice, případně do kategorie sladovnického nebo krmného ječmene.

4 Literární rešerše

4.1 Pšenice ozimá

Pšenice je dominantní plodinou v mírných oblastech, která se používá v potravinářství, ale také pro krmné účely. V lidské výživě je nepostradatelná, díky esenciálním aminokyselinám, minerálům a vitamínům. I přes to jsou pšeničné výrobky zodpovědné za řadu nežádoucích účinků, například celilakie (Shewry 2009).

Pšenice je vysoce přizpůsobivá plodina. Pěstuje se od teplých, vlhkých oblastí, až po suché, chladné oblasti. Tato široká adaptace byla možná díky složité povaze rostlinného genomu. Pšenice je C3 rostlinou, proto se jí daří více v chladném prostředí (Curtis et al. 2002).

Rozsah pěstování je také dán značnou přizpůsobivostí pšenice různým pěstitelským podmínkám, vysokou výnosností a širokou využitelností zrna. Hlavním sklizňovým produktem je zrno, jehož chemické složení kolísá v závislosti na oblasti pěstování, na odrůdě, agrotechnice a průběhu počasí (Faměra & Petr 2007).

4.1.1 Historie pěstování

Počátky pěstování pšenice úzce souvisí se vznikem polnohospodářství v 8. – 10. tisíciletí př. n. l. V 6. tisíciletí př. n. l. se začala už pěstovat pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) a též pšenice špaldová (*Triticum spelta* L.), která je však známá pouze z archeologických nálezů v Evropě (Špaldon a kol., 1982).

K první kultivaci pšenice došlo asi před 10 000 lety, jako součást „neolitické revoluce“, která zaznamenala přechod od lovu a sběru potravin k tradičnímu zemědělství (Heun et al. 1997).

4.1.2 Pěstitelské plochy ČR

Výjimečné postavení pšenice v České republice vyplývá především z jejího zastoupení ve struktuře obilovin. Současný stav jejího pěstování i situaci využití zrna u nás však nelze považovat za tomu odpovídající. Vedle stagnace výnosů a jakosti zrna dochází ke značnému meziročnímu kolísání ploch a tím i objemu produkce. Zatímco největší podíl produkce se zkrmuje, větší část osevních ploch je pěstována s cílem dosažení potravinářské kvality a tím i větší realizační ceny (Zimolka 2005).

Ozimá forma pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.) je v České republice rozhodující obilninou a její produkce má zásadní význam pro vytváření optimálních proporcí mezi rostlinnou a živočišnou výrobou a zásobováním obyvatel potravinami. Pěstuje se prakticky ve všech výrobních podmínkách a zaujímá více než čtvrtinu orné půdy (28 %) a zhruba 60 % plochy obilnin (Hůla & Procházková 2008).

V roce 2021 bylo oseto 1 388 915 ha obilovinami, z toho 709 537 ha ozimou pšenicí. Průměrný výnos pšenice byl 6,47 t/ha. (Český statistický úřad 2021).

I přes stagnaci výnosů u nás dochází k nadprodukcí zrna pšenice, především v důsledku snížení stavů hospodářských zvířat. V roce 2000 bylo sklizeno 4116 tisíc tun pšenice, o 88 tisíc tun více než v roce 1999. Při započítání zásob byla celková nabídka pšenice 4794 tisíc tun. Požadavky na mlýnské zpracování byli splněny produkcí kolem 1500 tisíc tun.

Na krmivářské využití se spotřebovává 2000–2250 tisíc tun. Využívání pšenice na technické účely je zatím omezené (1 000 tun).

Nadprodukcí vyvážíme především do Evropských zemí, které mají neúrodu nebo nedostatek této komodity. Z více než 90 % je vyvážena potravinářská pšenice (Křen 2001).

4.1.3 Botanická a biologická charakteristika

Do rodu pšenice, který náleží do čeledi lipnicovitých, patří několik druhů. Její klas je složený z vícekvětých klásků, které jsou umístěny na jednotlivých člancích klasového větene. Podle základního chromozomového čísla ($n = 7$) a podle počtu chromozomů zahrnuje rod *Triticum* tři skupiny.

Skupina diploidní pšenice ($2n = 14$) zahrnuje pšenici planou jednozrnku (*Triticum boeoticum*), s úzkým plochým klasem, který se ve zralosti rozpadá. Má dvoukvěté klásky, plodný je pouze spodní. Do této skupiny patří také pšenice kulturní jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), která má rovněž úzký klas, méně rozpadavý. Zpravidla se seje jako jařina.

Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidních pšenic ($2n = 28$). Patří sem: pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicocoides* L.), pšenice dvouzrnka, pšenice polská, pšenice naduřelá, pšenice Timofejevova a známější pšenice tvrdá (*Triticum durum*). Pšenice tvrdá má nelámavý klas s osinami delšími, než je klas. Její plevy mají téměř shodnou délku s pluchami. Obilka je trojhranná, sklovitá s vpadlým klíčkem, neochmýřená, její lepek je vhodný k výrobě těstovin.

Pěstitelsky nejvýznamnější je skupina hexaploidních pšenic ($2n = 42$), do které patří pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) a pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). Pšenice špalda má klas lámavý, dlouhý a velmi řídký. Ve čtyřkvětých kláscích má pouze dva plodné kvítky, obilky jsou pevně uzavřené v kláscích. Využívá se k výrobě těstovin nebo jako přísada do polévek (nedozrálé klásky). Nejpěstovanějším druhem je pšenice setá (Zimolka 2005).

4.1.4 Výnosové prvky obilovin

Výnos zrna tvoří jen část produkce veškeré biomasy, je třeba si uvědomit, že optimální podmínky pro maximální tvorbu biologického výnosu mohou být odlišné od optimálních podmínek pro maximální hospodářský výnos. Pro vysoce výnosné porosty je důležitý přiměřený vývoj asimilačního aparátu a kořenového systému ve vegetativním období, v generativním období jsou pak důležité především vysoké přírůstky sušiny, které jsou podmíněné optimální listovou pokryvností, její delší aktivitou a rychlostí fotosyntézy. Je tedy velice důležitý soulad při formování prvků hospodářského výnosu a schopnost rostlin převést vytvořené asimiláty do významných orgánů – obilek (Petr et al. 1980).

Podmínky prostředí určují množství přístupných vegetačních faktorů a jejich časové rozložení. Tím jsou dány nestejně přirozené podmínky pro zakládání, vývin a redukci jednotlivých prvků na různých stanovištích a v různých letech. Mezi tyto podmínky, vytvářející prostředí pro tvorbu výnosových prvků, patří vlastně i stav porostu. Jednou z jeho charakteristik je úroveň dříve založených výnosových prvků. Proto při usměrňování tvorby výnosu nemůžeme sledovat prosté dosahování maxima úrovní jednotlivých výnosových prvků. Správná strategie řízení tvorby výnosu vede přes ekologicky podmíněné, optimální úrovně zakládaných výnosových prvků. Překročení ekologicky podmíněné optimální úrovně výnosového prvku má za následek jeho redukci v dalším vývoji, nebo omezení tvorby dalších později tvořených výnosových prvků. Důsledkem je nedosažení potenciálního výnosu. Agrotechnika a hnojení mohou být efektivní jen v tom případě, působí-li na dosažení optimální úrovně výnosových prvků pro dané ekologické podmínky (Lipavský 2000).

Výnosové prvky pšenice ozimé tvoří

1. Počet klasů na jednotku plochy
2. Počet zrn v klasu
3. Hmotnost 1000 zrn

Na výnosové prvky působí vlivy, které buďlepší, nebo zhorší výnos nebo výnosové prvky. U počtu rostlin na m² jsou hlavními vlivy biologická hodnota osiva, způsob setí, dále záleží na hloubce setí a termínu výsevu, výsevek a vzcházivost pšenice. Pokud zjistíme, že počet rostlin je malý či nedostačující, mohou za tuto situaci hlavně průběh počasí, choroby nebo škůdci, kteří se objeví na plodině, neadekvátní agrotechnické zásahy. Na počet zrn v klase má vliv v hlavním případě odrůda neboli genetický typ klasu, průběh počasí, výskyt chorob a škůdců. Pokud budeme sledovat hmotnost zrn, tak zde má hlavní vliv plocha aktivního asimilačního aparátu horních listů a délka jeho funkce, dále schopnost převést asimiláty do zrna, délka období vývoje obilky (Faměra 1993).

4.1.5 Parametry potravinářské pšenice

Při registračním řízení ÚKZÚZ jsou odrůdy pšenice na základě odpovídajících technologických parametrů – RMT pekařský pokus, SDS – sedimentační test, obsah bílkovin, viskositest, vaznost vody moukou, obsah mokrého lepku, obsah popele, výtěžnost mouky T 550, objemová hmotnost a hmotnost tisíce zrn a požadavků zpracovatelského průmyslu rozděleny na:

A. Potravinářské pšenice pro pekárenské zpracování (výroba převážně kynutých těst), dělíme na podskupiny:

– Elitní pšenice E, to je velmi dobrá, zlepšující.

– Kvalitní pšenice A, to je dobrá, samostatně zpracovatelná.

– Chlebová pšenice B, to znamená odrůdy doplňkové, zpracovatelné ve směsi.

B. Pšenice pečivářské pro výrobu oplatků, sušenek a crackerů.

C. Pšenice pro speciální použití (výroba škrobu a lihu).

D. Krmné pšenice (Hubík & Mareček 2002).

Kvalita mouky je definována svými vlastními fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Pro spotřebitele se kvalita vztahuje na smysly: zrak, křupavost, pocit, čich, chuť (Moris & Rose 1996).

Hlavní kritéria rozhodující o zařazení odrůdy do jakostní skupiny:

1. Objemová výtěžnost – je stanovena po průběhu RMT (pekařský pokus). Hlavní a nejdůležitější kritérium kvality. Bodové hodnocení objemové výtěžnosti, vlastností těsta a pečiva (pružnost těsta, vzhled povrchu těsta, lepivost těsta, vyvázanost pečiva, hnědnutí pečiva, křehkost kůrky, stejnoměrnost pórů, pružnost střídy, a chuť pečiva.

2. Hrubá bílkovina – její obsah ovlivňuje dusíkaté hnojení, teplotními podmínkami a ročníkem. Nízkým obsahem hrubých bílkovin se snižuje tažnost lepku.

3. Sedimentační test – zjišťuje viskoelastické vlastnosti bílkovin, jejich kvalita umožňuje fermentační procesy v těstě. Je ovlivněn odrůdou a ročníkem. Určuje se pomocí Zeleny-testu.

4. Číslo poklesu-v Evropě se používá jako kritérium pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy. V důsledku nadměrného příjmu vlhkosti před sklizní, začíná zrno klíčit.

5. Objemová hmotnost – ukazatel mlynářské jakosti, který souvisí s výtěžností mouky. Závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, polehlosti a odrůdě.

6. Vaznost mouky – závisí na obsahu hrubé bílkoviny a bobtnavosti mokrého lepku. Ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta (Zimolka 2005).

4.2 Agrotechnika pšenice ozimé

4.2.1 Zařazení v osevním postupu

Termín osevní postup znamená střídání plodin na jednom pozemku. Patří mezi nejdůležitější faktor, který ovlivňuje budoucí zdraví, produktivitu a výnos následné plodiny (Cook & Veseth 1991).

Pšenice ozimá je ze všech obilnin nejnáročnější na předplodinu. Nejlepšími předplodinami jsou jeteloviny, luskoviny, olejnin, okopaniny a zeleniny. V našich podmínkách je nejlepší předplodinou vojtěška, díky množství a kvalitě posklizňových zbytků. Pozitivní účinky luskovin i luskovinoobilných směsek s menším zastoupením obilovin jsou obdobné (Zimolka 2005).

Zemědělci jsou limitováni trhem, který je nutí pěstovat převážně obiloviny, za které dostanou více peněz. To vede k riziku vzhledem k předplodině. Bylo prokázáno, že zařazení pšenice ozimé v osevním postupu dvakrát po sobě vede k poruchám růstu, sníženému výnosu a horší jakosti zrna.

Nepříznivé předplodiny snižují výnos přibližně o 10 %. Pšenice jako předplodina pro pšenici snižuje HTS (Sieling & Christen 2015).

4.2.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy je mechanické zlepšování půdních vlastností s cílem poskytnout rostlinám co nejlepší podmínky pro klíčení, zakořenění, potlačit plevel a zajistit optimální vlhkost půdy (Adel et al. 2002).

Na podzim, při tradičním způsobu přípravy půdy, podmítáme ihned po sklizni předplodiny, zhruba 3 týdny před setím ořeme (Kuchčík 2005).

Seťová orba následuje 2-3 týdny, lépe 4 týdny, po pícninách až 6 týdnů před setím na střední hloubku (18-22 cm). Hloubku je třeba nastavit dle předplodiny. Přírozené slehnutí půdy je dalším faktorem, který ovlivňuje hloubku dané operace, proto čím kratší doba následuje mezi orbou a setím, tím by měla být orba mělčí. V sušších podmínkách nebo v případě horší drobovitosti půdy je vhodné použít za pluhem drtič hrud nebo adaptér na úpravu brázd (Zimolka 2005).

Orbou docílíme vyššího množství uvolněných živin pro následující plodinu, ale zároveň dochází ke vzrůstání degradace organické půdní hmoty. Velká část uvolněných živin, které rostliny dobře přijímají, může být odnesena nebo vyplavena erozí (Elliott et al. 1987).

Seťové lůžko lze připravit dvěma způsoby. První, již překonaný, se skládá ze smykování a vláčení, nebo použití kombinovaného smyku s bránami. Po přírozeném slehnutí půdy se následně použijí válce a brány nebo kombinátory. Druhý způsob využívá moderní zemědělskou techniku s aktivním pohonem pracovních orgánů, kdy odpadá přírozené slehnutí půdy a seťové lůžko je vytvořeno kontinuální přípravou půdy (Horák & Škoda 2007).

V dnešní době máme v zemědělství ekonomickou krizi, kdy zemědělci jsou nuceni používat minimalizaci pracovních operací, kde se sníží potřeba lidské práce i energie. (Hrubý 2003).

Minimalizace půdy sice přináší snížení výrobních nákladů, ale ne vždy znamená dosažení vyššího výnosu. Tato operace vyžaduje vyšší vstupy dusíkatého hnojení, abychom dosáhli stejné efektivity jako u konvenčního systému zpracování půdy (Meyer-Aurich et al. 2009).

Poznatky z dlouholetých pokusů i zemědělské praxe ukazují, že obilniny obecně příznivě reagují na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. U ozimé pšenice jsou minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů velmi často využívány (Hůla & Procházková 2008).

4.2.3 Výsev

Termín setí může významně ovlivnit patogeny přežívající na rostlinných zbytcích. Význam správného zvolení a využití optimálního termínu setí ozimé pšenice lze zdůvodnit vytvářením podmínek pro dosažení vysokého výnosu a kvality zrna v daném ročníku při průměrných nákladech na vstupy (minerální hnojiva, pesticidy a morforegulátory). Správně zvolený termín setí umožňuje využití následujících efektů v rámci integrované ochrany rostlin v závislosti na zvolené strategii pěstební technologie:

- minimalizace výskytu virových chorob při pozdějším setí,
 - omezení výskytu houbových chorob, především komplexu chorob pat stébel (stéblolam) a kořenů (Rhizoctonia),
 - vytvoření optimálního počtu odnoží na rostlinách před zimou (2–4) při sníženém výsevu 2,5–3 MKS/ha,
 - nižší výsevek snižuje náklady na osivo, což následně vede k nižší spotřebě mořidel,
 - použití nižší dávky N při regeneračním hnojení,
 - snížení rizika utužení půdy, ke kterému dochází při pozdějších termínech setí ve vlhkých ročnicích (zvýšení retenční schopnosti půdy),
 - omezení jarní aplikace herbicidů a morforegulátorů na podporu odnožování,
 - dosažení vyššího výnosu nižšími nebo stejnými náklady
- významný předpoklad tzv. ekologické intenzifikace hospodaření (Křen et al. 2018).

Výše výsevku se stupňuje úměrně s opožďováním termínu setí, a to od průměrného 3,5 - 4,5 až do vysokého 5,5 – 6 MKS/ha (Zimolka 2005)

4.2.4 Výživa a hnojení

Při výnosu okolo 6 tun zrna pšenice a přibližně stejném výnosu slámy je odčerpáváno z půdy okolo 144 kg N, 30 kg P, 108 kg K, 24 kg Ca a 12 kg Mg (Vaněk et al. 2016).

Dusík

Jelikož potřebné množství dusíku je k ozimé pšenici aplikováno až na jaře (většina dusíku nebo i celá dávka), můžeme v průběhu jarní vegetace celkem dobře reagovat hnojením na utváření výnosových prvků. Pochopitelně je to za předpokladu, že celou dávku dusíkatých hnojiv nebudeme aplikovat velmi brzo na jaře a ponecháme si ještě nějaký prostor pro úpravu dílčích dávek (Černý et al. 2020).

Byly zjištěny genetické, agronomické a environmentální účinky při použití organických hnojiv. Aplikace organického dusíkatého hnojiva zvýšila výnos obilí a bílkovinné koncentrace, průměrné zvýšení ve srovnání s ošetřením a bez aplikovaného hnojiva bylo 12 %. Kromě toho bylo pozorováno významné zlepšení kvality lepku pro vyšší dostupnost dusíku (De Steffanis et al. 2012).

Podle časové aplikace lze hnojení ozimé pšenice dusíkem rozdělit na:

- Základní hnojení-aplikace nejpozději do období setí. Na většině stanovišť není vhodné dusíkem hnojit s ohledem na nízkou potřebu živin v zimním období a možným ztrátám živiny.
- Přihnojení během vegetace – hnojení na list. Zvolené dávky a období ovlivňují vytváření výnosotvorných prvků.
 - o Regenerační přihnojení – po přezimování brzy na jaře. Hnojíme ihned, jak rostliny začnou vegetovat, 20 kg až 60 kg LAV. Zabezpečíme si výnosovou jistotu vzhledem k příznivým vláhovým podmínkám v tomto období.

- Produkční hnojení – po odnožení na počátku sloupkování, kdy dochází k diferenciaci vegetačního vrcholu – zakládá se počet zrn v klasu. Dávky 20-60 kg N/ha se pohybují podle stavu porostu. Používáme LAV nebo DAM 390.
- Kvalitativní hnojení – pozdní přihnojení uskutečněné těsně před metáním nebo krátce po něm. Hnojením ovlivňujeme kvalitu zrn a HTS. Je možné aplikovat dávku 20 až 30 kg N v LV nebo LAV (Vaněk et al. 2016).

Experimenty ukazují, že vyšší dávka dusíkatého hnojiva aplikovaná při odnožování, byla méně účinná než vyšší dávka dusíku aplikovaná až v druhé polovině vegetace (Recous et al. 1999).

Ostatní živiny

Hnojení P, K a Mg vychází z jejich přístupných obsahů v půdách. Zásadou musí být udržení či vytvoření takového stavu, aby byl výnos zrna zajišťován především živinami z půdy a hnojením byli doplňovány z půdy odebrané živiny. Vhodným obdobím pro hnojení těmito živinami je podzim (Vaněk et al. 2016).

Hnojení sírou může zvýšit efektivitu využití dusíku. Rostlina získávala lépe dusík z půdy, současné hnojení N a S je tedy důležité pro snížení potenciálního znečištění životního prostředí dusičnany (Salvagiotti 2009).

4.2.5 Ochrana rostlin

Vzhledem k tomu, že obiloviny jsou hlavní plodinou, nelze zamezit jejich pěstování po sobě nebo na sousedních pozemcích. To vytváří ideální podmínky pro rozvoj mnoha druhů plevelů, celé řady chorob a přemnožení živočišných škůdců (Kazda et al. 2010).

Střídání plodin může být velmi efektivní při potlačení některých chorob a plevelů. Obecně střídání plodin není účinné proti vysoce mobilním škůdcům, jako je mšice nebo chorobám šířícím se větrem (Chauhan & Mahajan 2014).

Vlivem zúžení střídání plodin se zvyšuje výskyt zejména lipnicovitých plevelů, u obilnin jde především o pýr plazivý, chundelku metlici a oves hluchý (Feyerabend 1975).

4.3 Jarní ječmen

4.3.1 Historie pěstování

Ječmen spolu s pšenicí patří k nejstarším pěstovaným obilninám, počátky jeho pěstování sahají k začátkům zemědělství. Studie prokázaly jeho pěstování v 5 stol. př. n.l., ale je pravděpodobné, že se pěstoval mnohem dříve, v literatuře můžeme najít zmínky o ječmeni již v 7. stol. př. n. l. Ječmen pravděpodobně pochází z oblasti úrodného půlměsíce, která se nachází v Asii. Nevíme, zda se dřív pěstoval dvouřadý nebo víceřadý.

V Českých zemích je prokázáno pěstování 500 let př. n. l., díky archeologickým nálezům na Kutnohorsku nebo západní Moravě. V tomto období se ječmen pěstoval pro výrobu chleba. Na počátku pivovarnictví se používal slad pšeničný, se zvýšenou spotřebou piva v 17. stol. pšenici nahradil sladovnický ječmen. K rozmachu pěstování jarního ječmene přispěl, vedle pivovarnictví, také čtyřhonný osevní postup, kde se stal ječmen vhodnou předplodinou pro cukrovou řepu.

V 19. stol. se na Moravě pěstoval ječmen typu starohanáckého, v Čechách staročeského. Oba tyto typy byly původní dvouřadé ječmeny, s dlouhým, řídkým klasem. Staročeský a starohanácký ječmen v tomto období udával jakostní standard pro sladovny v celém Rakousko-Uhersku. Na konci tohoto století došlo k vytlačení těchto starých, domácích odrůd, odrůdami novými z ciziny. Emanuel Proskowetz došel k poznatku, že tyto cizí ječmeny, nemohou nahradit původní, proto začal šlechtit hanácké ječmeny. Výsledkem výběrového šlechtění byla odrůda Kvasický hanácký, která se později používala ke šlechtění v západní a severní Evropě. V roce 1875 byla vyšlechtěna Proskowetzem mladší odrůda Proskowet Haná pedigree (Zimolka 2006).

4.3.2 Požadavky na prostředí a pěstitelské plochy v ČR

Sladovnickému ječmeni vyhovují úrodné černozemě, degradované černozemě, hnědozemě. Vhodné jsou půdy středně těžké, hlinité až písčitohlinité, dobře provzdušněné

s přiměřeným obsahem vláhy a půdních živin. Optimální hodnota pH by měla být 6,0 až 7,1 (Faměra & Petr 2007).

Kvalitní sladovnický ječmen se pěstuje především v úrodných řepářských oblastech, v polohách do 250 m. n. m., sem spadají nejintenzivnější oblasti, jako je Polabí nebo Haná. Kvalitní ječmen můžeme vypěstovat i v kukuřičné oblasti a obilnářské oblasti. V obilnářské oblasti je menší jistota dosažení dobré jakosti zrna. Bramborářské oblasti nejsou příliš vhodné pro pěstování (Zimolka 2006)

V České republice je potřeba vypěstovat 550-580 tis. tun sladovnického ječmene, ze kterého se vyrobí 440-470 tis. tun sladu (Faměra & Petr 2007).

V roce 2021 bylo oseto 1 388 915 ha obilovinami, z toho 215 737 ha jarním ječmenem. Průměrný výnos ječmene byl 5,09 t/ha. (Český statistický úřad 2021).

4.3.3 Biologická charakteristika

Ječmen je jednoděložná rostlina, která je součástí čeledi lipnicovitých. Tvoří svazčité kořeny, které jsou ve srovnání s dvouděložnými rostlinami slabší a netloustnou. Kořínky jsou porostlé černými kořenovými vlásky, které se těsně spojí s půdními částicemi, jejich krátká životnost je úzce spjata s půdní vláhou. Důsledkem toho i kratší vodní deficit, nepříznivě ovlivňuje růstové a produkční pochody.

Stéblo je tvořeno 4-8 články, které oddělují kolénka, jeho výška je 80-130 cm. Stěny stébla jsou na vnější straně pokryty pokožkou, pod kterou je vrstva parenchymatického pletiva. Ve dvou kruzích jsou zde umístěny cévní svazky. Anatomickou stavbu můžeme mírně ovlivnit pomocí odrůdy, hnojení a vláhy. Odnože vyrůstají z podzemních uzlů a z uzlů těchto odnoží vyrůstají odnože dalšího řádu.

Listy jsou pravotočivé, umístěné nad sebou ve dvou řadách. V místě, kde pochva přechází v čepel, najdeme rovný blanitý jazýček. Ouška vybíhají po stranách a navzájem se překrývají. Proti ostatním obilovinám jsou listy zbarveny jasně zelenou.

Květenstvím je lichoklas, rozdělený na tři jednokvěté klásky, jejich plodnost je určena řadovostí ječmene. U většiny variet jsou plevy úzké, štetinovité, u některých jsou široké, vybíhající v osinku. Z venkovní strany chrání květenství vypouklá plucha,

z té vnitřní je to pluška. Většina forem jarního ječmene je osinatá, plucha vybíhá v dlouhou osinu, která bývá zubatá nebo hladká. Osiny podporují fotosyntézu a transpiraci, mohou ovlivnit výnos. V případě pluchatých ječmenů srůstá plucha a pluška s obilkou, u nahých ječmenů je obilka volně objímána.

Obaly, endosperm a zárodek tvoří obilku, ta je před nepříznivými vlivy chráněna pluchou a pluškou. Obal zrna je tvořen oplodím a osemení, pokrývá celý vnitřek obilky, tedy zárodek a endosperm. Zárodek je základ budoucí rostliny, který přiléhá k pluše. Endosperm vyplňuje hlavní podíl zra (Zimolka 2006).

4.3.4 Užitkové směry

Ječmen sladovnický – Na našem území se používá převážně jarní forma, dvouřadá nebo víceřadá. Na jakost je kladeno mnoho požadavků, které jsou určovány především podmínkami prostředí, hlavně agrotechnikou, ale vliv má také odrůda.

Ječmen krmný – Ozimé i jarní formy, víceřadá i dvouřadá. Vyznačuje se vysokým obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin a nižším obsahem beta glukanů.

Ječmen průmyslový – Využívá se k výrobě etanolu, škrobu, detergentů, farmaceutických a kosmetických přípravků.

Ječmen potravinářský – Žádoucí jsou především odrůdy s vyšším obsahem vlákniny a beta glukanů. Z potravinářského ječmene se vyrábí dietní potraviny, pečivo, těstoviny, müsli a různé pochutiny.

Ječmen pícninářský – Uplatňují se zde odrůdy méně odnožující, vhodné pro založení podsevů. Sklizené jsou celé rostliny v mléčně-voskové zralosti (GPS, senáž, sušení, granulování) (Petr & Húska 1997).

4.3.5 Ukazatel sladovnické jakosti

Pomocí ukazatele sladovnické jakosti hodnotíme kvalitu jednotlivých odrůd. Úroveň jednotlivých znaků je výsledkem interakce mezi genotypem a prostředím. Mezi jakostí odrůdy a jakostí jednotlivé partie existuje rozdíl. Jakost je hodnocena stupnicí 1-9 bodů. Sladovnické odrůdy dosahují od 4 do 9 bodů, nesladovnické odrůdy mají méně než 4 body (Černý et al. 2007).

Jedním ze sledovaných znaků je obsah dusíkatých látek v zrně, který je ovlivněn převážně agroekologickými podmínkami pěstování ječmene. Tento znak je významný pro všechny ostatní technologické znaky. Obsah dusíkatých látek má malou váhu, při celkovém hodnocení.

Extrakt v sušině sladu ukazuje úroveň modifikace škrobu. Má velký ekonomický dopad, kvůli kterému je zařazen do podobných systémů.

Naproti tomu relativní extrakt při 45 °C má svůj význam především ve střední Evropě. Tento znak ukazuje celkovou enzymatickou aktivitu, kromě amylázového komplexu.

Kolbachovo číslo charakterizuje úroveň modifikace dusíkatých látek a úzce souvisí s obsahem rozpustného dusíku ve sladu.

Aktivitu amylolytických enzymů ukazuje diastatická mohutnost. Dosažitelný stupeň prokvašení ukazuje celkovou kvalitu složení sladiny. Friabilita a obsah β -glukanů ve sladině charakterizují úroveň degradace buněčných stěn.

Vedle těchto ukazatelů sladovnické jakosti je hodnocena řada dalších znaků. V posledních letech je velká pozornost věnována optickým vlastnostem sladiny, která se hodnotí vizuálně jako čírost sladiny. Příčinou zákalu sladiny je pravděpodobně labilní stav bílkovin (Zimolka 2006).

4.4 Agrotechnika jarního ječmene

4.4.1 Zařazení do osevního postupu

Je prokázáno, že střídání plodin má pozitivní účinek na výnos jarního ječmene, přispívá k tomu úbytek plevelných rostlin (Mohammaddoust Chamanabad 2007).

Zhoršujícími předplodinami pro jarní ječmen jsou obiloviny, i přesto je po nich možné ho pěstovat v oblastech, kde dosahujeme trvale vysokých výnosů a v osevním postupu je dostatečně velké zastoupení plodin s regeneračním účinkem. Těmi jsou cukrovka, brambory nebo ozimá řepka. Tyto plodiny udržují a zlepšují půdní úrodnost, zvyšují obsah humusu, biologickou činnost, zlepšují půdní strukturu, jsou schopné částečně omezit plevele, choroby a škůdce. Zároveň není jarní ječmen vhodnou předplodinou pro ostatní obilniny.

V suchých oblastech se může stát, že i zlepšující plodiny mohou být pro sladovnický ječmen zhoršující, protože odeberou z půdy příliš mnoho vody. Následná plodina – jarní ječmen, trpí nedostatkem půdní vláhy, proto pomaleji vzchází. Důsledkem toho se výrazně snižuje výnos (Černý et al. 2007).

Vhodnost kukuřice jako předplodiny se liší v jednotlivých ročnících, má vliv na výnos i na sladovnickou jakost. Negativními vlivy jsou horší fyzikální stav půdy a větší množství posklizňových zbytků, které ovlivňuje založení porostu a vzcházení ječmene. Navíc mohou být zdroji infekce houbami rodu *Fusarium* (Zimolka 2006).

4.4.2 Zpracování půdy a její příprava

Při základním zpracování půdy můžeme volit orbu nebo minimalizační zpracování půdy. Obě technologie mají své výhody a nevýhody, v praxi se pozitivně hovoří o orbě. Doporučuje se podzimní srovnání brázd, díky kterému se urychlí následné jarní práce a šetří půdní vláhu. Celkově je orba pro sladovnický ječmen vhodnější, oproti

minimalizačnímu zpracování půdy zvyšuje v průměru výnos o 0,44 t/ha (Černý et al. 2007).

Současným odrudám nejlépe vyhovuje střední orba, hluboká 18-20 cm, kterou provedeme na podzim (Petr & Húska 1997).

Orba vede k většímu odnožování na začátku vegetace a většímu množství slámy než minimalizace. Ve srovnání je při orbě a konvenční přípravě půdy potřeba více energie, než v případě minimalizace (Elliott et al. 1997)

Základní požadavek pro klíčení a následné vzcházení obilky jarního ječmene je příprava seťového lůžka. Spodní část seťového lůžka by měla být utužená, tím zajistíme pravidelnou hloubku setí a dostatečný přísun půdní vláhy. Vrchní část půdy, která bude nad osivem musí být kyprá, aby umožnila vzcházení rostlinek. Na jaře, při přípravě půdy vytvoříme seťové lůžko v hloubce 3-5 cm, aby spodní vrstva byla o 1-2 cm hlubší než požadovaná hloubka uložení osiva.

Nesmíme zapomínat, že úkolem předseťové přípravy je vytvoření dobré struktury půdy po celou dobu vegetace. Každý předčasný nebo opožděný zásah, který poškodí strukturní stav půdy se nepříznivě projeví na výnosu a kvalitě sklizně. Zamazání osiva je u jarního ječmene častý problém, je nezbytné, aby půda při přípravě byla vyzrálá. Tím předejdeme výrazným ztrátám na výnose (Černý et al. 2007).

U jarních obilnin se doposud hojně používá pasivní nářadí, jako jsou například brány nebo smyky. Od klasického smykování se upouští, důvodem je poškozování půdní struktury, doporučuje se použití kombinátorů, jejichž součástí jsou urovnávací smykové desky. Na jaře se uplatňuje obecná zásada-čím méně zásahů do půdy a pojezdů po poli, tím lépe.

S přihlédnutím k vlhkosti a vyzrállosti půdy lze využít secí kombinaci. Přímé setí do nezpracované půdy se nedoporučuje, důvodem je horší vysychání půdy a následné opožděné setí (Zimolka 2006).

4.4.3 Setí a výsevek

Každý předčasný nebo opožděný zásah porušující strukturu zamazáním nebo proschnutím půdy se nepříznivě odráží na výnosu zrna i sladovnické kvalitě. Jarní ječmen je na zamazání osiva velmi citlivý, proto dbáme na vyzrállost půdy před setím (Zimolka 2006).

Termín setí má největší význam pro výnos a jakost jarního ječmene. Ovlivněny jsou jakostní ukazatelé jako je obsah bílkovin, snižuje se podíl předního zrna. Při pozdním setí je prokázán vyšší výskyt škůdců a chorob. Termíny setí pro danou výrobní oblast ukazuje tabulka číslo 2.

Tab. č. 2 – Termíny výsevu dle výrobních oblastí

| Výrobní oblast | Termín výsevu |
|-----------------------------|---------------|
| Kukuřičná výrobní oblast | okolo 20.3. |
| Řepařská výrobní oblast | okolo 25.3. |
| Obilnářská výrobní oblast | 30.3. - 4.4. |
| Bramborářská výrobní oblast | 4.4. – 9.4. |

Norma výsevu se určuje podle podmínek, předplodiny, době setí a odrůdy (Petr et al. 1997).

Výsevek určíme výpočtem potřebného množství klíčivých semen na hektar.

$$\text{Výsevek kg/ha} = \frac{\text{MKS} * \text{HTS} (g) * 10000}{\text{čistota} (\%) * \text{klíčivost} (\%)}$$

Při stanovení výsevku je vždy třeba uvážit místní podmínky s důrazem na sušší lokality. Při špatném fyzikálním stavu půdy, vyším množstvím nezpracovaných posklizňových zbytků nebo při pozdějším termínu setí je doporučeno zvednout výsevek o 10–15 %. Extrémní zvedání výsevku nemá smysl, protože rostliny v hustějších porostech vytvářejí menší počet odnoží. K setí využíváme výhradně kvalitní, uznané osivo, u kterého bychom měli provést zkoušku deklarované klíčivosti. Množství MKS (milion klíčivých semen na hektar) se liší podle výrobní oblasti (Tab. č.3) (Zimolka 2006).

Tabulka č. 3 – Výsevek dl výrobní oblasti

| | |
|----------------|-----------|
| Výrobní oblast | MKS/ha |
| Kukuřičná | 4,5 |
| Řepařská | 4,0 |
| Obilnářská | 4,0 – 4,5 |
| Bramborářská | 4,5 |

V reakci na změnu klimatu je nutné inovovat pěstební technologii, například výsevem jarního ječmene už na podzim. Pokusy ukázaly na vyšší produktivitu klasu, vyšší hustotu a vyšší HTS u těchto porostů. Potenciál na podzim zasetého jarního sladovnického ječmene lze v příznivých pěstitelských podmínkách odhadnout na úrovni 8 t/ha, možná i výše (Křováček 2009).

4.4.4 Hnojení

Jarní ječmen má oproti ostatním obilovinám horší osvojovací schopnost a špatně snáší kyselější půdy. Tabulka č. 4 ukazuje kolik je zapotřebí živin k vytvoření jedné tuny výnosu.

Tab. č. 4 – Potřeba živin (kg) k vytvoření 1 t výnosu

| N | P | K | Ca | Mg |
|----|-----|----|----|-----|
| 22 | 4,8 | 18 | 6 | 1,8 |

Převážnou část živin přijímá v období asi šesti týdnů, příjem dusíku u jarního ječmene vrcholí těsně po metání, rostlina tento dusík využívá na tvorbu zrna.

U sladovnického ječmene je pozdější příjem dusíku už nežádoucí, je zde nebezpečí zvýšeného obsahu N-látek v zrně (Vaněk et al. 2016).

Hnojení N

Hnojení dusíkem je jedním z nejdůležitějších opatření pro vysoký výnos jarního ječmene. Počítáme-li s výnosem zrna okolo 5 t/ha, to znamená 100-125 kg pohotového dusíku na hektar.

Do konce sloupkování činí odběr dusíku 80-85 % celkové dávky, nejvyšší odběr je v době odnožování, proto je doporučeno rozdělit celkovou dávku do dvou aplikací.

1. před setím nebo pod patu – 70-80 % N
2. ve fázi dvou listů až počátku odnožování 20-30 % N (do 25 kg/ha dusíku)

V případě špatného výživového stavu můžeme přihnojit jarní ječmen i koncem odnožování nebo počátkem sloupkování. Pro tuto aplikaci je nejvhodnější kapalné hnojivo, v dávce do 10 kg N/ha. Lze například použít vodou ředěné hnojivo DAM 390 nebo roztoky močoviny.

Vhodnými hnojivy jsou Ledek amonný s vápencem, DAM 390, kombinovaná hnojiva s fosforem jako je například Amofos, roztoky močoviny na přihnojení. Močovina není doporučována k základnímu hnojení jarního ječmene (Černý et al. 2007)

Hnojení fosforem, draslíkem, a hořčíkem

Pro vysoký výnos i dostatečnou kvalitu zrna je potřeba dodat dostatek fosforu a draslíku. Rozhodující jsou pohotovité živiny, proto je vhodné tyto živiny aplikovat již na podzim, nejlépe před orbou. Z fosforečných hnojiv jsou vhodné hnojiva s vodorozpustným fosforem, jako superfosfáty, případně Amofos. Z draselných hnojiv to jsou draselné soli, které obsahují chlór, který ječmen také potřebuje ke svému růstu.

Hnojení vícesložkovými hnojivy, jako je NPK, se osvědčilo na půdách s nižším obsahem živin (Vaněk et al. 2016).

4.4.5 Ochrana rostlin

Ochrana proti plevelům

V porostech jarního ječmene se vyskytuje řada ozimých plevelů, jako jsou violky, hluchavky, heřmánkovité plevele, brukvovité plevele, svízel přítula, ptačinec prostřední a další. Z časně jarních plevelů zde můžeme najít například oves hluchý, opletku obecnou nebo hořčici polní. V mezerovitých nebo prořídlech porostech můžeme výjimečně najít ježatku kuří nohu nebo béry. Velmi dobře se v porostech jarního ječmene prosazuje pýr plazivý a pcháč rolní.

Hubení plevelů v porostech jarních obilovin je snadnější než u ozimů, díky jejich rychlému nárůstu biomasy a tím vyšší konkurenceschopnosti. Navíc aplikace herbicidů je u nich snadnější, protože není problém s nízkými teplotami (Jursík et al. 2018)

Ochrana proti chorobám

Pro nově zaseté porosty jarního ječmene jsou nebezpečné hlavně virové choroby, proto bychom měli volit pozemky, které nesousedí s ozimým ječmenem, který by byl zdrojem infekce. Dalším opatřením je monitoring přenašečů a včasný insekticidní zásah proti nim.

Kořenové a krčkové choroby nejsou pro jařiny velkou hrozbou, v době odnožování jsou porosty napadeny jen zřídka. Fungicidní ochrana je nezbytná jen u pozemků, kde se toto onemocnění vyskytlo ve velké míře, předplodinou byla obilnina a na pozemku je větší množství posklizňových zbytků.

Moderní odrůdy bývají odolné proti padlí. U některých porostů, kde se vyskytuje, se někdy ochrana provádí, dle potřeby. Taková situace nastává, kdy je v porostu napadeno více než 20 % rostlin a povětrnostní podmínky jsou vhodné k šíření houbových chorob.

Původci listových skvrnitostí mohou způsobit významné ztráty. U jarního ječmene je velmi významné napadení klasů houbami rodu *Fusarium* (Kazda et al. 2010).

Ochrana proti živočišným škůdcům

Nebezpečím pro jarní ječmen, jak už bylo řečeno, jsou přenašeči viróz – kyjatka osenní, kyjatka travní, mšice střemchová, dospělci kříška polního. Ochranou před nimi je včasné setí, díky kterému jsou porosty při náletu přenašečů dostatečně vzrostlé.

První generace bzunky ječné poškozují srdéčko a způsobuje žloutnutí středního lístku, podzemní části poškozují již brzy po zasetí larvy tiplic a muchnic a později i drátovci.

Od května na porostech obilovin můžeme najít kohoutka černého a kohoutka modrého. Dospělci a larvy vyžírají vrstvy buněk mezi žilkami listů až na epidermis, následně vznikají proužkovitá okénka. Ochrana se provádí pouze proti larvám. Větší výskyt těchto škůdců je za teplého a suchého počasí (Kazda et al. 2010).

4.5 Listová hnojiva

Listové přípravky jsou aplikované v kapalně formě, proto se je snažíme kombinovat s dalšími postřiky. Tím snížíme náklady na aplikaci. Čím je porost slabší, prostředí méně produktivní, stresy výraznější, tím jsou listové aplikace efektivnější (Vašák et al. 2017).

Příjem a využití živin jsou ovlivněny řadou faktorů. Rostlinné druhy se liší tvarem listů, množstvím nadzemní biomasy. Na rostlinách s většími listy a celkově větší listovou plochou se zachytí více aplikovaného roztoku. Nejvýznamnější faktor ovlivňující účinnost listové výživy je výživný stav rostliny (Vaněk et al. 2016).

Mimokořenová výživa nemůže plně nahradit výživu kořenovou, je nutné ji chápat jako speciální opatření používané při:

- nepříznivých podmínkách pro kořenový příjem živin
- nepříznivých půdních podmínkách jako je nedostatek vláhy, nevhodné pH, silná sorpce apod.;
- poškození kořenů a pro překonání kritických období růstu, regenerace porostů poškozených abiotickým nebo biotickým stresem;
- doplněk výživy hlavně u širokolistých rostlin a u speciálních kultur, především při řešení výživy mikroelementy, kdy je při aplikaci postřikem zajištěno přesnější dávkování a rovnoměrnější aplikace;
- opatření pro zlepšení obsahu žádoucích prvků a látek v rostlinách, např. k dodání dusíku v pozdních fázích vegetace ke zvýšení kvality sklizené produkce (např. pekařské jakosti zrna potravinářské pšenice);
- odstranění deficitu některé živiny při projevech nedostatku
- větší využití výnosového potenciálu a omezení negativního vlivu stresových faktorů (Vaněk et al. 2016).

Aplikace listových hnojiv vede k významnému zvýšení dusíku až o 10 % a fosforu až o 4,7 % v zrně při sklizni (Harder et al. 1982).

4.5.1 Příjem listového hnojiva rostlinou

Lipofilní kutikula je uložena jako dvojrozměrná polymerní membrána na povrchu všech primárních nadzemních orgánů rostlin. Její hlavní funkcí je ochrana rostlin proti ztrátám vody, zároveň omezuje únik metabolitů z vnitřních pletiv a omezuje vstup znečišťujících látek z prostředí. Rostlinná kutikula ale zároveň představuje hlavní překážku pro látky, které jsou aplikovány na povrch listu, ať už se jedná o hnojiva nebo prostředky na ochranu rostlin (Trčková 2009).

Průnik látek do listu je pasivním procesem, který je řízen koncentračním gradientem. V současné době se předpokládá, že látky aplikované na list mohou prostupovat kutikulou dvěma rozdílnými cestami, v závislosti na své chemické podstatě, tedy buď lipofilní nebo polární cestou (Eichert & Goldbach 2008).

Hnojiva se vyrábí z fosilních hnojiv, je potřeba hledat inovace. Jednou z inovací mohou být listová hnojiva. Bylo zjištěno, že důležitým aspektem příjmu listem je stáří listu a pH postřikové jíchy. Aplikace přes list je vhodná především pro anionty, které jsou volně pohyblivé (Kannan 2010).

4.5.2 Použití listových hnojiv

Analýza výživového stavu rostlin nám ukáže nedostatky ve výživě, na které lze reagovat použitím listových hnojiv. Listová výživa rostlin vychází ze zákona minima, spolu s dusíkem dodáváme prvek, který se rostlině nedostává. Mímokořenová výživa slouží k nastartování rostliny při aktuálním nedostatku živin v půdě. Při aplikaci listových hnojiv by měli být rostliny dostatečně vzrostlé, aby hnojivo zasáhlo co největší plochu a tím byla aplikace co nejúčinnější (Černý et al. 2007).

Všechna hnojiva uváděná na trh v ČR podléhají registračnímu řízení, které zajišťuje Oddělení agrochemie, půdy a výživy rostlin ÚKZÚZ v Brně. Základní informace o hnojivech (obsah živin, způsob použití, požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, způsob likvidace) jsou povinně uvedeny na příslušné etiketě a lze je nalézt v databázi Registru hnojiv (Trčková 2009).

4.5.3 Aplikace listových hnojiv

Pro listovou výživu obilnin se používají shodné postřikovače jako pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin. To znamená, že jsou podle podmínek stanoviště a možností podniku používány všechny typy postřikovačů-nesené, návěsné i samojízdné (Trčková 2009).

Při mimokořenové výživě je třeba volit náležité množství roztoku k postřiku. Dávky použitého roztoku by neměly klesnout pod 200 l/ha (Škarpa et al. 2015).

Použitím vhodného smáčedla při aplikaci snížíme povrchové napětí a tím výrazně urychlíme poločas průniku hnojiva (Schönherr 2001).

Do budoucna by bylo užitečné vyvinout odrůdy, které by reagovaly lépe na listová hnojiva. Příjem a využití hnojiv by byl rychlejší (Kannon 2010).

4.5.4 Dusík ve výživě rostlin

Dusík je přijímán rostlinami ve formě kationtu amonného (NH_4^+), nebo aniontu nitratového (NO_3^-). O příjmu těchto iontů rozhodují hlavně vnější podmínky, ale také sama rostlina. V oblastech s kyselějším pH převládá příjem NO_3^- , naopak v neutrální až alkalické oblasti je to NH_4^+ .

Dusík je také významnou součástí chlorofylu. Poruchy příjmu dusíku se projevují narušením metabolismu, omezením růstu, snížením výnosu a zhoršením kvality produkce (Vaněk et al. 2016).

Množství dusíku akumulovaného v různých částech rostlin je rozdílné v různých stádiích vývoje a u různých druhů rostlin. Většina NO_3^- , která je transportována do listů, je rychle asimilována za vzniku organických sloučenin, ale NO_3^- se hromadí v jiných částech rostlin, jako jsou kořeny nebo listy. Tento dusík může být použit k syntéze proteinu v listu, nebo může být transportován přímo do jiných částí rostlin a následnou syntézu proteinu. Většina dusíku je uložena ve formě bílkovin ve vegetativních i reprodukčních tkáních. Protein může být hromaděn ve vegetativních tkáních jak u píceň, tak u obilovin. Ale v obilných

plodinách je velká část bílkovin ve vegetativních tkáních nakonec hydrolyzována na aminokyseliny a transportována do vyvíjejících se semen (Schradler 1984).

4.5.4.1 Projevy nedostatku dusíku

Při nedostatku dusíku na začátku vegetace dochází k omezení tvorby stavebních i funkčních bílkovin, následkem toho je negativně ovlivněn růst základních orgánů – kořenů, stébel, listů. Rostliny jsou slabší a nižší, porosty bývají nevyrovnané a světlé. V důsledku hydrolýzy proteinů dochází u starších listů ke změně barvy od světle zelené až do žluté. Vzniklé aminokyseliny jsou transportované do mladších listů. Při silném nedostatku může dojít k odumření a následnému opadu starších listů.

Problematické je nerovnoměrné rozmetání dusíkatých hnojiv nebo zapravení posklizňových zbytků, u kterých se následně projeví nevyrovnanost porostu. Nedostatečná výživa dusíkem se projevuje klamným dojmem rychlého dozrávání (Zimolka 2006).

Rostliny se mohou přizpůsobit nedostatku živiny změnou morfologie kořenů. Dusík je nejdůležitější živinou pro růst rostlin, při jeho nedostatku rostliny reagují prodlužováním kořenů a tím si zajistí přístup k většímu půdnímu prostoru a zdroji dusíku. Je prokázáno, že při nízkém stavu dusíku se zvyšuje transport auxinu z výhonku do kořene.

4.5.5 Fosfor ve výživě rostlin

U některých zemědělských systému je fosfor jednou z nejméně omezujících minerálních živin v rostlinné výrobě. Nejúčinnější řešení je hnojení fosforečnými hnojivy, které by mělo být doprovázeno dalšími opatřeními. Použití geneticky vylepšených rostlin s vylepšenou účinností získávání fosforu může představovat udržitelné řešení pro zvýšení výnosů v těchto systémech (Ramaekers 2010).

Dusíkatá hnojiva výrazně ovlivňují příjem fosforu rostlinou. Dusík podporuje růst kořenu, tím rostlina zvyšuje schopnost získání fosforu z půdy. Dalším účinkem je podpora růstu rostlinných vrcholů a současné zvýšení absorpce fosforu. Pro příjem fosforu je lepší amonná forma dusíku než dusičnanová (Grunes 1959).

Fosforečná hnojiva často aplikujeme v kombinaci s draselným hnojivem. Při výběru hnojiva bychom měli preferovat to, které obsahuje vodorozpustnou formu fosforu. Pro základní hnojení volíme tuhá hnojiva, pro přihnojování v průběhu vegetace hnojiva kapalná. Z hnojiv můžeme využít superfosfát, jednoduchý nebo trojitý (Zimolka 2005).

Aplikace fosforečných hnojiv může mít i negativní dopady. Například dodávání těžkých kovů do půdy. Hnojiva obsahují malé množství této nečistoty. Jedná se především o chrom, kadmium, měď a olovo. Mleté fosfáty obsahují hlavně kadmium, v superfosfátu jde hlavně o měď a olovo (López et al. 1997).

4.5.5.1 Projevy nedostatku fosforu

Nedostatek fosforu se u rostlin projevuje zřídka. Obvykle jde o latentní nedostatek živiny – na rostlinách nejsou viditelné žádné příznaky, ale obsah je nízký a všechny biochemické děje na potřebné úrovni. Kritické období pro příjem fosforu nastává na začátku vegetace, zvláště za chladného nebo suchého počasí, kdy je příjem této živiny obtížnější. Závažný nedostatek se už většinou nedá plně nahradit.

Při dlouhotrvajícím výrazném nedostatku fosforu, můžeme pozorovat vnější příznaky. Typický je nižší vzrůst rostliny, užší listy, menší a vzpřímené, navíc je omezena tvorba kořenů. Listy a paty stébel mají špinavě zelenou barvu, ta následně přechází v červené až fialové zbarvení (Vaněk et al. 2016).

U pšenice nebývá nedostatek fosforu často viditelný, ale na kyselých půdách a na půdách, kde dojde k zablokování příjmu fosforu, se listy pšenice zbarvují modrozeleně. Obvykle v průběhu vegetace zbarvení zmizí (Bittner 2009).

Nedostatek fosforu často vede k omezení odnožování, tím pádem k menšímu počtu klasů na jednotku ploch (Rodríguez 1999).

4.5.6 Draslík ve výživě rostlin

Draslík ovlivňuje transport dusíku v rostlině. Nedostatek draslíku snižuje kvalitu bílkovin a schopnost jejich ukládání v zrně pšenice. Význam draslíku je důležitý zvláště v sušších ročnících, kdy obecně na půdách s přijatelným draslíkem plodiny lépe překonávají případné přísušky (Inglett 1974).

Při nedostatku draslíku, v důsledku fyzikálních a metabolických změn, dochází k častému napadení houbovými chorobami (Amtmann 2008).

Příjem draslíku rostlinou probíhá ve formě kationtu K^+ , aktivně i pasivně. Při vysokých koncentracích draslíku v půdním roztoku, dochází k jeho nadměrnému odběru. Následně dochází k jeho hromadění v rostlinných pletivech a vede k omezení příjmu ostatních kationtů (Vaněk et al. 2016).

Při stanovení dávky draselného hnojiva vycházíme z obsahu draslíku v půdě (tab. 1), kde musíme respektovat mimo jiné i půdní druh a zohlednit případnou zaorávku posklizňových zbytků (Zimolka 2005).

Tabulka č. 5 – Hodnocení obsahu přístupného K dle Mehlicha III

| Obsah | Půda | | |
|--------------|-----------------|-----------|-----------|
| | lehká | střední | těžká |
| | Draslík (mg/kg) | | |
| Nízký | do 100 | do 105 | do 170 |
| Vyhovující | 101 - 160 | 106 - 170 | 171 - 260 |
| Dobrý | 161 - 275 | 171 - 310 | 261 - 350 |
| Vysoký | 276 - 380 | 311 - 420 | 351 - 510 |
| Velmi Vysoký | nad 380 | nad 420 | nad 510 |
| | | | |
| | | | |

4.5.6.1 Projevy nedostatku draslíku

Při chladném a vlhkém počasí v jarním období, dochází u obilovin k nedostatku draslíku, při vydatném dešti navíc dochází k vymývání živiny z listů (Vaněk et al. 2016).

Za nepříznivých podmínek pro příjem draslíku, jako je sucho, se nedostatek projeví i na stanovištích s jeho dostatkem. Při nedostatku se omezí tvorba bílkovin, cukrů a škrobu. V rostlinách se začínají hromadit nízkomolekulární organické látky – aminokyseliny, amidy, jednoduché cukry. Některé listy v této fázi vykazují světle žlutou chlorózu přes celý povrch apikální části listu.

Závažnější nedostatek draslíku způsobuje postupné zasychání okrajů starších listů, tvorbu chlorotických skvrn spojujících se v proužky. Také se snižuje pružnost stébla, odolnost proti suchu, nízkým teplotám a dalším stresorům (Zimolka 2006).

4.5.7 Vápník ve výživě rostlin

Vápník rostliny přijímají ve formě kationtu Ca^{2+} , příjem je pasivní, kořenovými špičkami. Pohyblivost v rostlině je omezená, probíhá převážně transpiračním proudem. V zásobních orgánech se usazuje velmi málo vápníku, hromadí se ve starších buňkách a pletivech. Reutilizace vápníku nebyla prokázána, mladá pletiva musí být zásobena z půdy nebo živného roztoku.

Vápník pozitivně ovlivňuje příjem dalších iontů, proto je nezbytný pro vyváženou výživu rostlin. Jeho příjem je ovlivněn vnějším prostředím, příjem se zvyšuje za nižší vlhkosti, teplota nemá na příjem vliv.

Nesmíme zapomínat, že vápník příznivě působí na vlastnosti půdy, pokud se o něm budeme bavit jako o živině, nižší potřebu mají jednoděložné rostliny než dvouděložné. Obiloviny odčerpají okolo 20 kilogramů na hektar, za rok.

Vápník má v rostlinách dvě základní funkce – stavební a signální. Stavební funkce se uplatňuje u stabilizace buněčných stěn a membrán. Dostatečné zásobení živinou v pletivech zvyšuje jejich odolnost k nepříznivým vlivům, nízkým teplotám a zvyšuje odolnost proti chorobám a škůdcům (Vaněk et al. 2016).

4.5.7.1 Projevy nedostatku vápníku

Prvním projevem nedostatku vápníku je omezení růstu kořenů, které zakrní. Následně se mohou projevovat chlorózy a deformace listů. Také se snižuje fertilita pylu. Důležitým nepřímým projevem je nepříznivé ovlivnění půdních vlastností (Zimolka 2006).

4.5.8 Hořčík ve výživě rostlin

Při nedostatku hořčíku se u rostlin projevuje zpomalení tvorby kořenů již v počátečních fázích vývoje rostlin. Také je inhibován transport látek floémem, z listů ke kořenům. Nedostatečný obsah cukrů ve floému pak může způsobovat problémy s přezimováním, neboť obsah cukrů slouží jako obrana před nízkými teplotami.

V jarním období jsou pak tyto mobilní rezervy rostlinami rychle využívány k regeneraci po zimě jak kořenů, tak nadzemní biomasy. Další význam hořčíku je jeho vliv na fotosyntézu. Hořčík také působí na využití dusíku rostlinami (Černý et al 2014).

4.5.8.1 Projevy nedostatku hořčíku

Nedostatek hořčíku se projevuje narušením fotosyntézy, proteosyntézy a dalších metabolických procesů. Rostlina při omezeném množství hořčíku aktivuje rezervy, ze kterých čerpá a až při výraznějším nedostatku se projeví vizuální příznaky. Typické jsou světlejší místa na listech. Při velkém deficitu následuje až nekróza (Zimolka 2006).

4.5.9 Síra ve výživě rostlin

Vyšší rostliny přijímají síru jako aniont ve formě oxidu siřičitého. Je zjištěno, že rostliny obsahují až 65 % síry ve formě síranů. Například na rozdíl od fosforu, je transport síry z nadzemních částí do kořenů velmi omezený. Jinak je síra v rostlinách poměrně dobře pohyblivá, je transportována hlavně do mladých listů a meristémů. V rostlině se hromadí ve formě síranu, který je zásobní látka. Podle potřeby rostliny síran redukuje a zabudovávají do organických sloučenin (Vaněk et al. 2016).

Síra je důležitá již od počátku růstu ozimé pšenice. Celková potřeba síry je od 15 až do 30 kg živiny na hektar. S ohledem na pokles spadů síry (nyní většinou do 10 kg/ha za rok) je tedy nezbytné hnojení sírou k ozimé pšenici zahrnout do systému hnojení. Pro rozhodování o hnojení sírou v podzimním období bychom měli vycházet z rozborů půdy na obsah vodorozpustných forem (síran). Hnojení sírou je v tomto období vhodné při obsahu v půdě do 10 ppm, nutné při obsahu do 5 ppm. Na rozdíl od výše uvedených živin však není možné podzimní aplikací S zajistit výživu pro celé období růstu ozimé pšenice (Černý et al. 2014).

4.5.9.1 Projevy nedostatku síry

Při nedostatečné výživě rostlin sírou dochází nejprve k omezení syntézy bílkovin a výrazně se snižuje aktivita nitrátoreduktázy. Z toho důvodu dochází k omezenému převádění nitrátů na amoniak a dochází k omezení tvorby organických látek obsahujících dusík a hromadění nitrátů v pletivech rostlin. Výrazně klesá produkce cukrů, škrobů apod., což má za následek snížení výnosu a kvality produkce (Vaněk et al. 2016).

4.5.10 Mikroprvky ve výživě rostlin

Nedostatek mikroživin je typický pro půdy s vysokým pH, nízkou hodnotou organické hmoty, zasolené, nacházející se v suchých oblastech. Nedostatek mikroživin u rostlin způsobuje nižší výnos, zhoršenou kvalitu produkce, špatný vývin rostlin, nebezpečí napadnutí chorobami a škůdci a nižší účinnost hnojení ostatními živinami. Výzkum ukázal, že v současnosti je nejproblematictější deficit zinku. Dalšími mikroprvky jsou železo, bór, mangan, měď, molybden, chlór a nikl. Na vápenatých půdách tyto prvky mohou zvýšit výnos o 15 % až 30 % (Malakouti 2008).

4.5.10.1 Projevy nedostatku některých mikroprvků

Nedostatek manganu se projevuje u nejmladších listů malými žlutými tečkami. V důsledku redukce buněčného napětí se listy stáčí do středu. Při dozrávání se omezuje tvorba bílkovin.

Při nedostatku mědi jsou příznaky viditelné již při odnožování, listy jsou úzké, stácejí se a postupně zasychají. V případě deficitu až v pozdější fázi dochází ke zkrácení internodií a klas je kratší.

Následkem nedostatku bóru je zasažen meristém, odumírá růstový vrchol a dochází k intenzivnímu růstu odnoží, které brzo odumírají. Na horních listech se projevuje chloróza, klas je zakrslý, vyskytují se problémy v kvetení a následně hrozí sterilita pylu (Zimolka 2005).

5 Metodika

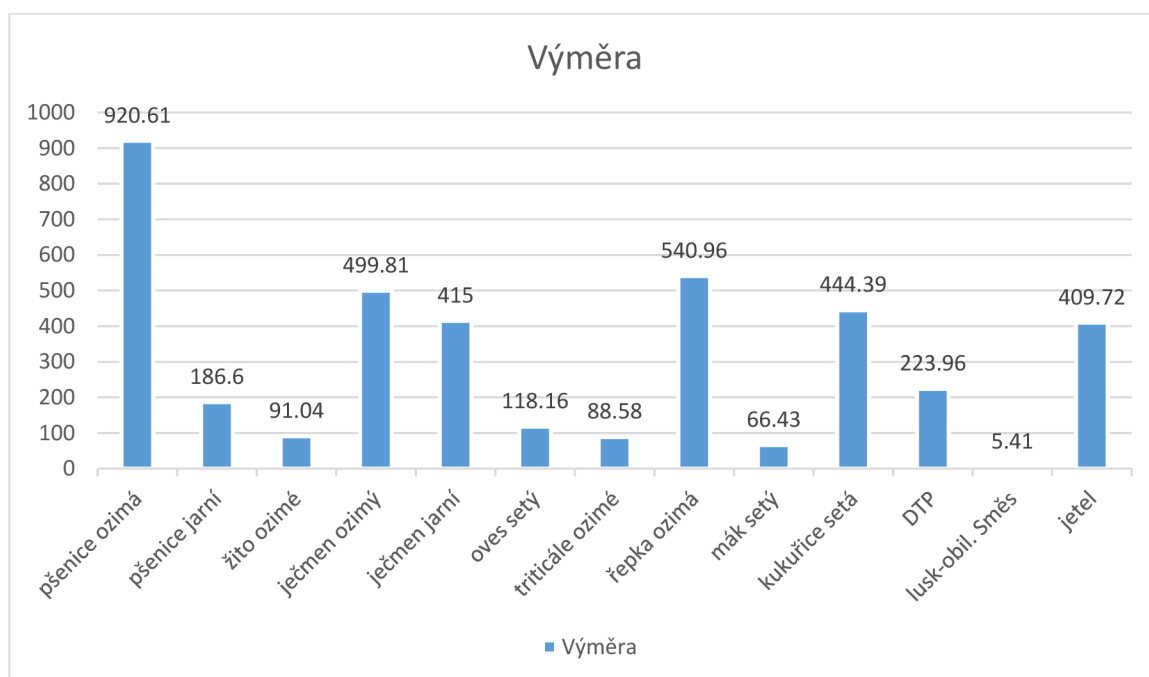
5.1 Obecná charakteristika

5.1.1 Lokalita pokusu

Pro svůj pokus jsem zvolila pozemky DZV Nova, a.s., která je součástí ZZN Pelhřimov. Společnost působí na Benešovsku, v bramborářské výrobní oblasti. Svou výměrou patří k větším podnikům, hospodaří na 4 902 ha zemědělské půdy, z toho je 645 ha luk. Rostlinná výroba je rozdělena na tři střediska – Bystřice, Ouběnice a Petroupim (tab. č. 6). Věnuje se převážně pěstování obilovin a řepky, ale také kukuřice, máku a píce (graf č.1). Pokus byl proveden v Bystřici, kde se nacházejí nejúrodnější půdy z podniku.

Kromě rostlinné výroby provozuje společnost také živočišnou výrobu a bioplynovou stanici. Živočišná výroba se specializuje na chov skotu – 640 kusů dojnic s produkcí mléka a výkrm býků. Bioplynová stanice o výkonu 1MW vyrábí elektřinu a teplo.

Graf č. 1 – Struktura rostlinné výroby



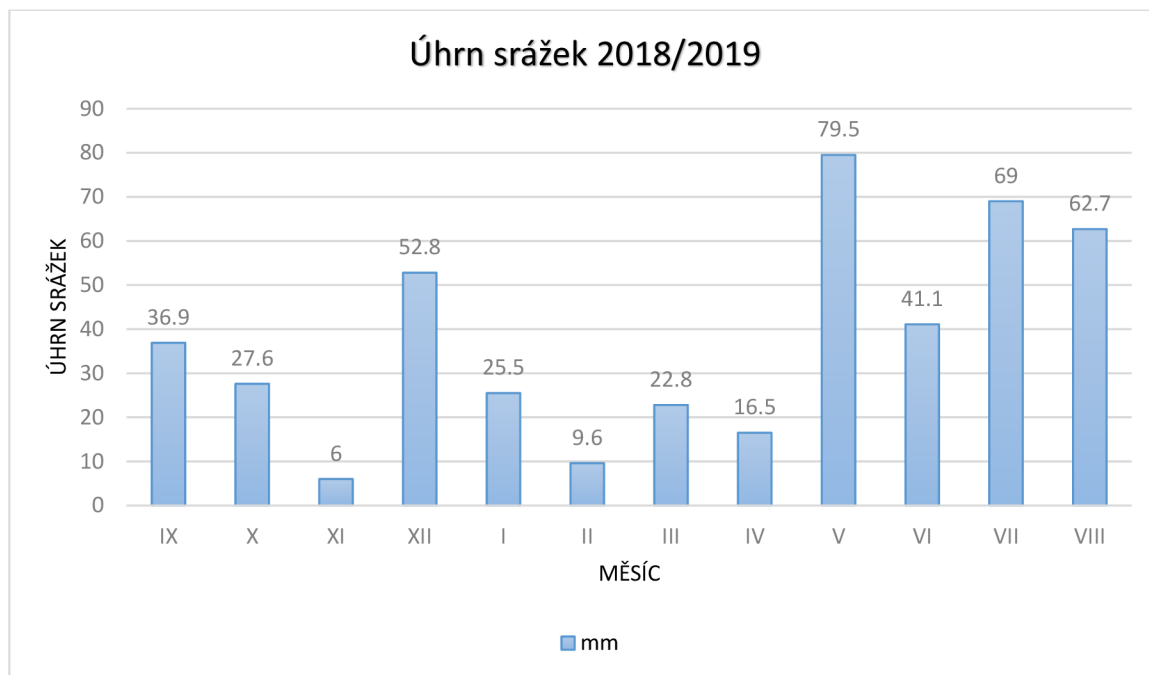
Tabulka č.6 – Sumář plodin dle středisek

| Plodina | Bystřice (ha) | Ouběnice (ha) | Petroupim (ha) |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| pšenice ozimá | 484,82 | 294,27 | 141,52 |
| pšenice jarní | | 96,46 | 90,14 |
| žito ozimé | | 91,04 | |
| ječmen ozimý | 237,86 | 147,64 | 114,31 |
| ječmen jarní | 220,96 | 55,18 | 138,86 |
| oves setý | | 118,16 | |
| triticale ozimé | | 88,58 | |
| řepka ozimá | 246,56 | 162,20 | 378,76 |
| mák setý | | 66,43 | |
| kukuřice setá | 209,36 | 148,46 | 86,57 |
| dočasný travní porost | 111,2 | 50,85 | 61,91 |
| luskovinoobilná směska | 5,41 | | |
| jetel | 237,41 | 169,54 | 2,77 |
| celkem R | 1 753,57 | 1 488,81 | 1 014,84 |

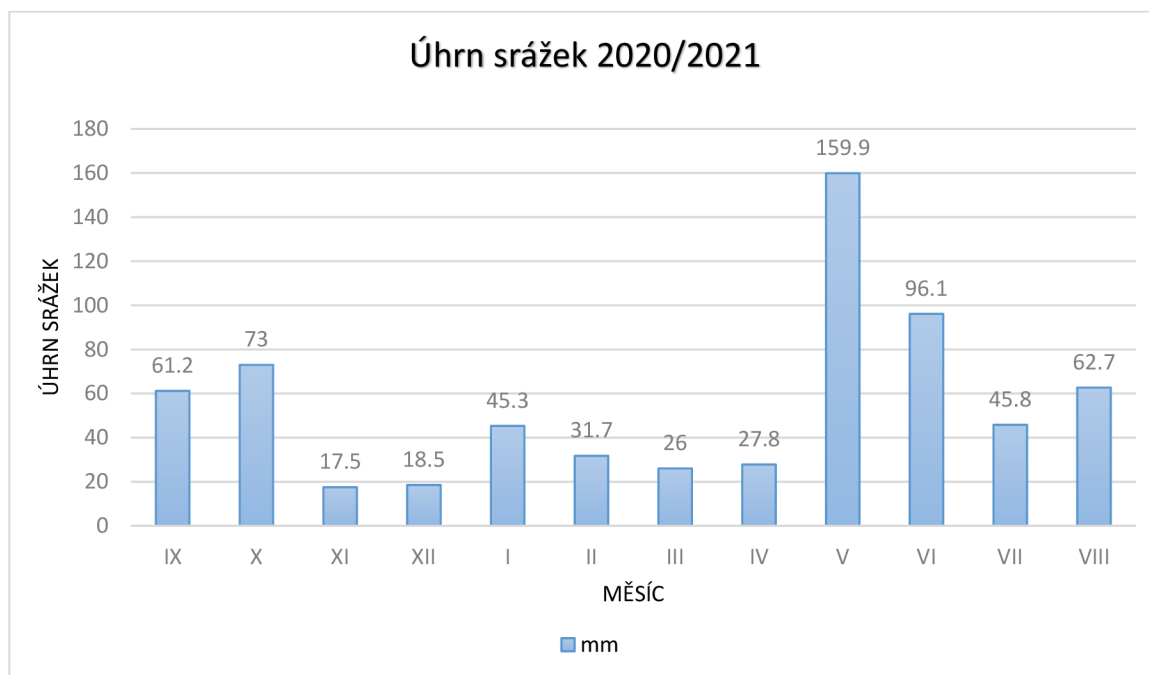
5.1.2 Průběh vegetačního období 2018/2019 a 2020/2021

Dané hony se nachází v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7–8 °C, průměrný roční úhrn srážek je 550–650 mm. Hospodářský rok 2019 byl odlišný, byl velmi teplý a suchý (graf č.2). Roční úhrn srážek činil 450,1 mm. Oproti tomu hospodářský rok 2021 (graf č. 3) byl na srážky vydatný, roční úhrn srážek byl 665,5 mm.

Graf č.2 – Roční úhrn srážek 2018/2019



Graf č. 3 – Roční úhrn srážek



5.1.3 Založení pokusu

Pokus byl založen na podzim 2018, byly vytyčeny 3 varianty pokusu, kontrolní varianta a 2 pokusné varianty (tab. č. 7), o velikosti 0,42 ha. Aplikace listových hnojiv proběhla 3.5.2019. Dodané živiny, aplikované pomocí listových hnojiv, jsou uvedeny v tabulce 10.

Na podzim roku 2020 byl založen druhý pokus za stejných podmínek. Listová hnojiva byla aplikována ve stejné růstové fázi, aplikace proběhla 8.5.2021.

V hospodářském roce 2021 byl také založen pokus v jarním ječmeni, dávky listových hnojiv byly totožné, výměra kontroly a variant také.

Tabulka č. 7 – Pokusné varianty

| | Folit P 500 SL (l) | Folit K 400 SL (l) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Kontrolní varianta | 0 | 0 |
| 1. Varianta | 2 | 2 |
| 2. Varianta | 4 | 4 |

Folit P 500 SL obsahuje 500 g/l P₂O₅ a 70 g/l N.

Folit K 500 SL obsahuje 400 g/l K₂O a 44 g/l N.

Jeden litr Folitu P 500 SL obsahuje 218,34 g fosforu.

Jeden litr Folitu K 400 SL obsahuje 333,33 g draslíku.

Tabulka č. 8 – Dávky čistých hnojiv

| | P (g) | K (g) |
|---------------------------|--------------|--------------|
| Kontrolní varianta | 0 | 0 |
| 1. Varianta | 436,68 | 666,66 |
| 2. Varianta | 873,36 | 1 333,32 |

Náklady na aplikaci listových hnojiv nebyly tak vysoké proti ostatním aplikovaným tuhým hnojivům. Pořizovací cena (tab. č. 9) byla celkem nízká a aplikace byla spojena s chemickou ochranou.

Tabulka č. 9 – Cena aplikovaných listových hnojiv

| | Ceníková cena |
|----------------|---------------|
| Folit P 500 SL | 139 Kč/l |
| Folit K 400 SL | 181 Kč/l |

5.2 Listová hnojiva v agrotechnice ozimé pšenice

5.2.1 Charakteristika honů

Hon Dolní obora se nachází v katastrálním území Drachkov, v pátém klimatickém regionu. Hlavní půdní jednotkou jsou pseudogleje převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %.

Součástí katastrálního území Jírovice je půdní blok Velký díl, nachází se v mírně vlhkém, mírně teplém klimatickém regionu. Hlavní půdní jednotkou jsou Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %.

Základní charakteristika obou honů je uvedena v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 – Základní charakteristika daných honů

| Rok pokusu | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-----------------|---------------|---------------|
| Číslo honu | 4606/6 | 0101/5 |
| Název honu | Dolní obora | Velký díl |
| Výměra | 17,28 ha | 29,74 ha |
| Nadmořská výška | 407,47 m.n.m. | 389,69 m.n.m. |
| BPEJ | 5.47.00 | 5.29.11 |
| Sklonitost | 2,24° | 3,31° |

Poslední agronomické zkoušení zemědělských půd před provedením pokusu, bylo provedeno u honu Dolní obora v roce 2014. Na Velkém díle v roce 2020 (tab. č. 11.)

Tabulka č. 11 – Obsahy živin dle AZZP

| | pH | Ca | Mg | P | K |
|-------------|-----|------------|-----------|-----------|-----------|
| Dolní obora | 5,8 | 2000 mg/kg | 125 mg/kg | 32 mg/kg | 104 mg/kg |
| Velký díl | 6,0 | 1410 mg/kg | 146 mg/kg | 114 mg/kg | 150 mg/kg |

5.2.2 Zpracování půdy a setí

DPB Dolní obora 2018/2019

Předplodinou pro pšenici ozimou byla vojtěška, sklizená dne 15.8.2018, poté proběhlo základní zpracování půdy (tab. č. 12).

Tabulka č. 12 – Zpracování půdy

| Datum | Operace | Mechanizace |
|--------------|----------------|--|
| 17.8.2018 | podmítka | NH 8050 + Lemken Rubin |
| 2.9.2018 | orba | JD 8320 + Lemken Varidiamant 7+1 X |
| 25.9.2018 | příprava půdy | Case IH, Quadtrac + Opall- Agri – Saturn IV |
| 27.9.2018 | setí | NH T7.270 + Lemken Solitar 12 |

Výsevek pšenice ozimé, odrůda Penelope byl 4 MKS. Penelope je odrůdou bez výrazných rizik při pěstování, její výhodou je vysoká mrazuvzdornost a kvalita zrna (tab. č. 13).

Tabulka č. 13 – Kvalita zrna odrůdy Penelope

| | |
|-------------------|------|
| Jakost | A |
| Obsah N látek (%) | 13,8 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| Objemová hmotnost | 799 |
| Sedimentační test Zeleny (ml) | 60 |
| číslo poklesu | 326 |

DPB Velký díl 2020/2021

Předplodinou pro pšenici ozimou byla řepka ozimá, sklizená dne 25.7.2021, poté proběhlo základní zpracování půdy (tab. č. 14).

Tabulka č. 14 – Zpracování půdy

| Datum | Operace | Mechanizace |
|--------------|----------------------------------|---|
| 27.7.2021 | podmítka | NH T8.390 + Lemken Rubin |
| 11.9.2021 | minimalizační zpracování půdy | Case IH, Quadtrac 620 + Great Plains Simba 700SL |
| 3.10.2021 | setí | NH T8 410 + Vaderstad Spirit ST 800 |

Výsevek pšenice ozimé, odrůda Julie byl 4 MKS. Tato odrůda dosahuje vysokého výnosu ve všech výrobních oblastech, má vysokou mrazuvzdornost a dosahuje dobré potravinářské jakosti (tab. č. 15).

Tabulka č. 15– Kvalita zrna odrůdy Julie

| | |
|-------------------------------|------|
| Jakost | E |
| Obsah N látek (%) | 13,8 |
| Objemová hmotnost | 804 |
| Sedimentační test Zeleny (ml) | 60 |
| číslo poklesu | 326 |

5.2.3 Hnojení

DPB Dolní obora 2018/2019

K základnímu hnojení jsme aplikovali Amofos, kvůli nedostatku fosforu dle AZZP. K přihnojení během vegetace byl použit LAD, DAM 390, DASA a listová hnojiva Folit P a Folit K. Přehled použitých dusíkatých hnojiv (tab. č. 16).

Tabulka č. 16 – Použití N hnojiv

| Typ hnojení | | Datum | Hnojivo | Dávky (kg) |
|---------------------------------|--------------|-----------|---------|------------|
| Základní hnojení | | 25.9.2018 | Amofos | 100 |
| Přihnojení během vegetace | Regenerační | 14.3.2019 | LAD | 200 |
| | Produkční | 5.4.2019 | DAM 39 | 200 |
| | Kvalitativní | 23.4.2019 | DASA | 200 |

Amofos obsahuje 52 % P₂O₅ a 12 % N.

Ledek amonný s dolomitem je směs dusičnanu amonného a mletého dolomitu. Obsahuje 27,4 % N, 4 % Ca a 3 % Mg.

DAM 390 je roztok dusičnanu amonného a močoviny. Obsahuje 30 % N.

DASA je směs dusičnanu amonného a síranu amonného. Obsahuje 26 % N a 3 % S.

Aplikace lisových hnojiv proběhla 3.5.2019, ve fázi metání.

DPB Velký díl 2020/2021

Základní hnojení před setím nebylo aplikováno. Dusík byl dodán až během vegetace (tab. č. 8), jeho celková dávka byla 199 kg/ha.

Tabulka 7 – Použití N hnojiv

| Typ hnojení | | Datum | Hnojivo | Dávky (kg) |
|---------------------------------|--------------|-----------|---------|------------|
| Přihnojení během vegetace | Regenerační | 10.3.2021 | LAD | 330 |
| | Produkční | 31.3.2021 | DAM 39 | 200 |
| | Kvalitativní | 20.4.2021 | DASA | 205 |

Listová hnojiva byla aplikována spolu s přípravky na ochranu rostlin dne 8.5.2021, ozimá pšenice byla ve fázi metání.

5.2.4 Ochrana rostlin

Hon Dolní obora 2018/2019

Herbicid

- Sumimax – BBCH 11

Insekticid

- T1-Proteus 110 OD – BBCH 11
- T2-Rapid – BBCH 59

Fungicid

- T1-Archer Turbo – BBCH 36
- T2- Mirage 45 ECNA – BBCH 36
- T3- Elatus Era – BBCH 59

Chemické přípravky na ochranu rostlin jsou aplikovány samochodným postřikovačem Amazone Pantera 4001 se záběrem 36 metrů, který má nízko úletové trysky. Přehled přípravků a dávky jsou uvedeny níže (tab. č. 17).

Tabulka č. 17 - Překlad chemické ochrany – Dolní obora

| Datum | Název přípravku | Dávka | Škodlivý činitel | Dávka vody |
|--------------|------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|
| 18.10.2018 | Sumimax | 60 g/ha | Jednoděložné a dvouděložné rostliny | 250 l /ha |
| 18.10.2018 | Proteus 110 OD | 0,5 l/ha | Kohoutci | 250 l/ha |
| 3.5.2019 | Archer Turbo | 0,8 l/ha | Padlí | 250 l/ha |
| 3.5.2019 | Mirage 45 ECNA | 1 l/ha | Braničnatka | 250 l/ha |
| 6.6.2019 | Elatus Era | 1 l/ha | Fuzariózy | 300 l/ha |
| 6.6.2019 | Rapid | 0,08 l/ha | Kohoutci | 300 l/ha |

Hon Velký díl 2020/2021

Herbicid

- Trinity – BBCH 12
- Glean – BBCH 12

Insekticid

- Rapid – BBCH 59

Fungicid

- T1 – Mirage 45 ECNA – BBCH 35
- T2 – Boogie Xpro – BBCH 59

V hospodářském roce 2021 byly chemické přípravky na ochranu rostlin aplikovány novým samochodným postřikovačem Amazone Pantera 4503 se záběrem 24 metrů, který má nízko úletové trysky. Přehled přípravků a dávky jsou uvedeny níže (tab. č. 18).

Tabulka č. 18 - Překlad chemické ochrany – Velký díl

| Datum | Název přípravku | Dávka | Škodlivý činitel | Dávka vody |
|--------------|------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|
| 19.11.2020 | Trinity | 2 l/ha | Jednoděložné a dvouděložné rostliny | 250 l/ha |
| 19.11.2020 | Glean 75 PX | 7 g/ha | Výdrol řepky | 250 l/ha |
| 8.5.2021 | Mirage 45 ECNA | 1 l/ha | Braničnatka | 250 l/ha |
| 15.6.2021 | Boogie Xpro | 0,9 l/ha | Rez pšeničná | 300 l/ha |
| 15.6.2021 | Rapid | 0,08 l/ha | Kohoutci | 300 l/ha |

5.2.5 Sledované znaky a měření

1. Před sklizní – stanovení výnosotvorných prvků

- Počet klasů na 1 m²
- Počet zrn v klase
- HTS

2. Sklizeň

- stanovení výnosu na 1 ha
- odběr vzorku pro stanovení jakosti
 - Vlhkost
 - Objemová hmotnost
 - N-látky
 - Číslo poklesu
 - Sedimentační test
 - Obsah lepku

5.3 Listová hnojiva v agrotechnice jarního ječmene

5.3.1 Charakteristika honů

Jarní ječmen určený pro pokus listovými hnojivy byl založen na jaře 2021 na půdním bloku U studny (tab. č. 19). V roce 2020 zde bylo provedeno agronomické zkušební zemědělských půd (tab. č. 20).

Tabulka č. 19 – Charakteristika honu

| | |
|-----------------|---------------|
| Číslo honu | 2501/9 |
| Název honu | U Studny |
| Výměra | 12,08 ha |
| Nadmořská výška | 394,37 m.n.m. |
| BPEJ | 5.15.01 |
| Sklonitost | 1,67° |

Tabulka 20 – Obsah živin dle AZZP

| pH | Ca | Mg | P | K |
|-----|------------|-----------|----------|-----------|
| 5,8 | 1960 mg/kg | 180 mg/kg | 52 mg/kg | 155 mg/kg |

5.3.2 Zpracování půdy a setí

Jarní ječmen byl pěstován po pšenici ozimé, sklizené 31.7.2020. Tabulka č. 11 ukazuje základní zpracování půdy.

Tabulka č. 21 – Zpracování půdy

| Datum | Operace | Mechanizace |
|------------|---------------|--|
| 5.8.2020 | podmítka | NH T8 390 + Lemken Rubin |
| 22.11.2020 | orba | JD 8320 + Lemken Varidiamant 7+1 X |
| 12.3.2020 | příprava půdy | Case IH, Quadtrac + Opall- Agri – Saturn IV |
| 14.3.2020 | setí | NH T8 410 + Vaderstad Spirit ST 800 |

Zvolená odrůda sladovnického ječmene byla Malz (tab č. 22), výsevek 4,2 MKS. Tato odrůda je vhodná do všech podmínek, vyznačuje se vysokou sladovnickou kvalitou, nese označení České pivo.

Tabulka č. 22 – Kvalita zrna

| | |
|---------------------------------|------|
| Obsah N látek (%) | 11,1 |
| Extrakt v sušině sladu (%) | 83,2 |
| Relativní extrakt při 45 °C (%) | 41,2 |
| Kolbachovo číslo (%) | 44,2 |

5.3.3 Hnojení

Před setím bylo aplikováno NPK, k přihnojení během vegetace byl použit ledek amonný s dolomitem (tab. č.23).

Tabulka č. 23 – Použití N hnojiv

| Typ hnojení | Datum | Hnojivo | Dávky (kg) |
|------------------|-----------|---------|------------|
| Základní hnojení | 12.3.2021 | NPK | 300 |
| Přihnojení | 1.5.2021 | LAD | 200 |

NPK 15-15-15 je vícesložkové hnojivo, obsahující 15 % N, 6,6 % P a 12,5 % K.

Ledek amonný s dolomitem je směs dusičnanu amonného a mletého dolomitu. Obsahuje 27,4 % N, 4 % Ca a 3 % Mg.

Celková dávka dusíku je 100 kg/ha.

Aplikace lisových hnojiv proběhla 3.5.2019, ve fázi metání.

5.3.4 Ochrana rostlin

Herbicid

- Mustang Forte – BBCH 30

Insekticid

- T2-Rapid – BBCH 55

Fungicid

- T1-Atlas S – BBCH 30
- T2-Elatus Era – BBCH 55

Chemické přípravky na ochranu rostlin jsou aplikovány samochodným postřikovačem Amazone Pantera 4001 se záběrem 36 metrů, který má nízko úletové trysky. Přehled přípravků a dávky jsou uvedeny níže (tab. č. 24).

Tabulka č. 24 - Překlad chemické ochrany

| Datum | Název přípravku | Dávka | Škodlivý činitel | Dávka vody |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------------------|------------|
| 24.5.2021 | Mustang Forte | 0,8 l/ha | Violka rolní, Pcháč oset | 250 l /ha |
| 24.5.2021 | Atlas S | 0,25 l/ha | Padlí travní | 250 l/ha |

| | | | | |
|-----------|---------------|-----------|-------------------------------|----------|
| 6.6.2021 | Cerone 480 SL | 0,75 l/ha | Zvýšení odolnosti poléhání | 250 l/ha |
| 11.6.2021 | Elatus Era | 1 l/ha | Padlí | 250 l/ha |
| 11.6.2019 | Rapid | 0,08 l/ha | Kohoutci | 250 l/ha |

5.3.5 Sledované znaky a měření

1. Před sklizní – stanovení výnosotvorných prvků

- Počet klasů na 1 m²
- Počet zrn v klase
- HTS

2. Sklizeň

- stanovení výnosu na 1 ha
- odběr vzorku pro stanovení jakosti
 - Vlhkost
 - N-látky
 - Podíl předního zrna

6 Výsledky

U pšenice ozimé je pokus dvouletý, probíhal v letech 2018/2019 a 2020/2021. Výsledky byly zprůměrované. V roce 2020/2021 byl také založen pokus v jarním ječmeni.

6.1 Pšenice ozimá

6.1.1 Výnosotvorné prvky

Počet klasů na m²

Tab. č. 25 – Počet klasů na m²

| | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-------------|-----------|-----------|
| Kontrola | 573 | 575 |
| 1. Varianta | 588 | 590 |
| 2. Varianta | 582 | 591 |

V roce 2018/2019 se průměrný počet klasů na metr čtvereční pohyboval od 573 do 582. V roce 2020/2021 byl počet klasů v rozmezí 575 a 591 (Tab. č. 25). V roce 2020/2021 byl průměr vyšší.

Tabulka č. 26 – Analýza rozptylu

| Proměnná | Analýza rozptylu (počet klasů m ² v DP-výsledky pšenice) Označ. efekty jsou významné na hlad. p < ,05000 | | | | | | | |
|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | SČ efekt | SV efekt | PČ efekt | SČ chyba | SV chyba | PČ chyba | F | p |
| počet klasů | 258,3333 | 2 | 129,1667 | 44,50000 | 3 | 14,83333 | 8,707865 | 0,056329 |

Tabulka č. 27 – Scheffeho test

| Prom1 | Scheffeho test; proměn.:počet klasů (počet klasů m ² v DP) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000 | | |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|
| | {1} M=574,00 | {2} M=589,00 | {3} M=586,50 |
| Kontrola {1} | | 0,067097 | 0,104365 |
| 1. varianta {2} | 0,067097 | | 0,821081 |
| 2.varianta {3} | 0,104365 | 0,821081 | |

Hodnocení

Mezi jednotlivými varianty existuje statisticky významný rozdíl.

Počet zrn v klase

Tabulka č. 28 – Počet zrn

| | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-------------|-----------|-----------|
| Kontrola | 33 | 32 |
| 1. Varianta | 35 | 36 |
| 2. Varianta | 36 | 38 |

Počet zrn v klase se v průměru pohyboval od 33 do 38 zrn. Kontrola 2018/2019 měla počet zrn v klase jen 33, 1.varianta 35 zrn a 2. varianta 36 zrn. Kontrola 2020/2021 měla počet zrn 32. 1.varianta 36 zrn a 2. varianta (tab. č. 28)

Tabulka č. 29 Analýza rozptylu

| Proměnná | Analýza rozptylu (DP-výsledky pšenice) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$ | | | | | | | |
|-----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | SČ efekt | SV efekt | PČ efekt | SČ chyba | SV chyba | PČ chyba | F | p |
| počet zrn | 21,00000 | 2 | 10,50000 | 3,000000 | 3 | 1,000000 | 10,50000 | 0,044194 |

Tabulka č. 30 – Scheffeho test

| Prom1 | Scheffeho test; proměn.:počet zrn (DP-výsledky pšenice) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$ | | |
|----------------|---|-----------------|-----------------|
| | {1} M=32,500 | {2} M=35,500 | {3} M=37,000 |
| Kontrola {1} | | 0,125000 | 0,046350 |
| 1.varianta {2} | 0,125000 | | 0,431959 |
| 2.varianta {3} | 0,046350 | 0,431959 | |

Hodnocení

Statistický významný rozdíl je mezi kontrolou a 2. variantou.

HTS

Tabulka č. 31 – HTS

| | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-------------|-----------|-----------|
| Kontrola | 46 | 47 |
| 1. Varianta | 46 | 47 |
| 2. Varianta | 46 | 48 |

Pokus v roce 2018/2019 neukázal rozdíl HTS u kontroly jednotlivých variant, u všech to bylo 46 g. V roce 2020/2021 byl rozdíl v HTS pouze u 2. varianty (Tab. č. 31).

Tabulka č. 31 – Analýza rozptylu

| Proměnná | Analýza rozptylu (DP-výsledky pšenice) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$ | | | | | | | |
|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | SČ efekt | SV efekt | PČ efekt | SČ chyba | SV chyba | PČ chyba | F | p |
| HTS | 0,333333 | 2 | 0,166667 | 3,000000 | 3 | 1,000000 | 0,166667 | 0,853815 |

Hodnocení

Ovlivnění HTS není statisticky významné

6.1.2 Výnos

Teoretický hospodářský výnos

Výnos vypočítáme pomocí vzorce $(K*Z*HTS)*10^{-5}$.

Tabulka č. 32 – Teoretický hospodářský výnos

| | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-------------|-----------|-----------|
| Kontrola | 8,13 | 9,21 |
| 1. Varianta | 9,47 | 9,97 |
| 2. Varianta | 9,64 | 10,76 |

Ve výpočtu teoretického hospodářského výnosu dopadla nejhůře kontrolní varianta, 1. a 2. varianta byly poměrně vyrovnané. V druhém období je vidět větší rozdíl (tab. č. 32).

Hektarový hospodářský výnos skutečný

Tabulka č. 33 – Skutečný hospodářský výnos

| | 2018/2019 | 2020/2021 |
|-------------|-----------|-----------|
| Kontrola | 6,63 | 6,93 |
| 1. Varianta | 7,12 | 7,46 |
| 2. Varianta | 7,2 | 7,48 |

Hektarový výnos (tab. č. 33) se pohyboval okolo 7 t/ha. 1. a 2. varianta byla výnosově podobná v obou ročnících, tyto varianty dopadly lépe než kontrolní varianta.

Tabulka č. 34 – analýza rozptylu

| Proměnná | Analýza rozptylu (DP-výsledky pšenice) Označ. efekty jsou významné na hlad. $p < ,05000$ | | | | | | | |
|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | SČ efekt | SV efekt | PČ efekt | SČ chyba | SV chyba | PČ chyba | F | p |
| Výnos | 0,384133 | 2 | 0,192067 | 0,142000 | 3 | 0,047333 | 4,057746 | 0,140213 |

Tabulka č. 34 – Scheffeho test

| Scheffeho test; proměn.: Výnos (DP-výsledky pšenice) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$ | | | |
|--|----------|----------|----------|
| Prom1 | {1} | {2} | {3} |
| | M=6,7800 | M=7,2900 | M=7,3400 |
| Kontrola {1} | | 0,209861 | 0,174003 |
| 1.varianta {2} | 0,209861 | | 0,974161 |
| 2.varianta {3} | 0,174003 | 0,974161 | |

Skutečný hektarový výnos je nižší než teoretický, rozdíl mezi těmito dvěma údaji činí sklizňové ztráty.

Hodnocení

Výnos je aplikací listových hnojiv významně ovlivněn.

6.1.3 Jakost zrna

Tabulka č. 35 – Výsledky rozborů jakosti zrna 2018/2019

| | Kontrola | 1.varianta | 2.varianta |
|--------------------------------|----------|------------|------------|
| Vlhkost (%) | 11,8 | 11,7 | 12,1 |
| Objemová hmotnost (g/l) | 723 | 733 | 728 |
| N-látky (%) | 14,5 | 14,2 | 14,5 |
| Číslo poklesu (s) | 282 | 344 | 351 |
| Sedimentační test (ml) | 21,8 | 21,8 | 21,4 |
| Obsah lepku (%) | 30,8 | 31,2 | 31,7 |
| HTS | 46 | 46 | 46 |

Tabulka č. 34 – Výsledky rozborů jakosti zrna 2020/2021

| | Kontrola | 1.varianta | 2.varianta |
|--------------------------|----------|------------|------------|
| Vlhkost (%) | 13,2 | 12,9 | 12,9 |
| Objemová hmotnost | 740 | 742 | 742 |

| | | | |
|-------------------------------|------|------|------|
| (g/l) | | | |
| N-látky (%) | 13,9 | 14,2 | 14,3 |
| Číslo poklesu (s) | 295 | 339 | 350 |
| Sedimentační test (ml) | 21,7 | 21,6 | 21,6 |
| Obsah lepku (%) | 29,5 | 30,4 | 31,1 |
| HTS | 47 | 47 | 48 |

Tabulky číslo 33 a 34 ukazují rozbor jakosti zrna v jednotlivých ročnících. Jednotlivé varianty nedosahovaly potravinářské kvality, kvůli nízké objemové hmotnosti.

6.1.4 Rentabilita aplikace listových hnojiv

Náklady na aplikaci hnojiv (tab. č. 35) a výkupní cena pšenice z daných variant (tab. č. 36).

Tabulka č. 35 - Náklady

| Varianta | Dávka (l) | Cena (Kč) |
|--------------------|--------------------------|-----------|
| Kontrolní varianta | Folit P – 0, Folit K - 0 | 0 |
| 1.varianta | Folit P - 2, Folit K - 2 | 640 |
| 2.varianta | Folit P - 4, Folit K - 4 | 1280 |

Tabulka č. 36 - Výkup

| Varianta | Výnos (t/ha) | Tržba (Kč/ha) |
|--------------------|--------------|---------------|
| Kontrolní varianta | 6,93 | 47 124 |
| 1.varianta | 7,46 | 50 728 |
| 2.varianta | 7,48 | 50 864 |

Pšenice byla zpeněžena za 6 800 Kč/t.

Výkupní cena po odečtení nákladů na aplikaci hnojiv:

Kontrolní varianta – 47 124 Kč/ha

1. varianta – 50 088 Kč/ha

2. varianta – 49 584 Kč/ha

Největší rentability dosahovala varianta číslo 1.

6.2 Ječmen jarní

6.2.1 Výnosotvorné prvky

Počet klasů na m²

Tabulka č. 37 – Počet klasů

| | Počet klasů na m ² |
|-------------|-------------------------------|
| Kontrola | 656 |
| 1. Varianta | 657 |
| 2. Varianta | 674 |

Průměrný počet klasů na metr čtvereční se pohyboval mezi 656 až 674. Nejvíce klasů měla 2. varianta, naopak nejméně kontrolní varianta (tab. č. 37)).

Počet zrn v klase

Tabulka č. 38 – Počet zrn

| | Počet zrn v klase |
|-------------|-------------------|
| Kontrola | 20 |
| 1. Varianta | 20 |
| 2. Varianta | 20 |

Počet zrn v klase (Tab. č. 38) byl u všech variant stejný, aplikací listových hnojiv nebyl nijak ovlivněn.

HTS

Tabulka č. 38 – HTS

| | HTS |
|-------------|-----|
| Kontrola | 44 |
| 1. Varianta | 44 |
| 2. Varianta | 44 |

Hmotnost tisíce semen byla u všech variant stejná.

6.2.2 Výnos

Teoretický hospodářský výnos

Výnos vypočítáme pomocí vzorce, $(K * Z * HTS) * 10^{-5}$.

Kontrolní varianta – 5,77 t/ha

1. varianta – 5,78 t/ha

2. varianta – 5,93 t/ha

Ve výpočtu teoretického hospodářského výnosu byla kontrolní varianta a 1. varianta velmi vyrovnaná. Mírný nárůst jsme zaznamenali u varianty číslo 2

Hektarový hospodářský výnos skutečný

Kontrola – 4,65 t/ha

1. varianta – 4,93 t/ha

2. varianta – 5,02 t/ha

Hektarový výnos se pohyboval okolo 5 t/ha. 1. a 2. varianta byla výnosově podobná, tyto varianty dopadly lépe než kontrolní varianta.

6.2.3 Jakost zrna produkce

Tabulka č. 39– Výsledky rozborů jakosti zrna

| | Kontrola | 1.varianta | 2.varianta |
|-------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Přepad zrna (%) | 94 | 94 | 95 |
| Obsah škrobu (%) | 65 | 65 | 66 |
| N-látky (%) | 11,2 | 12,2 | 11,7 |

Přepad zrna a obsah škrobu nebyly téměř ovlivněny. Největší změny můžeme pozorovat u obsahu dusíkatých látek. Kontrola dosahovala 11,2 %, 1. varianta 12,2 % a 2. varianta 11,7 %.

6.2.4 Rentabilita aplikace listových hnojiv

Náklady na aplikaci hnojiv (tab. č. 40) a výkupní cena ječmene z daných variant (tab. č. 41).

Tabulka č. 40 - Náklady

| Varianta | Dávka (l) | Cena (Kč) |
|--------------------|--------------------------|-----------|
| Kontrolní varianta | Folit P – 0, Folit K - 0 | 0 |
| 1. varianta | Folit P - 2, Folit K - 2 | 640 |
| 2. varianta | Folit P - 4, Folit K - 4 | 1280 |

Tabulka č. 41 - Výkup

| Varianta | Výnos (t/ha) | Tržba (Kč/ha) |
|--------------------|--------------|---------------|
| Kontrolní varianta | 4,65 | 28 830 |
| 1. varianta | 4,93 | 30 566 |
| 2. varianta | 5,02 | 31 124 |

Ječmen byl zpeněžen za 6 200 Kč/t.

Výkupní cena po odečtení nákladů na aplikaci hnojiv:

Kontrolní varianta – 28 830 Kč/ha

1. varianta – 29 926 Kč/ha

2. varianta – 29 844 Kč/ha

Největší rentability dosahovala varianta číslo 1.

7 Diskuze

Výnos a výnosotvorné prvky nemůže ovlivnit pouze aplikace listových hnojiv, je to soubor faktorů. Některé tyto faktory můžeme ovlivnit, například agrotechnické zásahy, výživu rostlin nebo chemickou ochranu, jiné ne. Nejvíce omezujícím faktorem, který neovlivníme je počasí. Dlouhá období sucha střídaná přivalovými dešti nejsou pro zemědělské plodiny ideální.

Petr et al. (1980) uvádí, že správnou výživou lze ovlivnit produktivní odnožování obilovin a hmotnost obilok.

Nesmíme zapomínat na to, že mimokořenová výživa nemůže plně nahradit kořenovou výživu, jak uvádí Vaněk et al. (2016).

Listová hnojiva můžeme aplikovat i v období sucha, výhodou je rychlý příjem rostlinou. Teno typ výživy má do budoucna velký potenciál.

Vaněk a kol. (2006) také připomíná, že mimokořenová aplikace může působit na rostliny nejen vlastním příjmem, ale také ovlivněním metabolismu, aktivity kořene a stárnutí pletiv, což vede k prodloužení vegetace.

Tabulka 11 zobrazuje ceníkové ceny Folitu P a Folitu K, jejich nákup není finančně tak náročný, jako u jiných hnojiv. U 1. varianty, kde byly dávky Folitu P 2 litry a Folitu K 2 litry, byly náklady 640 Kč. U druhé varianty byly dávky dvojnásobné, náklady také. Výnosově nebyl mezi variantami takový rozdíl.

Pokus prokázal, že první varianta, kde byla aplikována dávka listových hnojiv ve výši dvou litrů byl rentabilnější než dávka vyšší.

Výhodou listových hnojiv oproti tuhým hnojivům je, že aplikaci neprovádíme samostatně. Dle Trčková et al. (2009) lze aplikovat kapalné hnojivo spolu s přípravky na chemickou ochranu rostlin.

Díky této kombinaci ušetříme náklady na mechanizaci a minimalizujeme přejezdy po poli.

Podle hlavního agronoma Ing. Lejčka listová hnojiva neovlivňují zařazení produkce do kategorie potravinářské nebo krmné pšenice.

Palík et al. (2009) uvádí, že největší vliv na kvalitu zrna mají podmínky pěstování a odrůda. Vliv na kvalitu zrna má také odrůda a agroekologické vlivy.

Většina zemědělců se snaží vypěstovat pšenici potravinářské kvality, přesto je část této produkce prodána, jako krmná. Kvalitní krmné pšenice je málo, i když je pěstována s nižšími náklady.

Žně 2021 byly na srážky velmi bohaté, to negativně ovlivnilo jakost zrna pšenice. Bareš (2021) uvádí, že z důvodu bohatých atmosférických srážek během celého vegetačního období pokusu, sledované parametry vykazovaly podobné hodnoty. Proto by bylo vhodné tento pokus opakovat v následujících letech, aby se statisticky eliminoval vliv průběhu jednoho ročníku.

8 Závěr

Na pozemcích společnosti DZV Nova, a.s. byly založeny pokusy v pšenici ozimé a jarním ječmeni, kde byla aplikovaná listová hnojiva Folit P a Folit K.

- Nejprůkaznější byl vliv listových hnojiv na výnos pšenice i ječmene. Pozitivně byly ovlivněny také výnosotvorné prvky, u pšenice počet klasů na m² a počet zrn v klase. Na HTS se neprokázal výrazný statický rozdíl. U jarního ječmene se prokázal pouze vliv na počet klasů na m². Výnosotvorné prvky u obou obilovin byli ovlivněny jen zřídka.
- Aplikace listových hnojiv je v ozimé pšenici i jarním ječmeni rentabilní. U obou plodin je nejrentabilnější 1. varianta. Dostačující byla aplikace 2 litrů Folitu P a 2 litrů Folitu K. Vyšší dávky hnojiva již nejsou rentabilní.
- Nepodařilo se prokázat vliv listových hnojiv na zařazení produkce do kategorií. Odrůdy ozimé pšenice, přestože byly jakostní skupiny A a E, parametrů potravinářské pšenice nedosahovaly. Nakonec byla zpeněžena jako potravinářská do Pejšova mlýna v Sedlčanech. Jarní ječmen dosahoval parametrů sladovnického ječmene, ale vliv listových hnojiv nebyl prokázán. V obou případech má na kvalitu produkce vliv více faktorů, hlavně průběh počasí a hnojení dusíkem.

9 Doporučení pro praxi

- Podnik DZV Nova, a.s. doporučuje aplikaci listových hnojiv, jako doplňkový způsob správné výživy rostlin.
- Ing. Novák (výživový poradce) doporučuje provádět rozborů půdy, v případě nedostatku doplnit živinu pomocí mimokořenové výživy. Listová hnojiva mají vysokou a bezprostřední účinnost.
- Vyrovnaná výživa rostlin nám přináší vyrovnané výnosy, agronom se musí řídit Liebigovým zákonem minima. Z toho důvodu nejsou přehnaně vysoké dávky listových hnojiv rentabilní.
- Nesmíme zapomínat, že tento způsob výživy je pouze doplňkový, nenahradí nám plně kořenovou výživu.
- Touto formou lze dodat rostlině také mikroživiny.
- Listová hnojiva přispěla k zvýšení počtu klasů na m² a počtu zrn v klase, tím byl pozitivně ovlivněn i výnos.
- Dobré je spojit aplikaci s chemickou ochranou rostlin.
- Mezi velkými zemědělskými podniky je tento způsob přihnojování hojně používán, do budoucna si k němu najdou cestu snad i menší soukromníci.
- Na trhu je velký výběr listových hnojiv, agronomové můžou vybírat z veliké škály prvků a jejich kombinací.

10 Literatura

- Adel El T. 2002. Soil tillage in agroecosystems. CRC Press, USA.
- Amtmann A, Trouffard S, Armengaud P. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. *Physiologia plantarum* **133**:623-806.
- Bareš P. 2021. Vliv aplikace listových hnojiv na výnos a kvalitu ozimé pšenice. Bakalářská práce. Praha.
- Bittner V. 2009. Škodlivé organizmy pšenice. Kurent, České Budějovice.
- Cook R, Veseth JR. 1991. Wheat health management. The American Phytopathological Society, Minnesota.
- Curtis BC, Rajaram S, Macpherson HG. 2002. Bread wheat: improvement and production. FAO, Rome.
- Černý J, Sedlář O, Kulhánek M, Balík J, Šiler D. 2020. Hnojení ozimé pšenice dusíkem podle vývoje porostu a vědeckých poznatků. *Agromanuál* **15**:94-98.
- Černý J, Shejbalová Š, Kovařík J, Kulhánek M. 2014. Předset'ové a podzimní hnojení ozimé pšenice. *Agromanuál* **9**:64-66. Kurent.
- De Stefanis E, Sgrullitta D, Pucciarmanti S, Codianni P. 2012. Effect of cultivar and nitrogen fertilizer on agronomic and quality traits of durum wheat under organic management. *Cereal Research Communications* **40** 423-435.
- Eichert T, Goldbach HE. 2008. Equivalent pore radii of hydrophilic folia uptake routes in stomatous and astomatous leaf surface – further evidence for a stomatal pathway. *Physiologia plantarum* **132**:491-502.

Elliott JG, Ellis FB, Pollard F. 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. *The Journal of Agricultural Science* **89**:621-629. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0021859600061414/type/journal_article.

Elliott LF, Papendick RI, Bezdicek DF. 1987. Cropping practices using legumes with conservation tillage and soil benefits. Pages 81-89 in Power JF, editor. *The role of legumes in conservation tillage systems*. University of Georgia, Athens.

Faměra O, Petr J. 2007. Obilniny. Pages 75-84 in Šnobl J, Pulkrábek J, editors *Základy rostlinné produkce*. FAPPZ ČZU, Praha.

Faměra O. 1993. *Základy pěstování ozimé pšenice*. MZE ČR, Praha

Feyerabend G. 1975. *Chemische-mechanische Unkrautbekämpfung in der Fruchtfolge*. Agra-Buch. Marktleberg.

Grunes DI. 1959. Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorous to plant. *Advances in agronomy* **11**:369-396.

Hageman RH. 1984. Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants. 67-85 in *Nitrogen in crop production*. American Society of Agronomy, USA.

Harder HJ, Carlson RE, Shaw RH. 1982. Corn grain yield and nutrient response to foliar fertilizer applied during grain fill. *Agronomy journal*. DOI: [10.2134/agronj1982.00021962007400010027x](https://doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400010027x).

Heun M, Schäfer-Pregl R, Klawan D, Castagna R, Accerbi M, Borghi B, Salamini F. 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science* **278**:1312–1314.

Horák L, Škoda V. 2007. Zpracování půdy. Pages 19-32 in Šnobl J, Pulkrábek J, editors *Základy rostlinné produkce*. FAPPZ ČZU, Praha.

Houšť M, Křen J, Neudert L, Smutný V. 2018. Management posklizňových zbytků při zakládání porostů ozimé pšenice a jarního ječmene. Mendelova univerzita, Brno.

Hrubý J. 2003. Zpracování půdy a setí obilovin. Agromagazín 5:28-31.

Hubík K, Mareček J. 2002. Kvalita obilnin. Farmář 8:19.

Hůla J, Procházková B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha.

Chauhan BS, Mahajan G. 2014. Recent advances in weed management. Springer. New York.

Inglett GE. 1974. Wheat – production and utilization. AVI Publishing Company, Westport.

Kannan S. 2010. Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming:371-402. Springer Netherlands, Dordrecht. Available at http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-8741-6_13 (accessed April 5, 2022).

Kazda J, Mikula J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s. r. o., Praha.

Křen J. 2001. Tématická příloha – ozimá pšenice. Úroda 49:1-3.

Křováček J. 2009. Ozimý výsev jarního ječmene. 85-87 in "Sladovnický ječmen - regulace tvorby výnosu a kvality." Sdružení pro ječmen a slad, Velká Bystřice.

Kuchtík F. 2005. Pěstování rostlin: speciální část. Vydavatelství Petr Večeřa, Třebíč

Lipavský J. 2000. Tvorba výnosů obilnin a možnosti modelování těchto procesů. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. Available from <http://www.agris.cz/clanek/106805> (accessed January 2020).

López Carnelo L, Ratto de Míguas S, Marbán L. 1997. Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina. Science of The Total Environment 204:245-250.

- Malakouti M. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* **32**:215-220.
- Meyer-Aurich A, Gandorfer M, Gerl G, Kainz M. 2009. Tillage and Fertilizer Effects on Yield, Profitability, and Risk in a Corn-Wheat-Potato-Wheat Rotation. *Agronomy journal*. DOI: doi.org/10.2134/agronj2008.0126x.
- Morris CF, Rose SP. 1996. Wheat. Pages 3-54 in Henry RJ, Kettlewell PS, editors. *Cereal grain quality*. Springer, Dordrecht.
- Palík S, Burešová I, Edler S, Sedláčková, Tichý F, Váňová M. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. *Agrotest fyto, Kroměříž*.
- Petr J, Černý V, Hruška V. 1980. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Ramaekers L, Remans R, Idupulapati MR, Vanderleyden V. 2010. Strategies for improving phosphorous acquisition efficiency of crop plants. *Field crops research* **117**:169-176.
- Recous S, Machet J. 1999. Short-term immobilisation and crop uptake of fertiliser nitrogen applied to winter wheat: effect of date of application in spring. *Plant Soil* **206**:137-149.
- Rodríguez D, Andrade F, Goudriaan J. 1999. Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. *Plant and Soil* **209**:283-295.
- Salvagiotti F, Castellarin JM, Pedrol HM, Miralles DJ. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. *Field crops research* **113**:170-177.
- Shewry PR. 2009. Wheat. *Journal of experimental botany* **60**:1537-1553.
- Schönherr J. 2001. Cuticular penetration of calcium salts: effects of humidity, anions and adjuvans. *Journal of plant nutrition and soil science* **164**:225-231.

Sieling K, Christen O. 2015. Crop Rotation effects on yield of oilseed rape, wheat and barely and residual effects on the sub sequent wheat. *Archives of Agronomy and Soil Science* **61**:1531-1549.

Sun, X., Chen, F., Yuan, L. *et al.* The physiological mechanism underlying root elongation in response to nitrogen deficiency in crop plants. *Planta* **251**, 84 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03376-4>

Škarpa P, Richter R, Ryant P. 2015. Mímokořenová výživa je součástí systému hnojařských opatření. *Agromanuál* **10**:92-94.

Špaldon E. 1982. Rastlinná výroba. Příroda, Bratislava.

Trčková M, Raimanová I, Svoboda P. 2009. Listová výživa obilovin. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profí Press s. r. o., Praha.

Vašák J, Bečka D, Černý L, Mikšík V. 2017. Listová hnojiva a stimuace z pohledu pokusů a agronoma. *Úroda* **65**:88-95.

Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin v letech 2010 až 2021. Dostupný na <https://www.czso.cz/documents/10180/165278713/2701412201.pdf/3f776ea7-42ac41acversionc-415145,2022>.

Woźniak A, Nowak A, Haliniarz M, Gawęda D. 2019. Yield and Economic Results of Spring Barley Grown in Crop Rotation and in Monoculture. *Polish Journal of Environmental Studies* **28**:2441-2448. Available at <http://www.journalssystem.com/pjoes/Yield-and-economic-results-of-spring-barley-grown-in-crop-rotation-and-in-monoculture,90634,0,2.html>.

Zimolka J. 2005. Pšenice. Profí Press, Praha.

Zimolka J. 2006. Ječmen - formy a užitkové směry v České republice. Profi Press, Praha.