

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Analýza využívání listových hnojiv u vybraných plodin**

**Diplomová práce**

**Bc. Václav Petrželka**

**Rostlinná produkce**

**prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza využívání listových hnojiv u vybraných plodin" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23. 4. 2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za ochotu a odborné vedení při zpracování této práce. Poděkování patří také všem agronomům a soukromě hospodařícím zemědělcům za poskytnutí informací potřebných pro zpracování diplomové práce. Poděkování si zaslouží také Bc. Helena Bílková, Mgr. Alena Hrabíková a Ing. Tomáš Pelíšek za cenné rady nejen při zpracování této práce. Na závěr bych chtěl poděkovat rodině za podporu během celého studia.

# Analýza využívání listových hnojiv u vybraných plodin

## Souhrn

Listová hnojiva jsou díky svým výhodám běžnou součástí agrotechniky zemědělských plodin a výjimkou není ani řepka olejka a pšenice ozimá. U řepky jsou efektivním nástrojem dodání mikroprvků v podzimním i jarním období, především bóru, což významně ovlivňuje přezimování řepky. U pšenice lze s využitím roztoku močoviny a dalších pozdních listových aplikací ovlivnit pekařskou kvalitu zrna. Společně s aplikací biologicky aktivních látek mohou listová hnojiva rostlinám významně pomoci překonávat stresová období a zvýšit tak využití výnosového potenciálu.

Cílem diplomové práce bylo zpracovat literární přehled o využití listových hnojiv a biologicky aktivních látek u pšenice ozimé a řepky olejky, o možnostech diagnostiky výživného stavu rostlin a dále posoudit využívání listových hnojiv u zvolených plodin a diagnostiky v zemědělských podnicích na základě analýzy z připraveného dotazníku.

V rámci dotazníkového šetření zaměřeného na využití listových hnojiv jsem rozeslal celkem 47 dotazníků, z nichž se mi vrátily odpovědi od 23 pěstitelů.

Z dotazníku jsem vybral 13 otázek, po jejichž zpracování jsem došel na základě získaných dat k následujícímu závěru:

- cenové relace aplikovaných listových hnojiv na jeden hektar se u řepky ozimé pohybují nejčastěji v hodnotách 800 Kč a více, u pšenice nejčastěji v intervalu 200 - 400 Kč, druhou nejčastější kategorií je u obou plodin rozmezí 400 - 600 Kč;
- výživný stav rostlin je nejčastěji diagnostikován na základě anorganických rozborů rostlin, v menší míře jsou využívány i ruční přenosné přístroje či kombinace obou metod, 39 % podniků však vůbec žádnou z metod diagnostiky nevyužívá;
- močovinu ve formě roztoku využívá polovina dotazovaných podniků, koncentrace roztoku se v rámci podniků využívajících toto hnojivo pohybuje mezi 3 - 10 %, nejčastěji je využívána 5% koncentrace;
- biologicky aktivní látky aplikuje 57 % dotazovaných podniků, nejoblíbenější skupinou biologicky aktivních látek jsou huminové kyseliny, nejčastějším důvodem jejich použití je eliminace stresu;
- pěstitelé využívají listová hnojiva nejčastěji jako pomoc rostlinám při stresu a preventivně, použití při deficitu či dohnojení porostu je méně časté;
- po použití listových hnojiv nejčastěji dochází k navýšení kvality produktu, významná část pěstitelů uvedla rovněž navýšení výnosu. Poškození rostlin po použití listových hnojiv je ojedinělé;
- počet aplikovaných produktů za vegetaci je u řepky ozimé v rámci jednotlivých podniků 1 - 5 v podzimním období a 1 - 6 v období jarním, u pšenice ozimé je tento počet 1 - 8 produktů za vegetaci;
- použití listových hnojiv je nedílnou součástí pěstebních technologií, využívají je všechny dotazované podniky u obou zvolených plodin, pšenice ozimé a řepky olejky.

**Klíčová slova:** Listová hnojiva, pšenice ozimá, řepka olejka, výnos, diagnostické metody.

# The analysis of the use of foliar fertilizers in selected crops

## Summary

Thanks to their advantages, foliar fertilizers are an integral part of agrotechnics of crops, oilseed rape and winter wheat is no exception. An effective implement for oilseed rape is supplying microelements during the autumn and spring season, boron in particular, which significantly affects wintering of the crop. Using urea solution and other late foliar applications can affect the baking quality of seeds. Together with the application of biologically active substances, foliar fertilizers can help crops overcome stress periods, which increases their yield potential.

The thesis aimed to compile a literature review both of foliar fertilizers and biologically active substances used for growing winter wheat and oilseed rape and of possibilities of plants nutritional status diagnostics. The next step was the evaluation of both foliar fertilizers used for selected crops and diagnosis in agribusinesses based on a survey analysis.

The survey focused on the uses of foliar fertilizers, and 47 questionnaires were sent to agribusiness, from which 23 were answered.

Evaluation of gained data from 13 selected questions showed these conclusions:

- price relations of applied foliar fertilizers per hectare are 800 CZK and above for oilseed rape and 200-400 CZK for wheat. Second most often category for both crops is 400-600 CZK;
- diagnostic of plants nutritional status is mainly based on inorganic analyzes of plants. To a lesser extent, portable machines or a combination both of analysis and machines are used. However, 39% of the agribusiness do not use any of the diagnostic methods;
- half of the agribusinesses use the urea solution, the concentration range between 3 – 10 %. Mainly, 5% concentration is used;
- 57 % of surveyed agribusinesses use biologically active substances. The most popular ones are humic acids, which help eliminate stress;
- growers use foliar fertilizers most often either to help plants during the stress or preventively. Use of foliar fertilizers for fertilizing crops or when there is a deficit is less often;
- use of foliar fertilizers often leads to an increase in the quality of the product. A significant part of the growers also mentioned the increase in the yield. Damage of crops after the use of foliar fertilizers is sporadic;
- number of applied products per vegetation period is 1 – 5 in the autumn season and 1 – 6 in the spring season for oilseed rape, and 1 – 8 for winter wheat;
- uses of foliar fertilizers form an integral part of growing technology. They are used by all the surveyed agribusiness both for winter wheat and oilseed rape.

**Keywords:** Foliar fertilizers, winter wheat, oilseed rape, yield, diagnostic methods.

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Vědecké hypotézy a cíle práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Mimokořenová výživa .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Pšenice ozimá.....</b>	<b>13</b>
3.2.1 Úvod pšenice.....	13
3.2.2 Nároky pšenice a výživa.....	13
3.2.3 Mimokořenová výživa u pšenice .....	13
<b>3.3 Řepka ozimá .....</b>	<b>16</b>
3.3.1 Úvod řepka .....	16
3.3.2 Nároky řepky a výživa .....	17
3.3.3 Mimokořenová výživa u řepky .....	19
3.3.3.1 Bór.....	21
<b>3.4 Biologicky aktivní látky.....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Látky nefytohormonální povahy .....	26
3.4.2 Látky fytohormonální povahy .....	27
3.4.3 Biostimulátory u pšenice .....	30
3.4.4 Biostimulátory u řepky.....	31
<b>3.5 Diagnostické metody .....</b>	<b>33</b>
3.5.1 Destruktivní metody diagnostiky výživného stavu.....	33
3.5.2 Nedestruktivní metody .....	34
3.5.2.1 Online systémy .....	35
3.5.2.2 Offline systémy.....	36
<b>4 Metodika .....</b>	<b>38</b>
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>45</b>
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1 Vědecké hypotézy .....</b>	<b>58</b>
<b>6.2 Doporučení pro praxi.....</b>	<b>58</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>60</b>
<b>8 Literatura.....</b>	<b>61</b>
<b>9 Samostatné přílohy .....</b>	<b>72</b>

# 1 Úvod

Hlavní podíl živin, které rostlina využívá pro růst, je přijímán kořenovým systémem z půdy. V průběhu roku však mohou nastat období, kdy není kořenový systém zcela funkční, ať už z důvodu poškození kořenů či nepříznivých podmínek pro příjem. V tomto případě lze využít mimokořenovou výživu i pro aplikaci makroživin, která má pomoci rostlině překlenout určité období krátkodobého nedostatku živin, než dojde například k obnovení kořenového aparátu (Zimolka et al., 2005). V zemědělské praxi je hlavní pozornost zaměřena na makroprvky. Opomenout ale nesmíme ani mikroprvky a prvky užitečné, neboť se často účastní regulace jednotlivých fyziologických procesů a významnou úlohu mají i v procesech enzymatických (Jůzl et al., 2009). Z toho plyne, že hnojení stopovými živinami hraje rovněž významnou roli ve výživě rostlin a jedním z účinných nástrojů dodání mikroprvků je právě mimokořenová výživa.

Pěstování rostlin je ovlivněno celou řadou faktorů, z nichž nejvýznamnějším je vliv počasí. V posledních letech jsme svědky nejrůznějších extrémních situací v počasí a i do budoucna musíme zřejmě počítat se stále častějšími extrémními výkyvy. Vodu jako limitující faktor pro tvorbu výnosu pro velkoplošné plodiny dodat nemůžeme, lze ale ovlivnit reakci rostlin na stres a podpořit případnou kompenzaci úrovně jednotlivých výnosotvorných prvků použitím různých biostimulátorů a pomocných rostlinných přípravků. Zároveň se zvyšuje tlak na omezování pesticidních přípravků, i zde mohou biostimulátory pomoci v podobě zvýšené vitality rostlin (Bezdičková, 2018).

Precizní hnojení listovými hnojivy, ale i hnojivy pevnými, se neobejde bez kvalitní diagnostiky výživného stavu rostlin. Mimo často používaných anorganických rozborů rostlin je na trhu již celá řada senzorů, které umožňují reagovat na stav porostu a variabilně měnit dávku hnojiva během pohybu soupravy po pozemku. To má nejen ekonomický přínos z pohledu úspory hnojiv, ale zároveň dochází k menší zátěži životního prostředí.

V řadě zemědělských podniků jsou listová hnojiva součástí pěstitelských technologií, především u intenzivně pěstovaných plodin, mezi které jistě patří i v této práci zvolená řepka olejka a pšenice ozimá. Jaké diagnostické metody jsou pro vyhodnocení výživného stavu rostlin využívány, jaká je intenzita využití listových hnojiv a biostimulátorů a v jaké míře jsou používány právě u řepky olejky a pšenice ozimé v rámci zemědělských podniků v České republice jsem se rozhodl ověřit v této práci.

## 2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Cílem práce bylo posoudit využívání listových hnojiv v zemědělských podnicích ve zvoleném regionu. Zpracovat literární přehled o listových hnojivech a možnostech jejich využívání u polních plodin. Zaměřit se na možnosti kombinace listových hnojiv, jejich kombinace s biologicky aktivními látkami. Shrnout jejich přednosti a nedostatky. Zpracovat přehled o moderních metodách využívaných k identifikaci nedostatků ve výživě rostlin. Připravit a vyhodnotit dotazník zaměřený na využívání listových hnojiv v polní zemědělské prvovýrobě ve vybraném regionu a u zvolených plodin.

Vědecké hypotézy:

- listová výživa je v zemědělských závodech rovnoměrně využívána u všech plodin;
- ke hnojení listovými hnojivy je pro optimalizaci výživného stavu rostliny využívána vhodná diagnostika.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Mimokořenová výživa

Rostliny vyžadují pro růst a produkci kromě oxidu uhličitého a vody také anorganické živiny. Živiny jsou přítomny v půdě, ale vyčerpávají se, pokud nejsou dodávány prostřednictvím hnojení (Kannan, 2010). Základní rostlinné živiny se aplikují hlavně na půdu, neboť tyto živiny jsou aplikovány ve větších množstvích (Frageria et al., 2009). Hnojení do půdy je běžnou praxí, ale má omezení, pokud jde o dostupnost živin pro rostliny. Prvky, jako je fosfor, draslík a většina mikroživin, jsou fixovány v půdním komplexu, zatímco rozpustnější živiny, jako je dusík, se snadno vyplavují do spodních vrstev půdy a dále do spodních vod. Se zvyšujícími se náklady na fosilní paliva, která poskytují suroviny pro výrobu hnojiv, je třeba hledat inovace v technologiích používání hnojiv (Kannan, 2010).

I když stopové živiny neslouží přímo ke stavbě rostlinného těla, je jejich přiměřené množství nezbytné pro jeho růst a vývoj. S výjimkou bóru se jedná o skupinu tzv. přechodných kovů, které jsou v nadměrném množství pro rostlinu toxické. Z tohoto důvodu je vnitřní koncentrace stopových živin pod přísnou metabolickou kontrolou. Hlavním zdrojem stopových živin pro rostlinu je jejich příjem z půdy. Za nepříznivých půdních a klimatických podmínek (nízká zásoba, nevhodné pH, příliš pevná vazba na půdní částice, sucho atd.) může docházet k trvalému nebo dočasnému nedostatku stopových živin. Navíc, na rozdíl od hlavních metabolizovaných živin, jsou některé stopové prvky (Mn, Fe) jen velmi málo pohyblivé ve floému, proto nemohou být remobilizovány ze stárnoucích listů. Předností listové výživy je možnost dodat potřebné živiny ve vhodné formě a v optimální fázi vývoje přímo na místo spotřeby. Naproti tomu, její významnou nevýhodou je dodávka pouze omezeného množství živin (Trčková et al., 2009).

Aplikace hnojiv na list vyžaduje vyšší index listové plochy pro absorpci aplikovaného živného roztoku v dostatečném množství (Frageria et al., 2009). Na rostlinách s většími listy a celkově větší listovou plochou se zachytí více aplikovaného roztoku (Vaněk et al., 2016), listovou plochu zvětšují např. i trichomy (Kannan, 2010).

Při výraznějších projevech deficitu je často nutné aplikaci opakovat v závislosti na závažnosti problému. Důležitá je koncentrace živin a teplota prostředí, aby nedošlo k poškození listu spálením a zdroj hnojiva by měl být rozpustný ve vodě pro vyšší účinnost. Listové hnojení může významně doplňovat hnojení půdy. Při míchání hnojiv s herbicidy,

insekticidy nebo fungicidy dochází k úspoře nákladů na aplikaci a zvyšuje se pravděpodobnost pozitivního působení na výnos (Frageria et al., 2009).

Branou proti vstupu hnojiv bývá pokožka, která je překrytá kutikulou. Kutikula je ve svrchní části tvořena epikutikulárním voskem, pod ním je uložen kutin obsahující vodu odpuzující látky. Průnik iontů hnojivého roztoku povrchem listů závisí na vlastnostech voskové vrstvy, propustnost se zhoršuje s tloušťkou vrstvy a je závislá na nabobtnání krycích pletiv. Se stářím listu klesá propustnost listu a tím schopnost přijímat živiny. Po smočení kutikuly roztokem hnojiva se nabobtnáním kutinu rozšíří mezery mezi destičkami kutikuly a živiny se dostávají částečně přímo, částečně působením ektodezmů k buněčným stěnám (Zimolka et al., 2005). Živiny přímo pronikají buňkami, nebo se rozptylují buněčnými stěnami a plazmodezmami, kterými jsou dále transportovány (Kannan, 2010).

Rychlost absorpce je u jednotlivých živin různá, kationty pronikají rychleji než anionty. Pro aplikaci kapalných hnojiv je výhodnější vyšší teplota a větší relativní vlhkost vzduchu, za těchto podmínek je na povrchu listů nejdelší expozice hnojiva. Optimální teploty pro aplikaci se pohybují v rozmezí 15 - 20 °C, regenerační hnojení brzy na jaře není proto příliš účinné (Zimolka et al., 2005, Hřivna et Richter, 2003).

Tabulka č. 1: Doba absorpce 50 % celkového množství živiny dle Trčkové (2009) a Zimolky (2005)

Živina	Doba absorpce
N (aplik. v močovíně)	1 - 4 hodiny
Mg, Na	2 - 5 hodin
Zn	1 den
K	1 - 3 dny
Mn	2 dny
Ca	4 dny
P	5 - 10 dní
S	7 - 8 dní
Fe, Mo	10 - 12 dní

Rychlost příjmu živin je možno ovlivnit, urychluje ji například roztok 5% močoviny a smáčedla (Silwet, Break Thru) nebo koloidní transportéry (Greemax). Smyv a zčásti také příjem zpomalují lepidla (Spodnam, Agrovital), případně humáty (Lignohumát) a humátové výluhy (Trisol). U humátů je zároveň výhodou nejen v omezení smyvu, ale i v prodloužení

příjmu (Bečka et al., 2011). Listová hnojiva by se neměla kombinovat s dusíkatými hnojivy typu DAM a SAM, neboť jejich poměrně velké kapky omezují pokrytí listů, a tím i příjem. Výhodná je naopak kombinace s fungicidy či insekticidy díky obsahu smáčedla (Bečka et al., 2011).

Mimokořenová výživa je významný prostředek pro úpravu výživného stavu rostliny, význam má hlavně při aplikaci mikroprvků. Pěstiteli umožňuje rychle reagovat na aktuální potřebu či nedostatek konkrétní živiny (Urban et Pulkrábek, 2018). Během vegetace však mohou nastat období, která jsou nepříznivá pro příjem makroprvků z půdy. Zde lze s úspěchem mimokořenovou výživu také použít, jedná se však o řešení dočasné, sloužící jako prostředek pro překonání nepříznivých období (Hřivna et Richter, 2003). Intenzita příjmu aplikovaných živin je závislá na jejich průniku povrchem listů. Rozhodující roli zde hraje anatomicko-morfologická stavba listů, tloušťka kutikuly, stáří listů a rostliny aj. (Hřivna et al., 2015).

Hlavní výhody listových hnojiv (Škeřík, 2007, Varga et al., 2013):

- mísitelnost s většinou běžně používaných látek na ochranu rostlin, slučování operací;
- rychlá využitelnost jednotlivých živin díky přímému přenosu přes list;
- rovnoměrnost aplikace, použití menších dávek (mikroprvky);
- aplikovatelnost v podzimním i jarním období vegetace – možnost použití v době, kdy je příjem živin přes kořeny z jakýchkoliv (povětrnostních i fyziologických) důvodů omezen;
- možnost použití i na půdách zasolených či málo provzdušněných s malou mikrobiální aktivitou;
- zamezení kontaminace půdy těžkými kovy.

Hlavní nevýhody listových hnojiv (Škeřík, 2007, Varga et al., 2013):

- účinnost závislá na mnoha podmínkách (vlastnosti hnojiva, stav rostliny, vnější podmínky aplikace,...);
- dodání pouze omezeného množství živin;
- relativně vysoká cena u některých hnojiv a jejich kombinací (několik stovek a někdy až tisíce korun na hektar), dodání živin v pevných hnojivech většinou levnější;
- široká nabídka ztěžující orientaci;
- opotřebení aplikační techniky;
- možná toxicita některých kombinací, některé používané kombinace více účinných látek (insekticid + listové hnojivo + stimulátor + smáčedlo + regulátor) nejsou doporučovány;
- smytí hnojiva srážkami následujícími brzy po aplikaci a snížení tak účinnosti hnojiva.

Část roztoku, která se nezachytí na listech, dopadá na půdu, kde mohou být živiny za vhodných půdních podmínek přijaty i kořeny. Intenzita příjmu závisí na délce (ovlivněna teplotou, vlhkostí vzduchu, rychlostí větru) a rovnoměrností pokrytí listu roztokem. Po zaschnutí roztoku se na povrchu utvoří usazenina, která může být účinkem rosy opět rozpuštěna a živiny přijímány. U makroprvků volíme běžně koncentraci okolo 2 %, není problém s aplikací 3-5% roztoků, u mikroprvků j nejčastěji využívána koncentrace 0,1 - 0,2 % (Varga et al., 2013).

Efektivnost používání listových hnojiv dle některých autorů (Trčková et al., 2009, Zimolka et al., 2005) ovlivňuje:

- výběr vhodného hnojiva (obsah a chemická forma živin, dávka /ha, cena);
- doba a způsob aplikace (vývojová fáze, samostatná aplikace, společná aplikace s prostředky na ochranu rostlin);
- povětrnostní podmínky v době aplikace.

Z mikroprvků se nejvíce při foliární aplikaci uplatňuje dusík, k často používaným hnojivům patří roztok močoviny. Hnojiva pro podzimní ošetření ozimů by měla obsahovat fosfor, hořčík a síru. Hnojiva aplikovaná před ukončením vegetace by měla mít pozvolnější působení, aby nedocházelo k ředění buněčných šťáv před příchodem mrazů. Hnojiva pro jarní aplikaci by měla být naopak razantnější v účinku a měla by obsahovat rychle přijatelné formy dusíku, síry a hořčíku, z mikroprvků bór a zinek (Varga et al., 2013).

Významný podíl v sortimentu listových hnojiv tvoří hnojiva obsahující stopové živiny. Tato hnojiva jsou dodávána ve formě minerálních solí, chelátových nebo komplexních sloučenin. K nejdostupnějším zdrojům stopových prvků patří jejich sírany a cheláty s kyselinou etylendiamintetraoctovou (EDTA). Jednotlivé formy (sloučeniny) se liší nejen cenou, ale i rychlostí vstupu do pletiv listu a případnou fytotoxicitou. Jednosložkové koncentráty stopových živin jsou určeny především k odstranění výživových deficitů zjištěných chemickou analýzou rostlin. Účinná jednorázová dávka stopových živin může být velmi nízká (desítky gramů/ha), aplikaci je však třeba opakovat (Trčková et al., 2009).

## **3.2 Pšenice ozimá**

### **3.2.1 Úvod pšenice**

Pšenice je nejrozšířenější obilninou v České republice. Sklizňová plocha pšenice pro rok 2020 činila 758 699 ha (Anonym 1). Vzhledem k širokému sortimentu odrůd se pšenice uplatňuje nejen v našich nejúrodnějších oblastech, ale i v méně příznivých podmínkách bramborařských výrobních oblastí, kde však vyžaduje kvalitní pozemky a pečlivou agrotechniku včetně dostatečného hnojení. Nejvyšší kvality potravinářské pšenice je docilováno v teplejších oblastech (Vaněk et al., 2016).

### **3.2.2 Nároky pšenice a výživa**

Ozimá pšenice je řazena mezi plodiny se střední potřebou živin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy je z půdy odčerpáno v průměru 25 kg dusíku, 5 kg fosforu, 20 kg draslíku, 2,4 kg hořčíku, 4 kg síry a 4,5 kg vápníku (Vaněk et al., 2016, Zimolka et al., 2005).

Příznivý vliv výživy dusíkem může být potlačen vlivem nedostatečné výživy ostatními živinami. Rostlina by po celou dobu vegetace neměla hladovět, aby byla zajištěna maximální tvorba sušiny a bylo tak co nejvíce využito výnosového potenciálu pšenice. V průběhu vegetace můžeme provést hnojení prakticky všemi živinami, jejich využitelnost porostem je však ovlivněna povětrnostními podmínkami. V pevných hnojivech aplikujeme ve formě základního hnojení fosfor a draslík, během vegetace pak dusík doplněný o síru. Síra u pšenice neovlivňuje jen výnos, ale i kvalitu produkovaného zrna a hraje také významnou roli ve formování ukazatelů pekařské jakosti. Po aplikaci síry vzrůstá bobtnavost pšeničných bílkovin, zvyšuje se obsah N-látek a snižuje se enzymatická aktivita zrna nárůstem pádového čísla (Zimolka et al., 2005).

Potřeba živin pro růst a vývoj obilnin rychle stoupá v období intenzivního vegetativního růstu, příjem se zvyšuje již během sloupkování, je výrazný v době metání a svého maxima dosahuje v době květu. Hlavní faktory, ovlivňující výnos pšenice, jsou dobrá půdní zásoba, vhodná předplodina, regulace škodlivých činitelů a správná výživa, a to především výživa dusíkem (Vaněk et al., 2016).

### **3.2.3 Mimokořenová výživa u pšenice**

Pro mimokořenovou aplikaci hnojiv je potřeba dodržet výrobcem doporučenou koncentraci roztoku. U klasických hnojiv je běžná koncentrace makroprvků 1 - 2 %, u mikroprvků 0,1 - 0,2 %. Pro ošetření pšenice lze použít v závislosti na povětrnostních podmínkách 3 - 12 % roztoky hnojiv (Zimolka et al., 2005).

Prostřednictvím listové výživy je dodáván především N v různých formách, Mg a stopové živiny, v mnohem menší míře (na základě anorganických rozborů rostlin) i K a P. Směsné roztoky stopových živin, různých forem N se stopovými živinami nebo komplexní hnojiva se používají hlavně v období intenzivního růstu (např. před koncem sloupkování obilnin) a k překonání krátkodobých stresů, kdy jsou zhoršeny podmínky pro příjem živin z půdy. Na počátku vegetace to bývá období s příliš nízkou teplotou půdy (pod 5°C, v případě fosforu pod 10°C), kdy efektivnost případného použití listové výživy je limitována stupněm vývoje listové plochy. Později se často jedná o přechodná období s nedostatkem srážek, která bývají provázena relativně vysokými teplotami. Krátce po odkvětu schopnost kořenů obilnin přijímat N z půdy rychle klesá. Navíc za normálních povětrnostních podmínek bývají do značné míry již vyčerpány dostupné zásoby vody a živin v půdě. V této době listové aplikace živin a prostředků na ochranu rostlin představují jediný, ale dostatečně účinný nástroj k ovlivnění výše výnosu a jeho kvality. Prodloužením životnosti listové plochy a fotosyntetické aktivity použitím vhodných fungicidů se zvýší HTS, ale může dojít ke snížení obsahu dusíkatých látek v zrně. Pro jeho udržení nebo zvýšení je nezbytná současná listová aplikace močoviny (Trčková et al., 2009).

Racionální použití listových hnojiv je výhodné jen v některých konkrétních případech:

- při dočasně nepříznivých podmínkách pro příjem živin z půdy (např. sucho);
- k regeneraci porostů poškozených abiotickým nebo biotickým stresem;
- k dodání chybějících stopových živin a Mg během vegetace;
- k dodání dusíku v pozdních fázích vegetace ke zvýšení pekařské kvality zrna pšenice (Trčková et al., 2009).

Za základní listové dusíkaté hnojivo lze považovat močovinu, která se používá samostatně (u obilnin v závislosti na vývojové fázi až do koncentrace 10 – 15 %) nebo v kombinaci s dalšími živinami (Trčková et al., 2009). Černý a kol. (2016) uvádí jako výhodné použití roztoku močoviny pro pozdější kvalitativní hnojení. Pozdní přihnojení dusíkem na konci sloupkování až během metání má příznivý vliv na obsah bílkovin a další jakostní ukazatele zrna. Z hlediska obsahu bílkovin v zrně se jako efektivní způsob ukázala aplikace močoviny na list ve dvou dávkách, 13% roztok ve druhém kolénku pšenice a 5% roztok na začátku metání společně s pesticidy, při celkové dávce 25 kg N/ha. Roztoky močoviny lze sice dodat jen menší množství dusíku, i malé množství dusíku přijatého přes listy rostlin může zvýšit a prodloužit aktivitu asimilačního aparátu, zejména v době, kdy je omezený příjem dusíku z aplikovaných hnojiv přes kořeny rostlin. Močovina na list je nejčastěji kombinována s přípravky na ochranu rostlin (Růžek et al., 2014). Kombinací s některými pesticidy dochází

k vyššímu využití dusíku z hnojiva rostlinami ve srovnání se samotnou aplikací roztoku močoviny (Růžek et al., 2012). Z hlediska efektivnosti příjmu živin je výhodná společná aplikace močoviny s fungicidem. Formulace fungicidu, která má usnadnit vstup účinné fungicidní látky do pletiv listu současně urychluje i „příjem“ močoviny. Tento účinek se projevuje zejména v prvních hodinách po aplikaci, v delším časovém úseku s opakovaným obnovením podmínek pro příjem (po opakované hydrataci živin na povrchu listu) se stimulační účinek společné aplikace zmenšuje. Je tedy zřejmé, že společná aplikace je výhodná především při nestabilním počasí, kdy hrozí nebezpečí předčasného smytí aplikovaného roztoku deštěm. Za suchého a teplého počasí je výhodný přídavek látek, které zpomalují vysychání roztoků na povrchu listu (Trčková et al., 2009). K roztoku lze přidávat i přípravky obsahující inhibitory ureázy, které prodlužují dobu přijatelnosti. Dávkou močoviny 25 kg na hektar aplikovanou foliárně ve formě roztoku společně s použitím přípravku Stabiluren bylo v pokusech dosaženo srovnatelných výnosů jako po aplikaci 60 kg dusíku na hektar v LAV nebo DAM (Růžek et al., 2012). Do fáze praporcového listu je možné použít i koncentrovanější roztoky močoviny, většinou jsou však s ohledem na rychlost rozpouštění hnojiva a pokles teploty postřikové kapaliny používány koncentrace do 13 % (Růžek et al., 2014), 5% roztoky mohou při pozdějších aplikacích za určitých okolností již popálit špičky praporcových listů (Růžek et al., 2012). Za teplého a slunečného počasí, kdy dochází k rychlému odparu vody z roztoku ulpělého na listech, není aplikace močoviny příliš vhodná, voda se rychle odpařuje, močovina krystalizuje a vzniklé krystalky padají na povrch půdy, čímž se snižuje využití dusíku z hnojiva často pod 40 %, při příjmu přes list je to za optimálních podmínek až 80 % (Růžek et al., 2014).

Pokud došlo během vegetace k vyčerpání zásob síry, je vhodné ji dodat ještě v pozdních fázích růstu, a to i mimokořenovou výživou. Ke snížení výnosu dochází až při výrazném nedostatku síry v půdě, stejně tak je tomu i u hořčíku. Hořčík by měl být aplikován především na podzim před setím, část je vhodná aplikovat na jaře. Ozimá pšenice vyžaduje hořčík až do konce vegetace. Mimokořenová výživa v pozdních fázích růstu příznivě působí na výnos a především kvalitativní parametry zrn (Černý et al., 2016). Ideální je aplikace roztoku hořké soli (síran hořečnatý -  $MgSO_4$ ) (Šamalík, 2013). Při aplikaci hořké soli je navíc dodána i výše zmíněná síra. Nelze opomíjet ani mikroprvky, a to u pšenice zejména mangan, železo a molybden. Mangan se zapojuje v mnoha fyziologických funkcích, ve fotosyntéze či tvorbě chlorofylu, významný je při tvorbě glycidů a bílkovin. Množství přístupných forem železa a jeho dostupnost rostlinám je velmi malá. Vysoké výnosy snižují obsah železa v potravinách. Železo podporuje tvorbu chlorofylu, působí v redukčních systémech a další. Přihnojení molybdenem na půdách mírně kyselých až kyselých působí příznivě na nárůst výnosu. Všechny

tři prvky katalyzují proces enzymatické redukce nitrátů v rostlinách, tedy přeměnu přijatého nitrátového dusíku na amoniak a jeho zabudování do aminokyselin, tohoto procesu se dále účastní i síra, měď a hořčík, uvedené makro i mikroprvky tak významně ovlivňují využití dusíku a dalších živin (Černý et al., 2016). Měď rovněž usnadňuje příjem a metabolismus dusíku a společně s manganem podporuje odnožování. Na kyselých půdách lze měď nahradit molybdenem (Šamalík, 2013).

### **3.3 Řepka ozimá**

#### **3.3.1 Úvod řepka**

Řepka ozimá (*Brassica napus* L.) je jedna ze tří hlavních světových olejnin (Szczepepanek et al., 2019) a zároveň nejpěstovanější olejнина České republiky. Sklizňová plocha řepky pro rok 2020 činila 369 370 ha (Anonym 1). Výměra se sice postupně snižuje, řepka je však stále významným přerušovačem obilních osevních sledů. Technologická hodnota řepky je do značné míry ovlivněna obsahem oleje v semenech. Semena jsou lisována nebo extrahována, získáván je surový olej. Bílkoviny a další složky zůstávají součástí řepkového extrahovaného šrotu (Tys et al., 2006).

Uplatnění nachází v potravinářství, řepkový olej je vhodný jak pro tepelné zpracování pokrmů, tak pro studenou kuchyni. V krmivářství jsou využívány extrahované šroty, výlisky či drcená semena, jsou součástí krmných směsí jako bílkovinná složka. Řepkovými šroty lze do určité míry nahradit sójové šroty, které jsou do ČR importovány. Dále je řepka využívána v oleochemii. Samostatnou kapitolou je energetické využití řepky. Z řepkového oleje se získává metylester řepkového oleje (bionafta). Olej z řepky lze také využít jako palivo pro přímé spalování. Využití pro energetiku lze i řepkovou slámu, odvozem řepkové slámy se však pěstitel připraví o organickou hmotu a v ní obsažené živiny, proto je nutné tuto variantu zvážit (Baranyk et al., 2010).

Řepka je řazena mezi rentabilní plodiny a proto produkční plochy překračují stále diskutovanou mez. Důsledkem tohoto jevu je pokles výnosů, kolísání v jednotlivých ročnících následkem nedodržení požadovaných osevních postupů, nedodržování zásad střídání plodin, zjednodušování přípravy půdy minimalizací, což vede k nárůstu houbových chorob, a to zejména v teplejších oblastech (Zukalová et al., 2009). Efektivnost pěstování řepky závisí na celé řadě agrotechnických opatření, která musí být v rámci pěstební technologie vyvážené. Většina řepky je pěstována intenzivními technologiemi, založenými na vyšší úrovni dusíkatého hnojení a kvalitní fungicidní a insekticidní ochraně. Problémy však přetrvávají v oblasti



optimalizace výživného stavu porostu během vegetace, při vysoké intenzitě hnojení dusíkem může být korekce výživného stavu limitujícím faktorem snižujícím efektivitu celé pěstební technologie (Pilař, 2003).

### 3.3.2 Nároky řepky a výživa

Řepka je svou spotřebou živin řazena mezi intenzivní plodiny s vysokými nároky na dostatek živin, na jakoukoliv formu hnojení reaguje výrazným nárůstem výnosu semen (Kwiatkowski, 2012). Odběr živin je znázorněn v následující tabulce (podle Baranyk, 2007, Vaněk et al., 2016).

Tabulka č. 2: Odběrové normativy řepky ozimé

Odběr makroživin na 1 tunu semene a odpovídající množství slámy (kg/t)					
N	P	K	Ca	Mg	S
52 - 59	11 - 18	40 - 50	30 - 38	4 - 6	12 - 16
Odběr mikroživin na 1 tunu semene a odpovídající množství slámy (g/t)					
Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
140 - 170	60 - 80	60 - 100	18 - 25	2 - 6	75 - 110

V podzimním období vytváří řepka dobře zakořeněné rostliny a značnou biomasu hmoty za předpokladu včasného a kvalitního založení porostů a dobrých klimatických podmínek s minimálním poškozením od škůdců. Takový dobrý porost přijme během podzimu 25 - 30 % z celkové potřeby dusíku, podobně je tomu i u síry a bóru. Ostatní živiny, jako je vápník, draslík či hořčík, nejsou na podzim přijímány v takové míře, jejich přijatý podíl je většinou mezi 10 - 20 % (Černý et al., 2018).

Řepka vegetuje již velmi brzo, koncem zimního období, za teplejších zim i během celé zimy. Intenzivní příjem živin začíná při dlouhivém růstu a pokračuje až do období květu (Szewczuk, 2003, Vaněk et al., 2016). Při regeneraci porostů vzrůstají nároky řepky především na dusík, dvojnásobná je spotřeba fosforu a síry. Ve vazbě na tvorbu sušiny nejvíce roste v relativním vyjádření spotřeba dusíku a draslíku, během butonizace rostliny odčerpají třetinu potřeby těchto živin. Zvyšuje se také čerpání vápníku a hořčíku (Hřivna et Richter, 2003). Příjem síry koresponduje s čerpáním dusíku, je ale pozvolnější a přetrvává až do období tvorby šesulí. Síra hraje zásadní roli v rostlinném metabolismu, je-li v nedostatku, ovlivňuje kvalitu sklizně (Asare et Scarisbrick, 1995, McGrath et Zhao, 1996, Zhao et al., 1996).

V období butonizace začíná výrazně růst produkce sušiny a obsah živin v rostlině se začíná zředovat. V počátku kvetení dynamika příjmu živin stagnuje a odběr začíná klesat,

u fosforu a mikroelementů je však situace opačná. V období tvorby šesulí je rostlina náročná na dostatek fosforu, vápníku a síry, v této fázi je značný i odběr hořčíku. Dusík je již přijímán minimálně, postupně dochází k redukci listové plochy (Hřivna et Richter, 2003). Obsah oleje lze zvýšit i hnojením bórem a mědí, neboť se tyto živiny podílí na metabolismu tuků (Sienkiewicz-Cholewa et Kieloch, 2015) Mimo toho ovlivňují také generativní vývoj rostlin i vývoj kořenů (Nadian et al., 2010).

Zvýšenou pozornost při hnojení řepky je potřeba věnovat síře, která se často může stávat deficitním prvkem díky snížení emisí síry a s tím souvisejícím menším množstvím spadů na zemědělskou půdu. Deficit síry, ale i její nadbytek, nepříznivě ovlivňuje obsah oleje v semenech (Sienkiewicz-Cholewa et Kieloch, 2015). Szulc a kol. (2003) zmiňuje příznivý vliv hnojení ozimé řepky sírou na snížení obsahu glukosinolátů oproti nehnojeným variantám. Černý a kol. (2018) připomíná, že dodání síry bychom měli řešit především aplikací do půdy, neboť přípravky pro listovou výživu mohou poskytnout jen omezené množství síry. Je však prokázáno, že se vyznačují i fungicidním účinkem, především pokud obsahují thio-sírany. Deficit síry snižuje výnos o 5 – 40 %.

Hnojení makro i mikroprvky je důležitou součástí pěstební technologie ozimé řepky (Jankowski et al, 2016). Řepka vyžaduje půdy s příznivým živinným režimem. Problém spočívá v tom, že právě obsah přístupných živin v půdě v posledních letech však zaznamenal značný pokles, zvyšuje se podíl orných půd se zásobou nízkou a vyhovující (Richter et al., 2010). Čím dříve se nedostatečná výživa stane limitujícím faktorem růstu, tím větší dopad je potom na výnos, což platí i pro výživu mikroelementy u ozimé řepky (Röhl et Makowski, 2009). U současných výkonných odrůd tak nedochází k plnému pokrytí jejich požadavků. Optimální výživa vycházející ze základního hnojení i aplikací hnojiv v průběhu vegetace je nezbytným předpokladem pro zdárný růst rostlin, jejich vývoj a zdravotní stav. Příjem živin rostlinami řepky se vyznačuje vysokou dynamikou především v období regenerace a dlouhivého růstu (Richter et al., 2010). Řepka má zvýšené nároky na bór, proto je potřeba tomuto prvku věnovat pozornost. Některé naše půdy se vyznačují malou zásobou přijatelného hořčíku, proto je vhodné používat mimokořenovou výživu hořčíkem. V praxi lze běžně použít kombinaci hořké soli s močovinou nebo DAM (Vaněk et al., 2016).

Přínos listových hnojiv aplikovaných do řepky je hlavně v letech, kdy dojde k poškození kořenů, například po mokřím podzimu a mrazivém předjaří. V mokřím roce došlo k vyplavení dusíku z půdy, ten pak chyběl následně i v rostlinách, v suchém jaru naopak chyběl rostlinám draslík. Někdy lze aplikaci i vypustit. Aplikací dodáváme zpravidla potřebné živiny v malých dávkách (maximálně jednotky kilogramů), v případě poškození kořenů je to jediný způsob,

jak požadovaný prvek dostat do rostliny. V letech s výraznějším poškozením kořenů je výnosová odezva na aplikaci listových hnojiv vyšší. Mikroprvky se v důsledku malých dávek na hektar ani jinak aplikovat nemohou (Bečka et al., 2011).

### 3.3.3 Mimokořenová výživa u řepky

Úprava výživného stavu rostlin mimokořenovou výživou je u makroživin možná zvláště v období raných vývojových fází, kdy hmotnost sušiny porostu řepky na hektar je nízká, později musíme použít výživu převážně „přes kořeny“ při uplatnění koncentrovaných kapalných hnojiv, případně hnojiv tuhých (Richter et al., 2010). Nesmíme zapomínat, že listová hnojiva by se měla aplikovat na plně obnovenou listovou plochu, nejčastěji podle regionů mezi koncem března až koncem dubna, při nedostatku listové plochy je účinnost těchto hnojiv minimální (Bečka et al., 2011). Listová výživa se aplikuje na základě vizuálních projevů nedostatku na listech, nebo přesněji, s použitím nedestruktivních měřicích přístrojů (Fageria et al., 2009, Liu et al., 2018). Na základě toho lze dosáhnout vyšších výnosů i kvality semen (Jankowski et al., 2016). V průběhu vegetace lze provádět ošetření v několika termínech na jaře a vhodné je využít aplikaci na list již na podzim (Fageria et al., 2009). Listová výživa by měla být trvalou součástí intenzivních technologií pěstování řepky (Jarecki et al., 2019).

Řepka je náročná mimo jiné i na dostatek draslíku, jehož odběr společně s dusíkem roste s nárůstem nadzemní biomasy. Při hnojení draslíkem se uplatňuje především zásada, že se hnojí půda (Baranyk et al., 2007). Během vegetace řepky však mohou být rostliny draslíkem nedostatečně vyživovány i při jeho průměrném obsahu v půdě (Gaj, 2011). Jednou z příčin může být vyčerpání tohoto prvku z oblasti rhizosféry (Shi et al., 2004). Při nedostatku draslíku byl pozorován snížený příjem dusíku a fosforu (Gaj, 2011). Szczepanek a kol. (2016) aplikovali do řepky listové hnojivo obsahující 25,7 % K a 3 % N, a to dvakrát během vegetace. První aplikace byla provedena po vytvoření 6 pravých listů na podzim (2 l) a druhá na jaře ve fázi začátku padání okvětních lístků (4 l). Aplikace draslíku na list vedla v některých ročnících ke zvýšení olejnatosti a HTS, jednalo se především o ročníky s vláhovým deficitem. Příznivý účinek listové aplikace draslíku lze vysvětlit jeho vyšší dostupností a absorpcí. Již na podzim se aplikace projevila ve zvýšení průměru kořenového krčku.

Při aplikaci hnojiv ve formě postřiku na list v pozdním termínu můžeme ještě upravit výživný stav rostlin, zlepšit jejich vitalitu, fotosyntetický výkon a tím přispět nejenom ke zvýšení výnosu, ale i jeho kvality. V tomto období již začínají přebírat funkci fotosyntézy zelené šesule. Období tvorby šesulí pak můžeme charakterizovat jako náročné na dostatek fosforu, vápníku a síry (Hřivna et Richter, 2002). V této fázi je poměrně značný také odběr

hořčíku. Deficit fosforu v pozdějších fázích vegetace omezuje tvorbu semen, vápník ve formě pektátu vápenatého zpevňuje buněčné stěny, což se může odrazit v pevnosti šesulí, síra podporuje tvorbu glykosidů, které mají fyto-sanitární účinek, zvyšuje využití dusíku a stabilizuje obsah oleje v semenech. Úroveň hydratace kutikuly hraje významnou roli v prostupnosti pro aplikované živiny. Mimokořenovou výživu v pozdním období se přímo nabízí spojit s ošetřeními, která se standardně u řepky provádějí. Vzhledem k tomu, že se jedná o pozdní aplikaci, je výhodné se zaměřit především na postřik těmi živinami, které řepka vyžaduje ve zvýšeném množství i v tomto období. Většina z nich se vyznačuje doplňkovým fungicidním efektem (Ca, Mg, S). Aplikace síry formou postřiku na list může přispět ke zvýšení výnosu a odolnosti vůči houbovým chorobám, v pokusech po aplikacích přípravků vždy docházelo k nižšímu napadení, například plísní šedou. Mimokořenová aplikace rovněž přispívá k vyšší olejnatosti semen. Aplikace vápníku na list podpoří zpevnění stěn šesulí, což má pozitivní vliv i na odolnost řepky vůči různým patogenům (Hřivna et al., 2015). Kwiatkowski (2012) uvádí, že jakákoliv aplikace listových hnojiv zvýšila procento přezimovaných rostlin řepky, zvýšila olejnatost i HTS oproti kontrole hnojené pouze NPK. Nejlepších výsledků dosáhla varianta, kdy byl aplikován roztok močoviny a síranu hořečnatého, tato kombinace doplněná ještě o cheláty niklu měla nejpříznivější vliv na HTS a obsah oleje v semenech.

Studie Qin a kol. (2017) ukázala nárůst biomasy řepky po aplikaci molybdenu v počátcích růstu a při dlouhivém růstu stonku, při sklizni již žádný významný rozdíl pozorován nebyl, což naznačuje, že řepka olejná je citlivější na nedostatek molybdenu v raných fázích vývoje. Aplikace molybdenu na list měla příznivý účinek na počet šesulí na rostlinu a na počet semen v šesuli. Szczepanek a kol. (2019) uvádí, že aplikace hnojiva s obsahem bóru a molybdenu na podzim ve fázi BBCH 15 stimulovala růst biomasy a délky kořenů. Účinky listových hnojiv se projeví daleko více v roce s deficitem srážek v jarním období růstu. Opakování aplikace na jaře po předchozím podzimním hnojení měla příznivější vliv na počet šesulí na rostlinu, počet semen v šesuli a také na výnos oproti pouze podzimní aplikaci (Szczepanek et al., 2019).

Ozimá řepka je středně náročná na hnojení manganem, který je základním aktivátorem enzymů fotosyntézy, hraje významnou roli u přeměny cukrů a při syntéze tuků. Je významný pro tvorbu a stabilitu chloroplastů, syntézu bílkovin a redukci nitrátů. Mangan podporuje také odolnost rostlin proti stresu suchem a vysokými teplotami, zlepšuje tvorbu ligninu a odbourávání radikálů. Optimální zásobenost manganem ovlivňuje turgor a fotosyntézu. V dostatečném množství mangan minimalizuje potřebu vody rostlinou, podporuje přezimování a odolnost bakteriálními a houbovými chorobami. Mangan se dobře v rostlině pohybuje s výjimkou přechodu ze starších listů do mladších. Nedostatky manganu jsou viditelné

na nejmladších listech – mezižilkové chlorózy, žlutě mramorované listy, nekrózy, dále omezené kvetení a nasazení šešulí. Nedostatek způsobuje zpožděné dozrávání a sklizeň, snížení výnosu řepky a ovlivňuje i kvalitu řepkového semene. Mangan ovlivňuje olejnatost a fúzi mastných kyselin.

Listová aplikace manganu na podzim pomůže zvýšit odolnost proti abiotickým a biotickým stresovým faktorům. Při hnojení manganem na jaře se doporučuje pro zlepšení příjmu rostlinou aplikovat hnojiva v ranních nebo večerních hodinách za vyšší relativní vzdušné vlhkosti, která je žádoucí. Ke zlepšení příjmu lze do postřiku přidávat pomocné látky, ty mohou zvýšit příjem o 30 – 150 %. Chelátové formy jsou přijímány lépe a lze dávky manganu redukovat.

Výhodnější je aplikace manganu na list na jaře. V podzimním období je potřeba manganu rostlinami řepky malá, navíc při podzimní aplikaci je listový aparát ještě málo vyvinutý a část hnojiva dopadá na půdu a je listy nevyužita. Ošetření porostu před počátkem kvetení listovou aplikací 0,5 – 1 kg Mn/ha ve formě síranu nebo redukované dávce ve formě chelátu je velmi vhodné. Příjem manganu do rostliny díky listové ploše v tomto období je velký. Dřívější studie potvrzují vhodnost dávky 200 – 400 g Mn/ha. Řepka odebírá během regenerace v předjaří 100 g Mn/ha, poté stoupá odběr na 750 g Mn/ha a dosahuje na počátku kvetení 1,5 – 2,5 kg Mn/ha. Na základě tohoto jsou vhodné vícenásobné aplikace manganu. Vhodné je také opakovat aplikaci v případě stresu suchem. Z pohledu technologie ochrany rostlin je možná mísitelnost Mn s přípravky na ochranu rostlin a růstovými regulátory (Röhl et al., 2010).

### 3.3.3.1 Bór

Řepka patří mezi rostliny mimořádně citlivé na bór, proto je mu věnována samostatná kapitola. Nejlépe je přijímán z půdy ve formě kyseliny borité. V půdním roztoku je značně mobilní, podobně jako sírany a nitráty může být z půdy vyplaven. Proto by měl být bór doplňován, ať již do půdy, nebo pomocí listových hnojiv (Černý et al., 2018). Bór v rostlinách ovlivňuje hlavně procesy tvorby, transportu a ukládání energetických látek, zpevňuje pletiva kořenů, stonků, řapíků i čepelí listů, působí na růst kulového kořene, ovlivňuje tvorbu semen v šešulích a dále funkce související s růstem meristémů a se stabilitou buněčných stěn. Toto působení má vliv i na hospodaření rostlin s vodou (Baranyk et al., 2007, Černý et al., 2018). Řada autorů (Yang et al., 2009, Lääniste et al., 2004, Pageau et al., 1999) upozorňuje na zvýšení obsahu oleje v semenech řepky po aplikaci bóru, kdy podle provedených studií došlo k navýšení obsahu oleje oproti kontrole o 1 - 4 %. Spychaj-Fabisiak a kol. (2011) uvádí zvýšení olejnatosti po společné aplikaci bóru a síranu hořečnatého o více než jedno procento.

Dobré zásobení bórem zvyšuje i intenzitu kvetení a pozitivně také ovlivňuje průběh kvetení. Dalším pozitivem je pozdnější opad listů po aplikaci bóru (Röhl et al., 1990). Bór se také podílí na transportu asimilátů a přispívá k lepšímu využití dusíku v rostlinách (Černý et al., 2018). Zapojuje se do syntézy sacharidů, ovlivňuje jejich translokaci a tvorbu stabilních polysacharidů v buněčných stěnách. Kromě toho se bór podílí na zvýšení antioxidační aktivity rostlin (Škarpa et al., 2016). K dodání potřebného množství bóru je výhodné použití listových hnojiv nejen z důvodu rovnoměrnější aplikace postřikem, ale také v případě, že je příjem přes půdu omezen. To platí zejména na půdách těžkých, zásaditých, a také velmi kyselých. Pro mimokořenovou výživu jsou vhodnější hnojiva, kde je bór součástí rozpustné organické formy (borethylenamin). Tato forma je přes listy lépe přijímána než kyselina boritá a je obsažena ve většině dnešních hnojiv (Černý et al., 2018).

Nedostatek bóru se projevuje spíše snížením kvality produkce, ke snížení výnosu dochází až při jeho výraznějším nedostatku (Baranyk et al., 2007). Černý a kol. (2018) uvádí, že deficit bóru může stát za poklesem výnosu o 10 – 30 %. Při deficitu dochází ke zpomalení růstu vegetačního vrcholu a kořenové špičky, při silnějším nedostatku může dojít až k odumření vegetačního vrcholu (Baranyk et al., 2007). Při nedostatku bóru mohou mít rostliny problémy v méně příznivých povětrnostních podmínkách (období sucha, silné přivalové deště, extrémně vysoké teploty, pozdní mrazíky). Pokud během intenzivního růstu nastane období sucha, může to vést ke zkrácení období determinace, omezení fotosyntézy, urychlení senescence, omezení výnosů (Röhl et Makowski, 2009) a fyziologickému opadu květů. Fyziologický opad květů znamená ztrátu generativních orgánů a spadá do období počátku kvetení (Röhl et al., 1989). Jednou z možností, jak omezit tyto negativní jevy, je foliární aplikace bóru, která procesy stárnutí výrazně zpomaluje (Röhl et Makowski, 2009) a je také velmi účinná při dodání bóru rostlinám s projevy deficitu během vegetace (Varga et al., 2014, Ma et al., 2015), případně v období omezené aktivity kořenů v suchém půdním prostředí (Mortvedt, 1994). Po aplikaci bóru se navýší počet šesulí na rostlině (Röhl et al., 1989). Jankowski a kol. (2016) uvádí, že výnos byl hnojením bórem výrazněji ovlivněn především v suchých jarních obdobích.

Předpokládá se, že většinu půd je potřeba bórem hnojit, výjimkou jsou půdy hluboké, hlinité a půdy dostatečně organicky hnojené (Baranyk et al., 2007). Vhodnou dobou pro doplnění bóru do porostů řepky je fáze dlouhivého růstu až do počátku kvetení (Baranyk et al., 2010). Potřeba bóru, vyjádřená odběrovým normativem na tvorbu hlavního výnosu a tomu odpovídajícího množství slámy, se pohybuje v rozmezí 75 – 110 g/1t semen (Dell et Huang, 1997). Dávka bóru by měla činit maximálně 150 - 230 g B/ha. Přihnojení lze opakovat během jara, celková dávka činí asi 400 - 500 g B/ha. Na půdách se silným

deficitem lze bór aplikovat v listových hnojivech již v podzimním období, v období měsíce října (Baranyk et al., 2010).

### ***Aplikace bóru na podzim***

Potřeba bóru nastává u řepky již v podzimním období, a to zejména pro stimulaci růstu kořenové soustavy a zvýšení odolnosti rostlin proti případnému poškození nízkými teplotami. Větší význam má aplikace především na lehčích půdách, v podmínkách sucha a jeho snížené přijatelnosti z půdy (Škarpa et al., 2016). Hnojení bórem na podzim ovlivňuje vyzimování porostů, neboť nedostatek bóru vede k větší náchylnosti k mrazům, ovlivňuje stabilitu rostlinných buněk – jejich poškození mrazem, ovlivňuje odumírání a trhání kořenového systému účinkem mrazu, dále odumírání buněk vlivem tvorby krystalů ledu ve vakuolách. Bór způsobuje tvorbu stabilních polysacharidů v buněčných stěnách. Problémem aplikace bóru na list na podzim je u slabých porostů řepky nedostatečný listový aparát pro příjem bóru. S podzimním hnojením řepky bórem na list bychom měli počítat ve fázi BBCH 10 – 29, rostliny by měly mít 4 – 6 listů a dávka se pohybuje mezi 200 – 800 g/ha. Jako další účinek bóru kromě zlepšení odolnosti mrazu lze zmínit lepší odolnost proti houbovým chorobám (*Verticilium*, *Phoma*) a pozitivní vliv na kořenový systém (tvoří se kratší pevné kořeny odolné mrazu) (Röhl et Makowski, 2009).

Tabulka č. 3: Aplikace bóru na podzim (Röhl et Makowski, 2009)

	<b>Fáze růstu</b>	<b>Dávka</b>	<b>Pozn.</b>
Do půdy		<ul style="list-style-type: none"> <li>● při nízkém a velmi nízkém obsahu: 2,0 kg B/ha</li> <li>● při středním uspokojivém obsahu: 1,0 kg B/ha</li> </ul>	doba účinku: 2 až 4 roky
		1,5 až 3,0 kg B/ha	při silném deficitu
Na list	3 – 8 listů (BBCH 19 - 25)	0,3 kg B/ha	lepší přezimování, zlepšení odolnosti chorobám
	BBCH 10 - 29	<ul style="list-style-type: none"> <li>● při akutním nedostatku: 0,5 kg B/ha</li> <li>● při latentním nedostatku: 0,4 kg B/ha</li> </ul>	
	4 – 6 listů (BBCH 21 - 23)	0,45 kg B/ha	lepší odolnost mrazu
		0,3 až 0,8 kg B/ha (doplnit druhou aplikací na počátku květu)	lepší tvorba kořenového vlášení, zároveň nižší napadení <i>Verticilium</i> a <i>Phomou</i>
		0,4 kg B/ha	
		0,3 až 0,4 kg B/ha	lepší odolnost mrazu
	5 – 6 listů (BBCH 22 - 23)	0,2 až 0,3 kg B/ha	zlepšení tvorby kořenového systému
0,2 kg B/ha		při silném deficitu	
	0,4 až 0,8 kg B/ha	použít vyšší dávku vody při silném deficitu na podzim	
	Podzimní aplikace	0,2 kg B/ha	+ 0,4 kg B/ha ve 2 dávkách v předjaří a na jaře

### ***Aplikace bóru na jaře***

Na bór je řepka nejnáročnější v období kvetení až tvorby šešulí, hnojení bórem by mělo být opakováno i v pozdějších fázích vegetace (Černý et al., 2018). Hlavním obdobím pro aplikaci bóru je období tvorby poupat a počátek květu (BBCH 50 – 61), v této fázi by mělo být aplikováno 300 – 500 g B/ha, možné je i dělení dávek. Zůstává ještě otázka, jak se vypořádat se stresovými podmínkami způsobenými suchem, zejména v pozdním jaru. Možností je opět dodání menšího množství bóru na list před obdobím sucha v plném květu, po aplikaci dochází k menší redukci generativních orgánů (Röhl et Makowski, 2009). Při výživě řepky je nutné počítat i s bórem, který při mimokořenovém hnojení dopadne na půdu a který je případnými srážkami (deštěm, ale i rosou) smyt z povrchu listů. Přijatelnost bóru kořenem je pak velmi závislá na půdních vlastnostech. Množství bóru přijatého do rostliny pak signifikantně koreluje s ulpělým množstvím roztoku hnojiva na nadzemních částech rostlin. Použití smáčedel je obecně známým prostředkem jak zvýšit efektivitu listové aplikace v důsledku lepšího rozptření roztoku na povrchu listu a jeho udržení po delší dobu (Škarpa et al., 2016).

Tabulka č. 4: Aplikace bóru na jaře (Röhl et Makowski, 2009)

<b>Fáze růstu</b>	<b>Dávka</b>	<b>Pozn.</b>
obnovení vegetace	0,3 - 0,4 kg B/ha	společně s prvním vstupem
	0,2 - 0,3 kg B/ha	při akutním nedostatku, v TM s druhým vstupem, příp. listovou výživou ostatními prvky
	bez udání dávky	„časně na jaře“
počátek dlouhivého růstu (BBCH 30)	0,4 - 0,8 kg B/ha	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• při akutním nedostatku: 0,5 kg B/ha</li> <li>• při latentním nedostatku: 0,4 kg B/ha</li> </ul>	1. dávka
	0,4 kg B/ha	1. dávka, TM s regulátory růstu
tvorba poupat (BBCH 50)	0,3 - 0,8 kg B/ha (společně i s podzimní aplikací)	60 – 100 % z dávky bóru plánované pro listovou aplikaci
	0,2 - 0,3 kg B/ha	TM s regulátory a fungicidy
tvorba poupat až počátek kvetení (BBCH 50 - 61)	0,3 - 0,8 kg B/ha	nižší dávka pro lehké půdy, vyšší pro těžké půdy
	0,3 - 0,5 kg B/ha	pokrytí největší potřeby na počátku květu „standardní opatření“
před počátkem kvetení (BBCH 60)	0,4 kg B/ha	
	0,3 - 0,45 kg B/ha	
	0,4 kg B/ha	
	0,4 kg B/ha	ve 2 dávkách
plný květ (BBCH 64)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• při akutním nedostatku: 0,5 kg B/ha</li> <li>• při latentním nedostatku: 0,4 kg B/ha</li> </ul>	2. dávka
	0,2 kg B/ha	2. dávka „hnojení do květu“



### 3.4 Biologicky aktivní látky

V souvislosti s dosažením soběstačnosti a následnou nadprodukcí potravin se prioritou stává kvalita dosahované produkce, odolnost rostlin proti biotickým a abiotickým stresům a v neposlední řadě biologizace rostlinné výroby, což vedlo ke zvýšené pozornosti zaměřené na výzkum a využití přípravků na bázi biologicky aktivních látek, obecně označovaných jako biostimulátory, které jsou více či méně přírodního původu (Pačuta et al., 2015, Trčková, 2010). Přípravky obsahující biologicky aktivní látky se používají na stimulaci metabolických funkcí rostlin, zlepšení adaptace rostlin na sucho, na biotický a abiotický stres, zlepšuje se regenerace rostlin po působení stresových faktorů a potenciálně podporují příjem živin rostlinou z půdy (Pulkrábek et al., 1999, Černý et al., 2000, Procházka et al., 2017).

Biologicky aktivní látky jsou strukturálně a funkčně aktivní látky přítomné v živých organismech. V širším slova smyslu bychom za tyto látky mohli považovat všechny sloučeniny od vody po aminokyseliny. Důraz je však kladen na slovo aktivní, což znamená, že jde o látky vykonávající, respektive podněcující činnost a pro danou aktivitu specifické (Dřímálová, 2005). Mezi biologicky aktivní látky řadíme růstové regulátory, enzymy, látky spojené s bioenergetikou rostlin a fotosyntetické pigmenty tvořící bílkovinné komplexy účastnící se přeměny energie elektromagnetického záření na energii chemických vazeb (Procházka et al., 2017).

Přípravky obsahující biologicky aktivní látky nejsou listová hnojiva, i když mohou obsahovat makro nebo mikroelementy (Černý et al., 2000, Pulkrábek et al., 1999), neobsahují však významnější množství živin (Trčková, 2010). Jedná se především o látky ovlivňující růst a vývoj nadzemních a podzemních částí rostlin stimulující přirozené procesy rostliny s cílem zvýšit příjem a účinnost živin, toleranci vůči abiotickému stresu, urychlovat regeneraci poškozených porostů a příznivě ovlivnit kvalitu produkce (Štranc, 2010, Trčková, 2010). Za biologicky aktivní látky můžeme považovat látky přírodního původu (produkované rostlinami) nebo syntetického původu (Černý et al., 2000, Pulkrábek et al., 1999). Kontrolují dělení buněk, ovlivňují základní životní procesy (dýchání, fotosyntézu, kořenovou výživu, růst, tropizmy, kvetení, tvorbu plodů) a regulují fyziologickou a morfológickou korelaci orgánů a tkání rostlin. Jejich největší úloha v rostlinné výrobě spočívá v regulaci růstu a vývoje rostlin, a tím v podpoře co nejvyšší produkční schopnosti, resp. k dosažení co nejvyššího výnosu (Štranc, 2010). Podle Procházky a kol. (2017) jsou například listové preparáty obsahující biostimulátory ve formě aminokyselin nebo výtažků z mořských řas schopny eliminovat vliv sucha, tepla a dalších možných povětrnostních faktorů vedoucích k redukci výnosu.

Biologicky aktivní látky můžeme rozdělit na látky (Macháčková et Krekule, 2002):

- nefytohormonální povahy (např. sodné soli nitrofenolů, deriváty kyseliny benzoové, huminové látky, hydrolyzáty bílkovin, extrakty z mořských řas aj.);
- fytohormonální povahy (k základním rostlinným hormonům se řadí auxiny, gibbereliny, cytokininy, kyselina abscisová, etylen, brassinosteroidy a jasmonáty).

### 3.4.1 Látky nefytohormonální povahy

Sodné soli nitrofenolů (Atonik, N-Fenol) - ovlivňují rychlost odbourávání auxinů (Trčková, 2010). Ovlivňují syntézu L-tryptofanu, prekurzoru biosyntézy auxinů, čímž zvyšují jejich obsah (Bečka et al., 2011). V případě použití v raných fázích vývoje a v období intenzivního růstu mohou stimulovat diferenciaci a růst kořenů (Trčková, 2010). Lze je použít pro stimulaci po jakémkoliv stresu, musí však být použity až po odeznění stresového období (Bečka et al., 2011).

Deriváty kyseliny benzoové (Almiron, Sunagreen) - endogenní kyselina 2-hydroxybenzoová (k. salycilová) se podílí na přenosu stresového signálu hlavně u biotického stresu, kyselina 2-amino-pentandiová (k. glutamová) se řadí mezi primární metabolity dusíku a tvoří významný podíl v celkovém obsahu volných aminokyselin. U těchto přípravků využívaná kyselina 2-aminobenzoová je vzdálený prekurzor auxinu, pro dosažení auxinové aktivity musí být metabolizována na aminokyselinu tryptofan, ze kterého následně může být syntetizována kyselina indolyloctová - auxin. (Trčková, 2010). Některé přípravky, jako např. Sunagreen, jsou dále doplněny látkou působící jako inhibitor přirozeného rozkladu vzniklého auxinu a prodlužují jeho účinek na rostlinu (Šamalík, 2009).

Huminové látky - vznikají při rozkladu organické hmoty v půdě procesem zvaným humifikace. Molekuly huminových kyselin a fulvokyselin mají velký aktivní povrch (Bečka et al., 2011), s ohledem na svoji velikost zřejmě vůbec nevstupují do rostlinných pletiv. Pokud jsou aplikovány s nepolárními látkami, jako je například močovina, nebo s jednomocnými ionty, snižují mírně rychlost jejich příjmu a současně zpomalují vysychání aplikovaného roztoku na povrchu listu. Pokud nastane delší suché a teplé období, mohou pozitivně ovlivnit jejich příjem. Snižit příjem však mohou huminové látky u dvojmocných kationtů, vytváří s nimi nerozpustné sraženiny (Trčková, 2010). Podle způsobu výroby rozlišujeme několik skupin, a to: směs alkalických solí huminových kyselin a fulvokyselin (ForteHum), lignohumáty - huminové a fulvové kyseliny a jejich soli (Lignohumát, Lexin) (Bečka et al., 2011) a kyselé alkoholicko-vodní výluhy vermikompostu (Vermiaktiv stimul) (Trčková, 2010).

Hydrolyzáty bílkovin (aminokyseliny) (Synergin, Eutrofit) - aminokyseliny jsou základní složkou každého živého organismu. Vedle syntézy bílkovin slouží jako výchozí látka pro syntézu mnoha důležitých sloučenin, jako jsou vitamíny a nukleotidy (Trčková, 2010).

Extrakty z mořských řas (Algasol, Algavit) - rostlinné hormony obsažené ve výtažcích z mořských řas účinkují jako stimulant růstu rostlin a zvyšují intenzitu fotosyntézy. Kromě výše zmíněných hormonů obsahují také betainy, které nejsou běžnými rostlinnými hormony (MacKinnon et al., 2010). Jejich vedlejší funkcí je zvyšovat odolnost rostliny proti suchu a mrazu (Craigie, 2011). Mohou také působit jako zdroj dusíku pro rostliny a zvyšovat obsah chlorofylu v listech. Polymery, syntetizované mořskými řasami, hrají důležitou roli při obraně rostlin proti mikroorganismům (Craigie, 2011, Khan et al., 2009). Výtažky z mořských řas dále obsahují polyfenoly, které chrání rostliny před chorobami (Wijesinghe et Jeon, 2012), karotenoidy umožňující rostlinám chránit se před degradací chlorofylu (Tarakhovskaya et al., 2007) či makro a mikroprvky, jako jsou železo, mangan, měď (Craigie, 2011). Extrakty z mořských řas mohou působit jako rostlinné biostimulanty zlepšující stav a vitalitu rostlin díky přítomnosti mnoha bioaktivních látek důležitých pro vyšší rostliny (Gupta et Abu-Ghannam, 2011). Stejně jako u dalších biologicky aktivních látek se nejedná o hnojiva, ale o stimulanty růstu, neboť výtažky z řas se používají ve velmi nízkých koncentracích a jejich úlohou není dodávat rostlině živiny, mají za úkol podporovat růst rostliny dodávkou rostlinných hormonů (zvýšení účinnosti fotosyntézy a následně vyšší výnos plodiny, ochrana před škodlivými organismy), snižovat dopady abiotického stresu (zasolení, sucho, nízké teploty) a stimulovat růst symbiotické prospěšné mikroflóry v rhizosféře (Chojnacka et al., 2012). Kvalita produktu závisí na druhu řasy, době sklizně a způsobu extrakce (Trčková, 2010).

Na trhu se vyskytuje spousta přípravků kombinující výše uvedené látky (Energen Aktivátor, Energen Fruktus).

### **3.4.2 Látky fytohormonální povahy**

Růstové regulátory koordinují metabolismus, růst a vývoj předáváním informací mezi buňkami a orgány. Mezi přirozené růstové regulátory patří rostlinné hormony (fytohormony) a další látky s regulační aktivitou. U rostlin rozlišujeme pět skupin endogenních rostlinných hormonů, ty jsou přítomny ve velmi malých množstvích. Závislost účinku fytohormonů není tak zřejmá a může se pohybovat od stimulace k inhibici růstové reakce. Během růstu a vývoje rostlin dochází k interakci různých skupin fytohormonů. Každý hormon ovlivňuje několik procesů a naopak, týž proces bývá ovlivněn větším počtem různých látek. Přítomnost hormonů je dána biosyntézou, rozkladem nebo inaktivací a transportem. Jejich působení je podmíněno

vazbou na receptorovou bílkovinu, kde je ke spuštění biochemických reakcí třeba vytvoření komplexu hormon-receptor. Hormon se může vázat na receptor umístěný na membráně a signál je do buňky přenášen systémy druhých posílů nebo hormon proniká do buňky, váže se na rozpustný receptor v cytoplazmě a takto vzniklý komplex proniká do jádra, kde vyvolá změnu v expresi některých genů (Procházka et al. 1998).

Auxiny - prvním objeveným a nejlépe prozkoumaným fytohormonem je kyselina indolyl-3-octová (IAA). Mezi základní fyziologické funkce patří indukce prodlužovacího růstu a stimulace dělení, fototropismus a gravitropismus, apikální dominance (Dřimalová, 2005), zakládání postranních a adventivních kořenů (Tarakhovskaya et al., 2007). Také se účastní opadu plodů a listů (Dřimalová, 2005).

Cytokininy - biosyntéza probíhá ve všech rostlinných orgánech, převážně však ve vrcholové části kořenů. Základní funkcí cytokininů je stimulace buněčného dělení. Spolu s auxiny jsou základem regeneračních procesů (Dřimalová, 2005). Cytokininy chrání rostliny před následky teplotní změny (Tarakhovskaya et al., 2007). Snižují také apikální dominanci, zpomalují stárnutí (degradaci chlorofylu) a udržují vysokou metabolickou aktivitu pletiv (Dřimalová, 2005). Stimulují tvorbu cukrů a jejich pohyb do sinku a snižují potřebu energie na zahájení fotosyntézy (Kohoutová-Hradecká, 2010).

Gibereliny - tvoří se pravděpodobně ve všech rostlinných orgánech a jejich nejvyšší hladiny se nachází v místech aktivního růstu a nově se tvořících orgánů. Hlavní fyziologické účinky giberelinů jsou stimulace prodlužovacího růstu nadzemních částí rostlin. Dále indukují kvetení a regulují období juvenilnosti. Ovlivňují také ontogenezi při klíčení semen indukcí produkce enzymů mobilizujících zásobní látky (Dřimalová, 2005).

Kyselina abscisová (ABA) - nejvíce se jí tvoří v dormantních orgánech a rychle rostoucích pletivech. Pro své funkce je nazývána také jako hormon stresu (Dřimalová, 2005), je zodpovědná za syntézu proteinů potřebných pro reakce na sucho (Craigie, 2011). Brání ztrátám vody snižováním transpirace a zvyšováním odolnosti cytoplazmy. Stimuluje degradační procesy a urychluje stárnutí. Reguluje také dormanci semen a pupenů (Dřimalová, 2005).

Etylen - mezi jeho fyziologické účinky patří účast na procesech stárnutí, inhibice prodlužovacího růstu a stimulace radiálního růstu. Signalizuje fyziologický stres a vyvolává ochranné reakce (Dřimalová, 2005).

Brassinosteroidy - chemickou strukturou se podobají živočišným steroidům. Mají příznivý vliv na růst, neboť prodlužují buňky a stimulují dělení. Zvyšují počty odnoží, větví, klasů, šišulí, lusků. Podporují nárůst pokryvnosti listoví a vyšší obsah chlorofylu. Stimulují

součinnost endogenních hormonů, regulují kvetení krátkodenních rostlin. Snižují příjem těžkých kovů rostlinami a pomáhají rostlinám zvládat stresová období (Kohoutová-Hradecká, 2010).

Polyaminy - vznikají z aminokyselin argininu a ornitinu, při látkové přeměně v rostlinách mají stimulační efekt - urychlují buněčné dělení. Mají také vliv na tvorbu nukleových kyselin, podílí se na zakládání generativních orgánů a podporují kvetení (Kohoutová-Hradecká, 2010).

Kyselina jasmonová - kyselina jasmonová a její prekurzory a konzervanty, označované jako jasmonáty, jsou důležité molekuly při regulaci mnoha fyziologických procesů v růstu a vývoji rostlin, zejména při reakci rostlin na biotické a abiotické stresy (Ruan et al., 2019). Kyselina jasmonová také řídí stárnutí rostlin (Borrego et Kolomiets, 2016).

Mezi další látky s růstově regulační aktivitou patří oligosacharidy, vícesytné alkoholy a glukosaminy. Podporují růst, regulují vodní režim rostlin a stimulují pohyb metabolitů a živin vodivými pletivy. Posilují také odolnost vůči patogenům, kterou posilují i fenolderiváty kyseliny skořicové, antokyany, flavonoidy a kyselina salicylová (Kohoutová-Hradecká, 2010)

Některé syntetické deriváty auxinů a cytokininů vykazují vyšší biologickou aktivitu než přirozené fytohormony. Synteticky připravené deriváty fytohormonů, které se v přírodě nevyskytují, nejsou fytohormony. Tyto sloučeniny vykazující fytohormonální aktivitu jsou souhrnně označovány jako regulátory růstu rostlin, pojmenování fytohormony přísluší pouze těm regulátorům růstu, které se vyskytují jako přirozené rostlinné látky. V praxi jsou velice často tyto látky aplikovány společně s listovou výživou, kdy se jejich stimulační efekt ještě zvyšuje (Urban et Pulkrábek, 2018).

V posledních letech jsou díky zjednodušené registraci stimulanty registrovány jako hnojiva - pomocné půdní látky a pomocné rostlinné přípravky. Tyto látky urychlují transportní procesy a využití hnojiv, podporují tvorbu kořenů, listů a generativních orgánů, omezují jejich redukci a také zvyšují lignifikaci buněčné stěny. Tyto účinky vedou ke zvýšené odolnosti k napadení houbovými chorobami a škůdci, k přezimování a poškození jarními mrazíky, herbicidy, suchem a také zvyšují odolnost k nedostatečné výživě (Hnilička et al., 2019). Aplikovány jsou zpravidla formou listové aplikace, pro dosažení požadovaného účinku je nezbytný vstup stimulační látky do pletiv listů a její translokace na místo působení, přičemž nesmí dojít k její metabolické inaktivaci. Používané koncentrace se často pohybují na spodní hranici potencionální fyziologické účinnosti (Trčková, 2010).

Výhodou stimulantů je častá možnost kombinace s pesticidy, listovými hnojivy i s DAM. Na podzim se používají pro zvýšení jistoty přezimování a podporu tvorby kořenového systému

řepky. U tank-mixů s listovými hnojivy dochází k synergickému působení, případně je možné využít listové hnojivo jako stimulant (Hnilička et al., 2019).

### 3.4.3 Biostimulátory u pšenice

V porostech ozimé pšenice máme široké okno pro uplatnění biostimulátorů, protože první zásahy mohou být využity pro jarní regeneraci porostů, ať již po jejich poškození během zimy nebo pro urychlení jarní regenerace. Aplikace prováděné během odnožování mohou výrazně posílit kořenový systém, který bude v následujícím období zárukou lepšího příjmu vody a živin, podílí se navíc jako jakýsi vlastní autoregulační systém na tvorbě odnoží v potřebném množství a síle. V řídkých porostech jsou nejvhodnější zásahy zaměřené na podporu odnožování. Přípravky na bázi solí nitrofenolů (Atonik a další) se podílejí na tvorbě optimální struktury porostu, neboť podporují tvorbu silných odnoží s plnohodnotnými klasy, které se vyznačují i vyšším počtem zrn. Aplikaci lze kombinovat s regulátory růstu na konci odnožování (Bezdíčková, 2018).



*Obrázek č. 1: Nekvalitně založený porost pšenice ozimé, kterých je po deštivém podzimu 2020 celá řada*

U špatně založených porostů, kterých bude letos na jaře po loňském mokřem podzimu celá řada, musíme porostům věnovat větší pozornost. Rostliny nemají dostatek odnoží a kořenový systém může být poškozen. Při rychlém nástupu jara hrozí rychlé navýšení apikální

dominance, ukončí se odnožování a rostliny začnou sloupkovat, v přísuškových oblastech je nebezpečí silného stresu rostlin z důvodu nekvalitních kořenů. Takový porost je nutné co nejdříve podpořit rychle přijatelným dusíkem. Při odnožování je třeba rychle podpořit tvorbu kořenového vlášení a jemných kořenů pomocí huminových látek (větší počet kořenových špiček znamená více cytokininů a to vede k podpoře odnožování). K tomu je vhodné přidat mangan. Mangan snižuje apikální dominanci a podporuje odnožování, vhodný je i přírůdek mědi, při nízkých teplotách je blokován příjem dusíku a porost je potřeba nastartovat. Roztokem močoviny o koncentraci 12 - 15 % indukujeme tvorbu cytokininů a tím opět podporujeme odnožování. Při kvalitně založeném porostu si musíme dát pozor při chladném jaru, pak může vznikat spousta odnoží, z nichž by některé mohly být parazitické. Je předpoklad, že kořeny neutáhnou nadzemní část. V případě dostatku odnoží již dále odnožování podporovat nemusíme. Naopak, důležitou aplikací je kombinace auxinového přípravku s antigiberelinem pro odstranění parazitických odnoží a vyrovnání hlavních (Mach, 2011).

V obdobích přísušků v různých fázích vývoje porostu pšenice nacházejí uplatnění biostimulátory na bázi huminových kyselin nebo extraktů z řas, které mohou rostlinám pomoci nepříznivá období pro růst lépe překonat nebo alespoň částečně eliminují negativní dopady stresu. Aplikace těchto přípravků mohou přinést navýšení výnosu v řádech jednotek až desítek procent, výrazný vliv na navýšení má pozitivní vliv aplikace na hustotu porostu, zvýšení HTS a objemové hmotnosti. Pokud jsou tyto látky aplikovány pozdě nebo je porost příliš stimulován, výnosová odezva se nemusí projevit nebo takovéto aplikace mohou naopak porostu uškodit. Pěstitel sice nikdy předem přesně neví, zda bude během vegetačního období dostatek srážek či nikoliv, kvalitní biostimulátory však přináší benefit do výnosu v každém ročníku (Bezdičková, 2018).

#### **3.4.4 Biostimulátory u řepky**

Řepkové porosty mohou být v důsledku deštivého podzimu slabší s méně narostlými rostlinami a kořeny v horším stavu. Po zimě je hlavně u slabších porostů kromě včasného hnojení dusíkem důležitá podpora růstu a dodání pohotových živin v listových hnojivech (Bečka et al., 2011). K urychlení fáze regenerace listové plochy je u poškozených porostů možné použít přípravky obsahující auxin nebo jeho prekurzory. Lze použít i zinečnaté přípravky, které rovněž tvorbu auxinů podporují (Šaroun, 2012). Podle Bečky a kol. (2011) je nejvhodnější auxinové přípravky aplikovat ve fázi žlutého poupěte. Vedle zvýšení výnosu mohou mírně zvyšovat i HTS a olejnatost.



*Obrázek č. 2: Oslabený porost řepky po zimě*

K urychlení regenerace v období, kdy ještě není kořen plně funkční, lze využít i roztoky močoviny s koncentrací do 8 %. Její zabudování je však energeticky náročné, aplikace proto vyžaduje současnou aplikaci volných uhlíkových řetězců, např. ve formě cukru. Významnou roli hraje výživný stav porostu. Pokud dodáním antigiberelinů zmírníme auxinový efekt, rostlina přestane primárně vyživovat hlavní vegetační vrchol a dojde k posílení toku živin a asimilátů do větví. Za určitého stavu výživy, který by jinak byl dostačující pro hlavní vegetační vrchol, může dojít k nedostatku některých živin (Šaroun, 2012).

Několikaleté zkušenosti jsou v pokusech s Atonikem (nitrofenoly), který podporuje jarní vegetaci rostlin (Bečka et al., 2011). Nitrofenoly působí protistresově, zároveň zpomalují nástup a účinek auxinů a jejich využití (Šaroun, 2012). Podmínkou je alespoň částečná obnova listové zeleně. Postřik lze nasměrovat podle rychlosti obnovy vegetace do prvního tank-mixu na stonkové krytonosce, případně až do druhého ošetření na krytonosce a blýskáčka, tedy při výšce porostu 20 - 30 cm. Příznivé se ukázaly i aplikace v zeleném až žlutém poupěti na snížení opadu generativních orgánů. Aplikaci lze směřovat i do období žlutého poupěte společně s fungicidem a insekticidem, i při použití samotného Atoniku bylo pozorováno menší napadení šesulovými škůdci (možným vysvětlením je odpudivý zápach Atoniku) i houbovými chorobami (posílení rostlin a jejich větší odolnost vůči infekci) (Bečka et al., 2011).



### 3.5 Diagnostické metody

Diagnostické metody slouží k získání potřebného objemu dat popisujících stav půdy a výživný stav porostu sloužící ke správnému rozhodování o výživářských zásadách na pozemku, případně pro konkrétní místa polí v systémech uplatňovaného precizního zemědělství. Tyto údaje lze ještě kombinovat s leteckými či satelitními snímky a také s výnosovými mapami (Lukas et al., 2012). Výsledky anorganických rozborů často ukazují na deficit makro i mikroprvků, na který lze reagovat právě mimokořenovou výživou, která dodá urychleně potřebnou živinu při špatných povětrnostních podmínkách či změně chemismu půdy (Zimolka et al., 2005, Röhl et al., 2010). Pro posouzení výživného stavu je k dispozici celá řada metod informujících pěstitele o případném problému ve výživě. K nepřímým metodám patří dlouhodobě používané metody sloužící ke zjištění agrochemických vlastností půd. Optimální je stav, kdy obsah přístupných živin v půdě je v oblasti dobré zásoby, půdní reakce by se měla pohybovat v rozmezí pH 6 - 7. Půda může splňovat výše uvedené požadavky, jiná situace však může být v chemickém složení rostlin, což může vést k narušení tvorby výnosotvorných prvků i parametrů kvality. Proto je třeba sledovat i výživný stav rostlin během vegetace a reagovat na odchylky od optima (Hřivna et Richter, 2003).

Diagnostika podmínek výživy rostlin se zabývá především zjišťováním obsahu živin a jejich forem v půdě, faktory ovlivňujícími příjem a využití živin. Diagnostika výživného stavu rostlin zjišťuje obsah živin v rostlinách během vegetace, jejich vzájemný poměr, stupeň utilizace přijatých živin, popř. jejich rozmístění v orgánech důležitých pro asimilaci, jakož i vnitřními faktory, které příjem a využití ovlivňují a jejich forem v půdě, které rostlina může přijmout a využít, a také vnějšími faktory, jež příjem a využití živin ovlivňují. Pro korekci dusíkatého hnojení jsou v praxi uplatňovány metody stanovení obsahu minerálního dusíku v půdě (N<sub>min</sub>) (Lukas et al., 2012). Správné používání nejen dusíkatých hnojiv při pěstování plodin na orné půdě má vysoký význam z hlediska ekonomického i ekologického, hlavně v případě nevyrovnaných polí. Jedním z řešení je variabilní aplikace hnojiv na základě výnosnosti jednotlivých částí pozemku. Pro posouzení heterogenity polí poslouží dobře výnosové mapy vytvořené sklízecí mlátičkou (Mezera et al., 2019).

#### 3.5.1 Destruktivní metody diagnostiky výživného stavu

Mezi těmito metodami hrají stále významnou roli anorganické rozborů rostlin, kdy se potřeba hnojení určuje z celkového obsahu a vzájemného poměru jednotlivých živin v analyzovaných částech rostlin. Pro stanovení obsahu hlavních živin u obilnin se používají

celé nadzemní části. Získané průměrné obsahy živin jsou hodnoceny ve vztahu k vývojové fázi (Trčková et al., 2009). Obsah živin se v rostlinách stále mění, počátkem vegetace rostliny mohutně přijímají živiny, koncentrace živin v rostlině tedy narůstá. Postupně s nárůstem biomasy dochází k tzv. zředovacímu efektu. Základním principem je předpoklad závislosti růstu a vývoje rostlin na vnitřní koncentraci obsahu živiny (Lukas et al., 2012). Analýza celých rostlin příliš nevyhovuje pro určení výživného stavu u většiny stopových živin, protože tyto živiny jsou velmi málo až téměř zanedbatelně pohyblivé ve floému. Za méně příznivých vnějších podmínek (např. po delším suchu) může porost trpět nedostatkem některé živiny i v případě, kdy analýza celé nadzemní části nic takového nenaznačuje (Trčková et al., 2009).

Vlastní vzorek tvoří většinou pět dílčích vzorků, odebírá se z 30 ha u vyrovnaného a z 10 ha u nevyrovnaného porostu. Množství by mělo být takové, aby po usušení bylo k dispozici zhruba 50 - 100 g suchého materiálu (Lukas et al., 2012).

### **3.5.2 Nedestruktivní metody**

Nedestruktivní metody jsou založené na sledování spektrálních parametrů, které korespondují například s obsahem chlorofylu či celkovým dusíkem v listech kontaktním měřením části rostlin (Peltonen et al., 1995). Měření hodnoty SPAD (relativní obsah chlorofylu) lze využít k vyhodnocení stavu výživy rostlin (Koeslin-Findeklee et al., 2015). Senzory snímají množství záření procházejícího listem nebo odrazivost. Známe je použití přenosných chlorofylmetrů, např. Yara N-tester a Chlorofyll Meter Minolta SPAD-502. Oba přístroje měří rozdílnou propustnost paprsků záření dvou vlnových délek (650 a 940 nm) měřeným listem. Chlorofyl absorbuje červené světlo, infračervené paprsky nikoliv. Na základě odlišných propustností přístroj ukáže bezrozměrné číslo, pro jehož implementaci jsou využity tabulky. Nová generace N-testeru dokáže kromě ukládání dat již implementovat algoritmy a vyhodnocovat měření a doporučení dávky dusíku.

Nedestruktivní (bezkontaktní) metody dále dělíme na online a offline systémy. Online systémy představují postup, kdy měření parametrů porostu senzory, zpracování dat, jejich interpretace a vlastní aplikace jsou prováděny v rámci jedné pracovní operace při přejezdu po pozemku. Typickým příkladem jsou zařízení upevněná na traktoru zjišťující stav porostu dle jeho spektrální odrazivosti, na základě toho je stanovena dávka hnojiva, které je následně aplikováno. Při použití offline systémů nejsou jednotlivé procesy prováděné v rámci jedné operace, jedná se především o celoplošné mapování pozemků pomocí dálkového průzkumu země (Lukas et al., 2012).

### 3.5.2.1 Online systémy

Hodnocení výživného stavu na základě chemické analýzy celých rostlin nebo jednotlivých orgánů je sice přesné, ale relativně drahé, časově náročné a tedy i málo operativní (Trčková et al., 2009). Důsledkem byl vývoj senzorů. Sensory fungují na trhu již poměrně dlouhou dobu a nejnovější modely jsou již zbaveny neduhů předchozích modelů (náročná kalibrace, problémy při změně světelných podmínek) (Brant et al., 2020). K dostání je celá řada zařízení, včetně spektrometrů, fluorometrů a optoelektronických senzorů, které mohou téměř okamžitě poskytovat informace o jednotlivých pásmech, poměrech a indexech založených na spektrální odrazivosti (Peteinatos et al., 2016).

Optické senzory jsou umístěné přímo na strojích. Během pohybu soupravy po pozemku senzor snímá aktuální stav vegetace v daném místě za využití viditelných vlnových délek a blízké infračervené oblasti vlnových délek. Princip spočívá v porovnání odrazivosti v různých částech barevného spektra. Výhoda systému spočívá v okamžitém měření a hodnocení porostu, podle vyhodnocených dat je upravována aplikační dávka. Senzorů je na trhu celá řada a pracují s různými vlnovými délkami. Obrazová data získaná senzory jsou počítačově vyhodnocována na základě vegetačních indexů. Těch je mnoho a jejich vypovídající hodnota a následné využití se mění během vegetace. Nejznámější indexy jsou například LAI, NDVI, NDRE, NRERI, EVI nebo IRMI. Vyhodnocením indexů je k jednotlivým částem pozemků přiřazeno číselné hodnocení. Z těchto dat lze usuzovat stav porostů (Brant et al., 2020). Sensory jsou úspěšně používány zejména v podmínkách precizního zemědělství k mapování pozemků a optimalizaci hnojení dusíkem v rámci jednoho pozemku (Trčková et al., 2009, Peteinatos et al., 2016).

Zařízení Yara N-Senzor ALS umožňuje variabilní aplikaci dusíku v reálném čase. Je vybaven oproti předchozí generaci vlastním zdrojem světla umožňující práci za zhoršených světelných podmínek. Zařízení disponuje dvěma senzory (jeden pro každou stranu), které jsou umístěné v pouzdře na kabině traktoru nebo aplikačního prostředku. Sensory detekují odrazivost viditelného a blízké infračerveného (NIR) spektra na dvou místech v záběru stroje. Podmínkou je zapojený porost, což předpokládá využití až pro produkční hnojení. Lze jej využít i pro variabilní aplikaci růstových regulátorů (Lukas et al., 2012).



*Obrázek č. 3: Detail senzoru Isaria*

Přístroj Cropexplorer (dříve Isaria) detekuje výživný stav na základě spektrofotometrického měření odrazivosti obilnin a řepky ve čtyřech vlnových délkách v rozsahu 660 - 780 nm (Peteinatos et al., 2016, Mezera et al., 2019) s využitím aktivního zdroje záření v podobě LED diod. Data jsou přenášena bezdrátově do palubního počítače traktoru. Kromě barvy porostu měří i jeho zapojení. Přístroj disponuje vlastní GPS, má tedy možnost vytvářet a ukládat mapy pozemku pro další využití (Anonym 2). Na podobném principu funguje i přístroj Topcon CropSpec, jenž měří odrazivost rostlin za účelem zjištění koncentrace chlorofylu korelující s koncentrací dusíku v listech (Anonym 3). Přístroj se skládá ze dvou měřících jednotek, které vytváří pomocí laserových diod záření o délkách 730 - 740 nm a 800 - 810 nm. Zařízení GreenSeeker od společnosti Trimble využívá aktivního záření LED diod pro měření odraženého záření v červeném a NIR spektru. Následně počítá vegetační index NDVI (Lukas et al., 2012).

#### 3.5.2.2 Offline systémy

Aplikace prováděná na základě mapování dálkovým průzkumem spadá do offline metod. Na rozdíl od online metod umožňuje tato metoda zohledňovat při aplikaci i další faktory. Dálkový průzkum využívá stejně jako výše popsané senzory rozdíly ve spektrálním chování

porostu. Odrazivost ve viditelném záření podává informaci o stavu fotosyntetického aparátu, v NIR (infračervené spektrum) o množství biomasy (Lukas et al., 2012). Metody pořízení zahrnují nejčastěji bezpilotní (drony) a družicové snímání. Použitelnost družicových dat zásadně ovlivňuje výskyt oblačnosti. Při částečném zastínění je možnost využít skládání snímků z delší časové periody (Brant et al., 2020). Opakované přelety družice nad daným územím nabízí možnost hodnocení dynamiky růstu rostlin, provádění časových analýz snímků atd. Předností bezpilotního průzkumu je vysoká operativnost a vysoké prostorové rozlišení map (např. 10 - 50 cm) (Lukas et al., 2017).

## 4 Metodika

Aplikace živin přes list, často ještě doplněná různými stimulačními látkami, se v poslední době stala nedílnou součástí pěstebních technologií u většiny pěstovaných plodin. Zemědělec má na výběr z širokého sortimentu hnojiv od celé řady výrobců, ať už se jedná o jednosložková hnojiva či komplexy živin namíchané podle potřeby konkrétních plodin, jako tomu je například u firmy Yara. Analýzou odpovědí od zemědělských subjektů různé velikosti a zaměření jsem získal zjednodušený přehled o využití listových hnojiv v zemědělské prvovýrobě.

Použitý dotazník obsahoval celkem devatenáct otázek. Úvodní část dotazů se věnovala uvedení podniku ohledně výměry orné půdy a výměry dvou hlavních zvolených plodin, pšenice ozimé a řepky olejky. Následovaly otázky týkající se důvodů pro rozhodnutí o aplikaci listových hnojiv, jejich působení na porost a míchání hnojiv s jinými látkami. Další okruh se věnoval biologicky aktivním látkám, po něm následovaly dotazy na nejoblíbenější dusíkaté listové hnojivo, roztok močoviny, dále otázky na diagnostiku výživného stavu porostu a cenovou relaci použitých hnojiv u obou hlavních plodin. Tímto byla ukončena obecná část dotazů, zbývající otázky byly rozděleny na dotazy týkající se řepky a následně i pšenice ozimé. U každé plodiny se objevily otázky na typ aplikovaných hnojiv a následně tabulka pro zanesení aplikovaných hnojiv k jednotlivým plodinám.



*Obrázek č. 4: Listovým aplikacím do porostů řepky ozimé se věnoval jeden z okruhů otázek*

Použitý dotazník měl následující podobu:

## **DOTAZNÍK MIMOKOŘENOVÁ VÝŽIVA U PŠENICE OZIMÉ A ŘEPKY**

### **OZIMÉ**

**1. Jakou výměru orné půdy obhospodařujete?**

..... ha

**2. Jaká je výměra hlavních plodin?**

pšenice ozimá ..... ha                      řepka ozimá ..... ha

**3. Používáte listová hnojiva?**

Ano       Ne

Pokud NE - z jakého důvodu?

.....  
.....

**4. Používáte listová hnojiva na základě projevů deficitu konkrétní živiny, nebo jako preventivní opatření a součást agrotechniky?**

Preventivní použití                       Dohnojení porostu na stanovenou hladinu

Pomoc rostlinám při stresových podmínkách       Při projevu deficitu

Jiné .....

**5. Zaznamenali jste nějaké změny, problémy na porostech po aplikaci?**

Poškození porostu                       Menší napadení houbovými chorobami

Navýšení výnosu       Navýšení kvality produktu       Nezaznamenal jsem změnu

Jiné změny či problémy .....

**6. S čím mícháte listová hnojiva?**

POR       Regulátory růstu       Jiná hnojiva       Biologicky aktivní látky

Látky podporující účinnost hnojiv (smáčedla apod.)

**7. Vybíráte či kombinujete listová hnojiva s biologicky aktivními látkami nebo pomocnými rostlinnými přípravky?**

Ano       Ne  (pokračujte až otázkou č. 10.)

**8. Pokud ano, na jaké bázi jsou biologicky aktivní látky aplikované na list?**

Rostlinné hormony                       Aminokyseliny       Extrakty z mořských řas

Huminové látky       Nevím       Jiné .....

**9. Jak používáte biologicky aktivní látky?**

Stimulace rostlin       Eliminace stresových faktorů       Regulace růstu

Preventivní použití       Jiné .....

**10. Využíváte aplikace močoviny na list? Pokud ano, v jaké koncentraci (množství močoviny v kg na 100 l vody)?**

Ne       Ano

pšenice ..... kg močoviny/100 l vody      řepka ..... kg močoviny/100 l vody

**11. V jaké cenové relaci se pohybujete u Vámi aplikovaných listových hnojiv za vegetaci na 1 hektar pšenice a řepky? (zaškrtněte):**

Cenová relace na 1 ha	0 - 200 Kč	200 - 400 Kč	400 - 600 Kč	600 - 800 Kč	800 Kč a více
pšenice ozimá					
řepka					

**12. Jakým způsobem provádíte diagnostiku výživného stavu rostlin?**

Rozbory rostlin       Ruční přenosné přístroje (chlorofylmetr, Yara N - tester)

Bezkontaktně - senzory na aplikačních zařízeních

Bezkontaktně - dálkové snímkování       Nevyužívám



## Řepka ozimá

### 13. Aplikujete listová hnojiva do všech porostů řepky ozimé?

Ano

Ne, pouze do vybraných

### 14. V jakém období aplikujete listová hnojiva do porostů řepky?

Pouze podzim

pouze jaro

podzim i jaro

### 15. Aplikovaná listová hnojiva do řepky jsou na bázi:

jednosložkové koncentráty

koncentráty se zvýšeným obsahem jedné živiny

přípravky obsahující hlavní živiny

přípravky obsahující mikroprvky

kombinace makro a mikroprvků

### 16. Použitá listová hnojiva a pomocné rostlinné přípravky aplikované do porostu řepky ozimé během vegetace.

Řepka ozimá	Přípravek (hnojiva, pomocné rostlinné přípravky)	Dávka na hektar	Termín aplikace (vývojová fáze)
<b>Podzim</b>			
<b>Jaro</b>			



Z dotazníků jsem se rozhodl v rámci diplomové práce zpracovat 13 otázek. Na seznámení s podniky se jednalo o první tři otázky týkající se výměry orné půdy, výměry vybraných plodin a samozřejmě otázka, zda podnik hnojiva aplikovaná na list využívá. Jako další jsem vybral následující otázky:

- Používáte listová hnojiva na základě projevů deficitu konkrétní živiny, nebo jako preventivní opatření a součást agrotechniky? (otázka č. 4)
- Zaznamenali jste nějaké změny, problémy na porostech po aplikaci? (otázka č. 5)
- Vybíráte či kombinujete listová hnojiva s biologicky aktivními látkami nebo pomocnými rostlinnými přípravky? (otázka č. 7)
- Na jaké bázi jsou biologicky aktivní látky aplikované na list? (otázka č. 8)
- Jak používáte biologicky aktivní látky? (otázka č. 9)
- Využíváte aplikaci močoviny na list? Pokud ano, v jaké koncentraci (množství močoviny v kg na 100 l vody)? (otázka č. 10)
- V jaké cenové relaci se pohybujete u Vámi aplikovaných listových hnojiv za vegetaci na 1 hektar pšenice a řepky? (otázka č. 11)
- Jakým způsobem provádíte diagnostiku výživného stavu rostlin? (otázka č. 12)
- Použitá listová hnojiva a pomocné rostlinné přípravky aplikované do porostu řepky ozimé během vegetace. (otázka č. 16)
- Použitá listová hnojiva a pomocné rostlinné přípravky aplikované do porostu pšenice ozimé během vegetace. (otázka č. 19)

Dotazník jsem, s ohledem na nepříznivou epidemiologickou situaci, distribuoval do podniků ve většině případů pomocí e-mailů. Fyzicky jsem jich několik rozvezl sám, několik mi jich pomohl distribuovat obchodní zástupce firmy OSEVA PRO s. r. o. Ing. Tomáš Pelíšek. Jelikož ale návštěvy podniků byly poměrně omezené i pro obchodní zástupce, byla to jen malá část a hlavní podíl byl řešen elektronickou cestou. Část dotazníků jsem také rozeslal pomocí sociálních sítí.

Celkem jsem rozeslal či rozdal 47 dotazníků, z nichž se mi vrátilo 23 dotazníků vyplněných. Podnikům, které poskytly informace, jsem pro zachování určité anonymity a zároveň lepší přehlednosti přidělil čísla, pod kterými budou uváděny při následném zpracování dat. Seznam podniků společně s čísly uvádí tabulka.

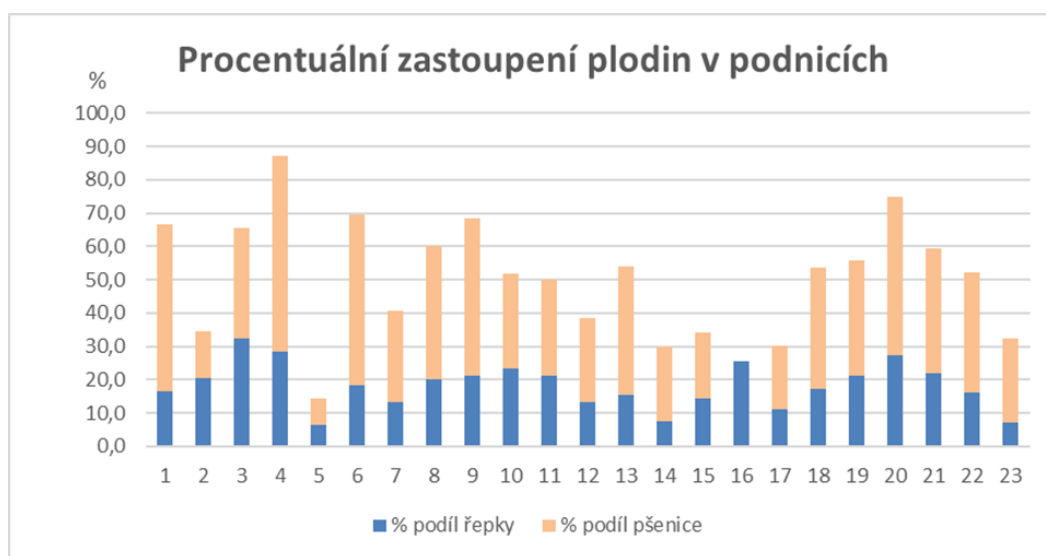
Tabulka č. 5: Seznam podniků s čísly

Název podniku	Číslo podniku
SHR Holejšovský, Chmelná	1
Selgen a. s., ŠS Lužany	2
Agrofarma Litice, s.r.o.	3
SHR Votík, Skočice	4
Farma Číhaň s.r.o.	5
Agrivep a.s.	6
Podhoran Černíkov a.s.	7
SHR Balík, Nepomuk	8
SHR Bouček, Benátky	9
ZD Červený Hrádek	10
ŠZP Lány	11
Měcholupská zemědělská, a.s.	12
Statek Dlouhé dvory, s.r.o.	13
Farma u Čechů	14
ZD Bělčice	15
Obchodní družstvo Impro	16
ZD Krásná Hora nad Vltavou, a.s.	17
Farma Všestudy	18
ZD Hřivice	19
SHR Hodan, Dlouhá Louka	20
SHR Hlinka, Červené Poříčí	21
Pias Suchdol, a.s.	22
SHR Komorouš, Lužany	23

Z dotazovaných podniků jsou listová hnojiva využívána ve všech provozech, nebylo proto nutné některé subjekty pro zpracování dat vyřazovat, jako tomu bylo u mé bakalářské práce. Původním cílem bylo postihnout podniky jen v rámci Plzeňského kraje, tedy z blízkosti mého bydliště. Bohužel z důvodu menší návratnosti dotazníků od podniků z tohoto kraje jsem musel oblast rozšířit na celé Čechy, proto se v šetření objevuje také několik podniků z kraje Středočeského, Jihočeského, Ústeckého a Královehradeckého.

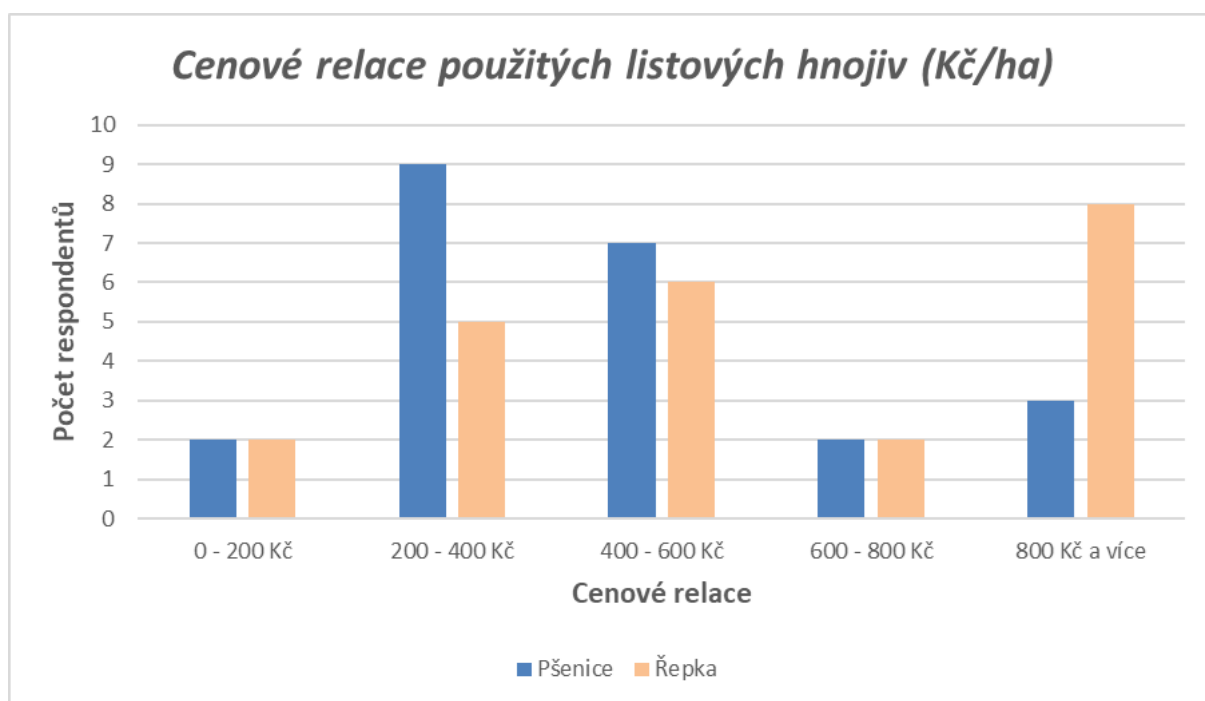
## 5 Výsledky

Struktura podniků, které se zúčastnily šetření, byla značně rozmanitá. V průzkumu nechyběly na poměry České republiky poměrně malé subjekty, jejichž výměra nepřesahuje 100 ha, zastoupené soukromě hospodařícími zemědělci, z nichž co do výměry nejmenší pěstitel obhospodařuje 30 ha orné půdy. Střední podniky s výměrou několika stovek hektarů tvořily v průzkumu především větší soukromě hospodařící zemědělci a několik menších společností či středisek společností velkých. Zastoupena byla i skupina podniků velkých, obhospodařujících výměru orné půdy více než 1000 ha, u některých podniků dokonce přes 3000 ha, největší podnik účastníci se šetření obhospodařuje plochu 3550 ha. Takovéto výměry nejsou v České republice nijak neobvyklé. Zastoupení hlavních dvou plodin, pšenice ozimé a řepky, se v rámci podniků značně lišilo. Hlavně v menších podnicích tvořila především pšenice významnou část obhospodařované výměry, někde i přes 50 % plochy. U jednotlivých subjektů se její výměra pohybovala od 15 do 1154 ha. Řepka na tom byla sice o něco lépe, ale u některých pěstitelů se její zastoupení v osevním postupu pohybovalo okolo 30 %. Výměra řepky se u jednotlivých subjektů pohybovala od 5 do 550 ha. Obě zvolené plodiny jsou pěstovány ve všech podnicích, výjimkou je podnik č. 16, kde je pšenice nahrazena pěstováním žita ozimého, a to na 300 ha. S rostoucí výměrou jsou pak podíly pšenice a řepky nařazeny jinými plodinami, specifickými pro danou oblast, jako je například cukrová řepa, v případě podniků s intenzivní živočišnou výrobou tvoří významnou část plodiny pěstované pro zajištění krmivové základny. Procentuální zastoupení plodin v podnicích ukazuje graf č. 1. Celkovou výměru orné půdy společně s výměrami pšenice a řepky ukazuje příloha č. 1 (viz přílohy).



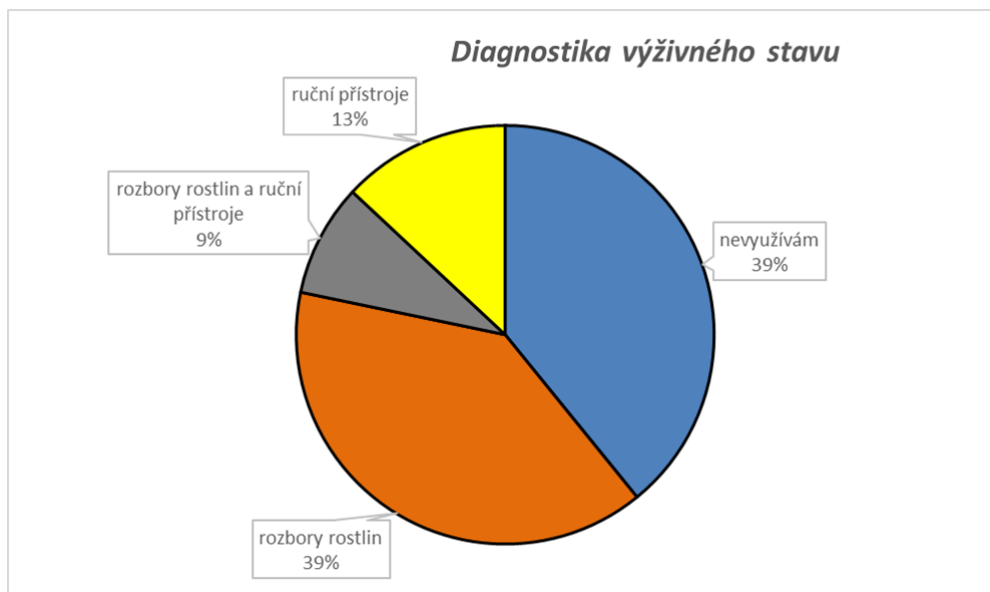
Graf č. 1: Procentuální zastoupení plodin v podnicích

Cenové relace aplikovaných hnojiv byly rozděleny do pěti kategorií po 200 Kč. Z grafu č. 2 je dobře patrné, že jsou podniky ochotné do plodin investovat poměrně dost finančních prostředků, výrazněji lze tento trend pozorovat u řepky, kde největší podíl podniků, celkem osm, aplikuje do řepky hnojiva za více než 800 Kč na hektar. U pšenice se tyto hodnoty objevují u tří podniků, nejčastěji jsou ale do porostů pšenice ozimé investována hnojiva v cenách mezi 200 až 400 Kč na hektar, a to u celkem devíti podniků. Na druhé příčce co do četnosti udaných odpovědí se u obou plodin objevuje cenová relace 400 - 600 Kč na hektar.



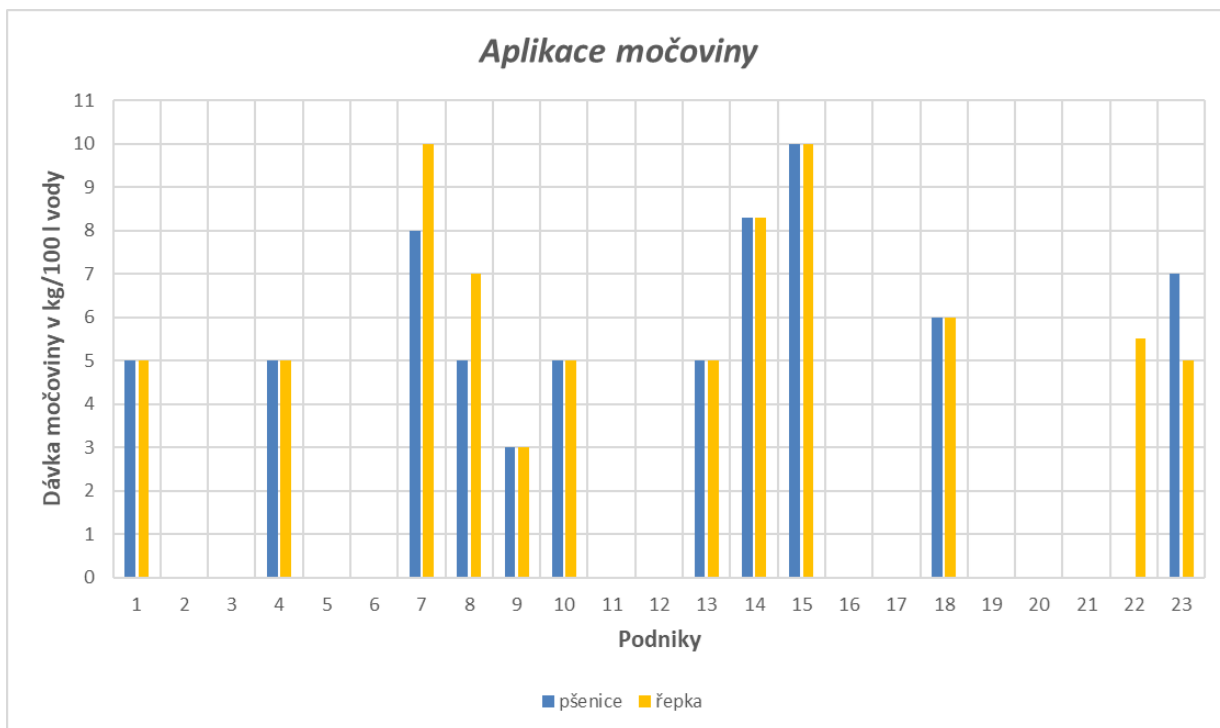
Graf č. 2: Cenové relace použitých listových hnojiv u jednotlivých plodin

Diagnostika výživného stavu rostlin je důležitá z hlediska optimalizace hnojivářských zásahů a případné korekce aplikovaných živin v mimokořenové výživě. Velká část podniků však nevyužívá žádný způsob diagnostiky výživného stavu porostu. V případě, že se podnik o stav rostlin zajímá, převládá klasický způsob diagnostiky pomocí anorganických rozborů rostlin. Své místo v zemědělské praxi si našly i ruční přístroje, jako je chlorofylmetr nebo N - tester od firmy Yara. Tyto přístroje v některých podnicích doplňují výše zmíněné rozborů rostlin, procento pěstitelů, kteří by využívali více metod diagnostiky, je však minimální a ke kombinaci jiných metod nedochází. Co se týče bezkontaktních metod, jako jsou senzory na aplikačních zařízeních či dálkové snímkování porostu, nejsou využívány ani jedním z dotazovaných subjektů a v grafu č. 3 se tudíž ani neobjevují.



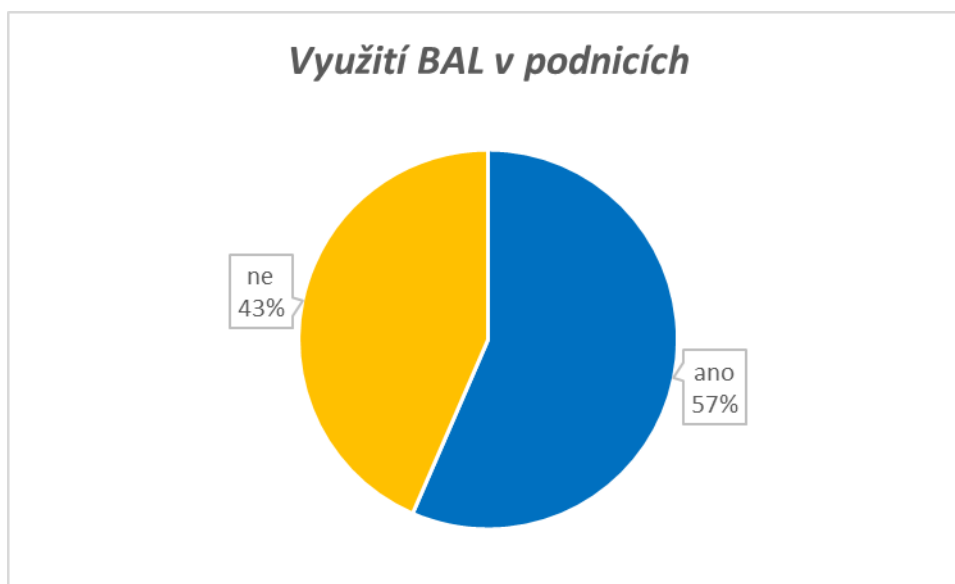
*Graf č. 3: Diagnostika výživného stavu rostlin*

Přestože je močovina nejpoužívanější dusíkaté hnojivo pro listovou výživu, je využívána pouze v polovině dotazovaných podniků. Pokud ji podnik používá, většinou je aplikována do obou plodin, výjimkou je pouze podnik č. 22, který močovinu aplikuje pouze do řepky. Ve většině subjektů jsou aplikovány shodné koncentrace v kilogramech na 100 l vody jak do řepky, tak do pšenice, výjimkou jsou pouze podniky č. 8 a 9, kde je v obou případech používána vyšší koncentrace roztoku pro hnojení řepky, a to 10 %. Aplikaci močoviny v podnicích zobrazuje graf č. 4.



Graf č. 4: Použití močoviny v podnicích

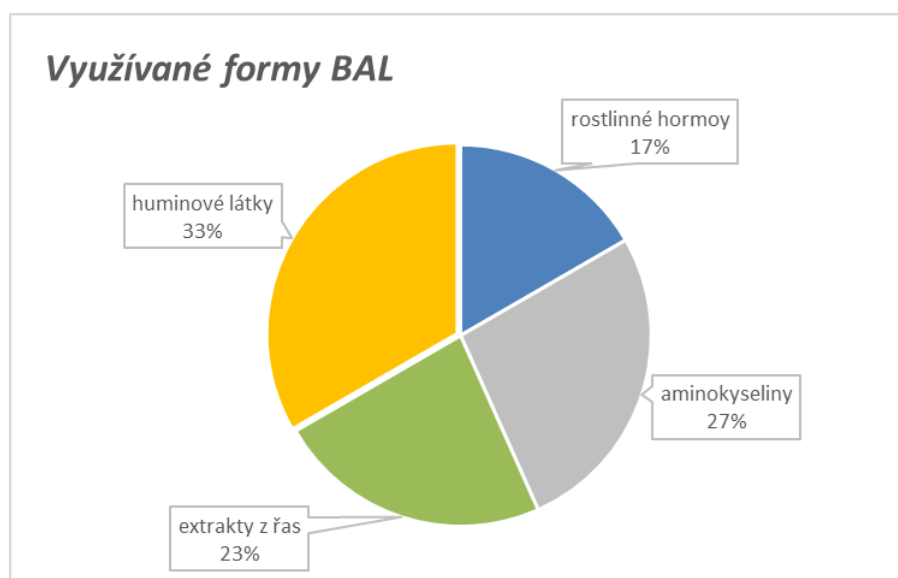
Použití biologicky aktivních látek je již několik let na vzestupu, a jak se ukázalo v našem šetření, řadě podniků nejsou tyto výrobky neznámé. Biologicky aktivní látky společně s listovými hnojivy využívá 57 % dotazovaných subjektů. Níže zpracovaná data pochází samozřejmě jen od podniků biologicky aktivní látky využívajících.



Graf č. 5: Použití biologicky aktivních látek v podnicích (BAL)

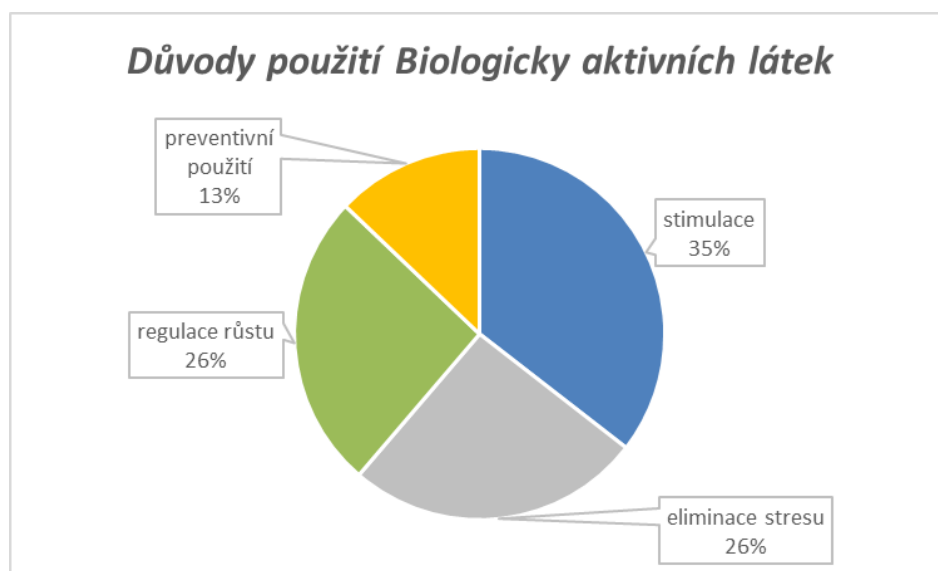


Na trhu je celá řada přípravků obsahující biologicky aktivní látky, které mohou být na různé bázi. Šetření ukázalo, že v zemědělské prvovýrobě jsou nejvíce používány huminové látky, jejichž použití uvedlo 33 % pěstitelů. Na druhém místě následují aminokyseliny. V menší míře jsou využívány i extrakty z mořských řas a v neposlední řadě rostlinné hormony. Spektrum druhů biologicky aktivních látek je tedy poměrně pestré. Pěstitelé často využívají a kombinují více skupin biologicky aktivních látek, v grafu č. 6 jsou zaznamenány četnosti jednotlivých udávaných variant.



Graf č. 6: *Formy používaných biologicky aktivních látek (BAL)*

Důvodů pro použití biologicky aktivních látek je u řady pěstitelů většinou více, nebo se mění na základě aktuální situace a stavu porostu. Nejčastěji udávaným důvodem pro použití biologicky aktivních látek v podnicích je stimulace rostlin, uvedlo ji 35 % respondentů, stimulace porostů byla aktuální i v letošním jaru po loňském často nekvalitním založení porostů z důvodu deštivého podzimu. Naproti tomu, nejméně pěstitelé udávali možnost preventivního použití biologicky aktivních látek, kromě zmíněné stimulace jsou hojně využívány při regulaci růstu nebo eliminaci stresových faktorů působících na rostliny. Důvody pro použití biologicky aktivních látek u pěstitelů zobrazuje graf č. 7.



*Graf č. 7: Důvody použití biologicky aktivních látek (BAL)*

Použití listových hnojiv závisí na podmínkách a volbě pěstitele, většinou o použití rozhoduje v podniku více faktorů. Řada pěstitelů využívá hnojiva preventivně, z důvodu předcházení výskytu deficitu živin u pěstovaných rostlin. Nejčastěji udávanou možností však byla pomoc rostlinám při stresu. Je to logické, neboť při zhoršeném příjmu z půdy jsou listová hnojiva jediný způsob dodání živin a některé živiny jsou navíc přes list poměrně rychle přijímané. Řada výrobců kombinuje listová hnojiva s biologicky aktivními látkami již přímo při výrobě hnojiva, tyto koncentráty pak pomohou snadněji rostlině překonat stres a stimulovat její další růst. Část podniků uvedla, že využívají hnojiva při projevu deficitu nějaké konkrétní živiny, při vizuálním zjištění příznaků může být však deficit již značný a je potřeba listovou aplikaci opakovat. Několikrát zmíněnou možností bylo i dohnojení porostu, což je možné realizovat například močovinou na list v pšenici nebo bórem v řepce. Podnik č. 14 navíc uvedl použití na základě rozborů. Podnik č. 1 doplnil využití hnojiv z důvodu posílení a podpory růstu rostlin, například u ozimé řepky dodání bóru před zimou. Důvody pro použití listových hnojiv jsou uvedeny v příloze č. 2 (viz přílohy).

Hodnocení účinku hnojiv je poměrně složité, neboť na konečný výnos má vliv celá řada faktorů. Přesto se tento dotaz v šetření také objevil s celkem jednoznačným výsledkem. Nejčastěji zaznamenaným přínosem u pěstitelů je zvýšení kvality produktu, který uvedla více než polovina dotazovaných respondentů. Další významnou pozorovanou změnou je navýšení výnosu, které uvedlo osm podniků. Ostatní možnosti už nebyly tak hojně zastoupené, dva podniky zaznamenaly po použití hnojiv poškození porostu, stejně tak dva podniky žádnou změnu nezaznamenaly. Některá hnojiva, hlavně s obsahem síry, mohou mít fungicidní efekt,

tuto možnost uvedly tři podniky. Podnik č. 15 doplnil zlepšení kondice rostlin, podnik č. 13 zmínil, že vyhodnocení hnojiv je obtížné, ale potvrdil lepší kondici rostlin a lepší stav rostlin během suchých období. Pozorované změny po použití listových hnojiv udává příloha č. 3 (viz přílohy).

V příloze č. 4 jsou uvedeny aplikované přípravky do porostu ozimé řepky v jednotlivých podnicích (viz přílohy), stejně tak aplikované přípravky do ozimé pšenice v příloze č. 5 (viz přílohy). U řepky jsou aplikace rozděleny na podzimní a jarní. V přípravcích aplikovaných na podzim se velmi často objevují produkty obsahující bór, u většiny podniků to je jediná podzimní aplikace na list. Existují však výjimky v podobě subjektů aplikujících v podzimním období i síru, dusík v podobě roztoku močoviny, hořčík v podobě roztoku hořké soli či směsné hnojivé koncentráty. Jarní aplikace obsahují i další prvky, nechybí makro ani mikroprvky, namíchané v hnojivých koncentrátech a pro podporu jarního růstu doplněné o biologicky aktivní látky. Do řepky se s listovou výživou na podzim vstupuje nejčastěji jednou, v některých podnicích je podzimní foliární hnojení ale poměrně intenzivní, výjimkou nejsou ani čtyři přípravky a podniky č. 7 a č. 14 na podzim aplikují i pět přípravků. Naproti tomu, podniky č. 5, č. 10, č. 16 a č. 18 do porostů s listovou výživou na podzim vůbec nevstupují. Intenzita využití listových hnojiv během jara se u řepky ozimé v rámci subjektů rovněž značně liší, jednotlivé podniky aplikují do porostů mezi jedním až šesti produkty za jarní vegetaci. Během jara již listová hnojiva aplikují všichni pěstitelé.

V pšenici jsou používané přípravky v porovnání mezi jednotlivými podniky poměrně rozmanité. Opět se objevují roztoky močoviny a hořké soli. Hořčík je dodáván u několika pěstitelů v hnojivu Magnitra. V rámci podniků jsou značné rozdíly v intenzitě hnojení listovými hnojivy, kdy např. v podniku č. 13 je do pšenice aplikováno během vegetace 7 produktů, v podniku č. 14 dokonce 8. Nejběžnější jsou u pšenice 2 - 4 aplikované produkty za vegetaci. V podniku č. 16 není pšenice pěstována, nahrazuje ji pěstování žita ozimého.

## 6 Diskuze

Struktura podniků v rámci šetření byla velmi rozmanitá a zahrnovala malé soukromě hospodařící zemědělce i větší podniky hospodařící v několika katastrálních územích. Bez ohledu na velikost subjektu všechny dotazované podniky mimokořenovou výživu rostlin v různé míře využívají. V minulém šetření v rámci bakalářské práce tomu tak nebylo a jeden ze třinácti dotazovaných podniků listová hnojiva nevyužíval, v současnosti se již mezi uživatele listových hnojiv také řadí. Jedná se tedy o agrotechnické opatření, které si u pěstitelů v naší republice našlo svoje místo. Urban a Pulkrábek (2018) uvádí, že listová hnojiva zaujímají významnou pozici ve výživě a hnojení polních plodin, neboť obohacují rostlinu o momentálně potřebné makro a mikroživiny a umožňují tak pěstiteli pružně reagovat na výživný stav. Listová hnojiva také vytváří podmínky pro vyšší odolnost vůči stresovým faktorům a v podstatě se dá říci, že omezují strádání rostlin a přispívají tak k plnohodnotnému využití vegetační doby, což je jeden z významných faktorů ovlivňujících výnos a kvalitu produkce. To potvrzuje i Baranyk a kol. (2007), který uvádí, že použití listových hnojiv je jedním z intenzifikačních faktorů při pěstování řepky. Platí to však i pro další pěstované plodiny. S ohledem na měnící se klima a časté teplotní a srážkové výkyvy bude podle našeho názoru význam listových hnojiv dále stoupat.

Analýza ukázala, že listová hnojiva jsou v podnicích používána především jako pomoc rostlinám při stresu. Karim a kol. (2012) upozorňuje, že za normálních podmínek nemusí přinést foliární aplikace živin výraznější efekt, při stresu rostlin suchem ale může aplikace některých mikroprvků, jako je bór, zinek nebo mangan zvýšit výnos zrna pšenice až o 20 %. Baranyk a kol. (2007) doporučuje použití listových hnojiv po zimě v období regenerace až dlouhivého růstu jako zmírnění stresu a lepší vyrovnaní rostlin s poškozením. Vaněk a kol. (2016) rovněž uvádí přínos listové výživy v podobě použití do porostů s poškozeným kořenovým systémem, pomoc rostlinám při překonání kritických fází růstu nebo jako podpora regenerace porostů poškozených biotickým nebo abiotickým stresem. Hu a kol. (2008) dodává vyšší účinnost využití foliárně aplikovaných živin oproti hnojení do půdy za suchých podmínek.

Druhou nejčastěji udávanou možností je preventivní použití listových hnojiv. To vyplývá nejen z faktu, že řada podniků nevyužívá žádnou diagnostiku výživného stavu porostu, ale řada autorů (Vaněk et al., 2006, Baranyk et al., 2007, Zimolka et al., 2005) zmiňuje pozitivní působení listových hnojiv na rostliny, pěstitele tedy toto opatření používají jako „pojistku“ výnosu. Vaněk a kol. (2016) doplňuje vhodnost preventivní aplikace mikroprvků jako předcházení nedostatků hlavně u náročných plodin. Příkladem může být bór aplikovaný

do řepky v podzimním období pro posílení tvorby kořenového systému a zimovzdornosti (Baranyk et al., 2007) nebo mangan (Röhl et Makowski, 2009). Méně pěstitelů používá hnojiva na základě deficitů, určení doby aplikace listových hnojiv na základě vizuálních příznaků deficitu na rostlinách nemusí být dostatečně přesné, neboť nedostatek konkrétní živiny se nemusí ihned vizuálně projevit. U hořčiku například Vaněk a kol. (2016) zmiňuje projev deficitu nejprve v latentní formě a teprve při výraznějším a dlouhodobém nedostatku se projevují zjevné příznaky, v této fázi jsou však již narušeny významné procesy v rostlině, jako je fotosyntéza, biosyntéza bílkovin a další. Tím je většinou snížena kvalita produkce. Trčková a kol. (2009) doporučuje pro korekci zjištěných deficitů a disproporcí ve vzájemném poměru živin hnojiva se zvýšeným obsahem dané živiny a jednosložkové koncentráty. Použití listových hnojiv jako prostředků pro dohnojení porostů pěstitelů rovněž příliš nevyužívají. Řada autorů (Vaněk et al., 2016, Trčková et al., 2009, Hlušek et Lokáš, 2006) sice upozorňuje, že mimokořenová výživa je doplňkové opatření a hlavní část živin přijímá rostlina z půdy, na druhou stranu se všichni tito autoři shodují, že použití listových hnojiv je vhodný prostředek pro doplnění mikroprvků rostlinám především díky přesnější a rovnoměrnější aplikaci. Vaněk a kol. (2016) navíc zmiňuje možnost zlepšení obsahu žádoucích látek a prvků v rostlinách, jako je například dodání dusíku v pozdních fázích vegetace ke zvýšení kvality produktu.

Vyhodnocení účinnosti listových hnojiv je poměrně komplikované, neboť účinnost listové výživy je často posuzována podle výnosu, případně kvality produktu. Výnos však může být ovlivněn mnoha dalšími opatřeními, kladný účinek foliární aplikace snadno potlačí nezvládnutá chemická ochrana, přehnojení nebo nedohnojení dusíkem apod. (Varga et al., 2013).

Řada pěstitelů pozorovala navýšení výnosu po použití listových hnojiv. To potvrzují i pokusy Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin, ve kterých dochází k navýšení výnosů po použití listových hnojiv u řepky oproti neošetřené kontrole až o 13 % (Baranyk et al., 2007). Rovněž Hřivna a kol. (2015) pozoroval v pokusech navýšení výnosu u řepky po aplikaci jakéhokoliv listového hnojiva a také nárůst olejnatosti semen od 1,45 po 3,00 %. Nárůst kvality produktu pěstitelé nejčastěji uvádějí jako efekt působení listových hnojiv. Neplatí to jen u řepky, u pšenice ozimé lze pomocí pozdních aplikací roztoku močoviny ovlivnit obsah dusíkatých látek v zrna a tím kvalitu produktu, o pozdním přihnojení močovinou je psáno níže.

Vaněk a kol. (2016) zmiňuje jako jednu z nevýhod listových hnojiv změnu poměrů na povrchu listu, což může ovlivnit povrchovou mikroflóru, klíčení spor a růst patogenů a tím výskyt některých houbových chorob, zvláště za vlhkého počasí. V takovém případě je žádoucí aplikace s vhodnými pesticidy, se kterými je ve většině případů hnojení na list v praxi

spojováno. Některé podniky ale uvedly menší napadení houbovými chorobami po použití listových hnojiv, to podporuje Baranyk a kol. (2007) tvrzením, že fungicidním efektem mohou působit především hnojiva s obsahem síry. Hřivna a kol. (2015) pozoroval po aplikaci síry na list řepky po odkvetení rovněž větší odolnost vůči houbovým chorobám. I když zdravotní stav rostlin byl v roce pokusu poměrně dobrý, po aplikaci přípravků došlo k menšímu napadení rostlin plísní šedou. Hnojiva s obsahem síry sice přispívají k potlačení houbové infekce, avšak v žádném případě nemohou zcela nahradit použití fungicidů (Trčková et al., 2009).

Listová aplikace močoviny do porostu pšenice má několik potencionálních výhod. Mezi ně patří snížení ztrát dusíku denitrifikací a vyplavením ve srovnání s aplikacemi dusíku do půdy, možnost dodání dusíku i při snížené aktivitě kořenového systému a také možnost ovlivnění dusíkatých látek v zrna v pozdějších fázích vegetace. Aplikace na list však může mít za následek i snížení produktivity rostlin, důvodem může být vysychání listových buněk, toxicita vodného amoniaku a močoviny a další (Gooding et Davies, 1992). Při šetření se ukázalo, že podniky používají roztok močoviny o maximální koncentraci 10 %, to je však spíše výjimka, běžněji jsou používány méně koncentrované roztoky o koncentraci nejčastěji 5 %. Poškození porostu je, nejen u močoviny, dáno především použitím nepřiměřené koncentrace při nevhodných podmínkách, u obilnin je možné aplikovat roztok o koncentraci 10 - 15 %, a dále zvýšením příjmu a tím i obsahu živiny, která je v rostlině v nadbytku (Vaněk et al., 2016). Podle Zimolky a kol. (2005) lze do pšenice aplikovat roztoky makroživin v koncentraci 3 - 12 %. U řepky pěstitelé aplikují roztok močoviny nejčastěji o koncentraci 5 %, podniky č. 7, 8, 14, 15, 18 však využívají koncentrace vyšší, a to až 10 %, podle Vaňka a kol. (2016) by se však u širokolistých plodin měly koncentrace aplikovaných makroživin v hnojivech pohybovat v rozmezí 1 - 2 %. Žádný z podniků, které udávají vyšší koncentrace močoviny, však nezaznamenal problémy s poškozením porostu po aplikaci koncentrovanějších roztoků. To potvrzuje tvrzení Baiera (1982), ten doporučuje k obilninám a řepce aplikovat roztoky močoviny o koncentracích 8 - 16 %. Pokud poškození nenastane, aplikace močoviny na list vede ke zvýšení výnosu, především při aplikaci před rozvinutím praporcového listu a za omezené dostupnosti dusíku. Právě během tohoto období mohou být postřiky močovinou výhodnější než aplikace na půdu, pokud jde o využití dusíku plodinou. Zvýšení koncentrace dusíku v pšeničném zrna po aplikaci močoviny může zlepšit kvalitu chleba, záleží ale i na poměru dusíku a síry (Gooding et Davies, 1992).

Nejčastěji využívanou diagnostickou metodou v podnicích zůstávají anorganické rozbory rostlin. Jak uvádí Trčková a kol. (2009), jednou z podmínek hospodárného využití listové výživy je určení vhodné doby aplikace a dávkou dodávaných živin a nejpoužívanější a dosud

nejspolehlivější metodou určení výživného stavu zůstávají právě anorganické rozborů rostlin. Lukas a kol. (2012) připomíná, že využití výsledků anorganických rozborů rostlin umožňuje, zvláště u obilnin, optimalizaci hnojení dusíkem a větší využití prostředků u těch porostů, které mají předpoklady vysokých výnosů, a naopak úsporu nejen na stanovištích s nízkým výnosovým potenciálem, ale i v rámci jednoho pozemku. Ekonomická efektivita aplikace živin na list je vyšší v případě, že pěstitel vychází z aktuálního stavu porostu a pozemku (rozborů rostlin), především u dražších přípravků (Baranyk et al., 2007). To potvrzuje i Hřivna a kol. (2015), pro optimální rozhodnutí o druhu aplikovaného hnojiva je důležitá znalost přesných informací o momentálním výživném stavu rostlin. Dosažení příznivých výsledků po cíleném použití listového hnojiva na základě aktuálního výživného stavu porostu zmiňují i Urban a Pulkrábek (2018). Jak ukázalo naše šetření, řada podniků však diagnostiku výživného stavu vůbec nevyužívá. Většinou se jednalo spíše o menší podniky či soukromě hospodařící zemědělce. Podle výsledků rozborů rostlin lze přesně nasměrovat výživu rostlin a zvolit tak potřebné listové hnojivo. Aplikace listových hnojiv by neměla být „na slepo“, ale podložena právě výsledky listových analýz, to vede k dodání deficitní živiny a aplikaci někdy můžeme i vypustit (Bečka et al., 2011). Naproti tomu, Zimolka a kol. (2005) zmiňuje pozitivní vliv mimokořenové aplikace realizované listovými hnojivy s komplexním obsahem živin i bez předchozích rozborů rostlin. S tvrzením Bečky a kol. (2011) se shoduje i Havel a kol. (2015), podle kterého ošetření listovými hnojivy a stimulanty je nejefektivnější u slabších a průměrných porostů, kde je aplikace jednoznačně přínosná, u dobrých porostů ji lze rovněž doporučit kvůli zvýšení výnosové jistoty. U špičkových porostů ale nemusí být výnosová odezva na aplikaci přípravků adekvátní ceně vstupu, proto je někdy vhodnější přípravky neaplikovat.

Naše šetření ukázalo, že 57 % podniků kombinuje listová hnojiva s biologicky aktivními látkami. Častou kombinací biologicky aktivních látek s listovými hnojivy, která vede ke zvýšení stimulačního efektu těchto látek, zmiňují i Urban a Pulkrábek (2018). V praxi jsou velice často tyto látky aplikovány společně s listovou výživou, kdy se jejich stimulační efekt ještě zvyšuje. Jak uvádí Baranyk a kol. (2007), u stimulantů lze počítat s přírůstkem výnosu mezi 5 až 10 %. Pro příklad, přírůstek 5 % při výnosu 3 t/ha představuje přírůstek výnosu o 150 kg/ha, při výkupní ceně řepky 9 000 Kč/t tak můžeme zhruba počítat s větším ziskem o 1 350 Kč na hektar. U listových hnojiv může být přínos ještě vyšší, nárůst výnosu může být až o 13 %. V případě výše zmíněného příkladu tak můžeme kalkulovat s nárůstem výnosu až o 400 kg a při stejné výkupní ceně se jedná o přínos v hodnotě až 3 510 Kč/ha. Tyto výpočty jsou sice pouze teoretické a konečný výnos plodiny ovlivňuje spousta dalších faktorů, řada

pěstitelů však zvýšení výnosu po použití listových hnojiv zmínila a z výše uvedených čísel vidíme, že aplikace hnojiv v cenových relacích 800 Kč na hektar a více nemusí být neopodstatněné. Při porovnání dat získaných šetřením prováděným v bakalářské práci lze pozorovat nárůst podniků, které jsou ochotné do porostů více investovat. Při minulém šetření pouze dva podniky ze dvanácti aplikovaly hnojiva do řepky v cenových relacích více než 750 Kč, zde můžeme vidět, že to představuje více než třetinu dotazovaných subjektů. K nárůstu a posunu o jednu kategorii došlo i u pšenice ozimé.

Cenu listového hnojiva je potřeba hodnotit nejen podle obsahu živin, ale i formy aplikovaných živin, případně je-li hnojivo vybaveno i dalšími látkami ovlivňující jeho aplikovatelnost či využití (Baranyak et al., 2007). Mezi takovéto látky patří smáčedla, absorbenty, adheziva, disperzní látky a jiné (Škeřík, 2007). Cena přípravků se může vyvíjet, je potřeba pečlivě vybírat přípravky a volit počet a termín aplikací podle předpokládaného výnosu (Baranyak et al., 2007). Na trhu je velké množství přípravků od řady výrobců a není jednoduché se v nabídce zorientovat. Pro lepší orientaci mohou sice posloužit například výsledky pokusů různých svazů a institucí, Čepl a Kasal (2006) i Baranyak a kol. (2007) ale připomínají, že listová hnojiva obsahují často rozdílné obsahy prvků a jsou doplněna nezřídka i o biologicky aktivní látky, takže vyhodnocení pokusů je pak poměrně složité.

Z našeho šetření vyplynulo, že nejpoužívanější skupinou biologicky aktivních látek jsou huminové látky. Nardi a kol. (2002) uvádí, že huminové látky mohou ovlivňovat jak dýchání, tak fotosyntetický proces a stimulační účinky huminových látek přímo korelují se zvýšeným příjmem makroživin (N, P, S) a mikroživin (Fe, Zn, Cu, Mn). Pettit (2004) pozoroval souvislost mezi zvýšenou iniciací tvorby kořenů a jejich růstem, ke které obvykle dochází po aplikaci huminových a fulvových kyselin na porost plodiny. Kyselina huminová, organický biostimulátor, významně ovlivňuje růst a vývoj rostlin a zvyšuje výnos plodin, pozitivní účinky na rostliny lze připsat hlavně fyziologické aktivitě podobné fytohormonům (Nardi et al., 2016). Mayhew (2004) potvrzuje, že hnojiva na bázi huminových kyselin zvyšují úrodu plodin, stimulují rostlinné enzymy, hormony a zlepšují úrodnost půdy. Někteří autoři (Trčková, 2010, Bečka et al., 2011) upozorňují, že molekuly huminových látek mají poměrně velký aktivní povrch a s ohledem na svoji velikost s největší pravděpodobností tyto molekuly do rostlinných pletiv vůbec nevstupují a jejich přínos spočívá ve snížení příjmu současně aplikovaných nepolárních látek a zpomalení vysychání aplikovaného roztoku. Nardi a kol. (2002) ale uvádí, že účinek huminových kyselin na růst rostlin závisí na zdroji, koncentraci a molekulové hmotnosti huminové frakce. Nízkomolekulární frakce jsou schopny do buněk listů rostlin částečně vstupovat, vysokomolekulární frakce se neabsorbují a může interagovat pouze



s buněčnou stěnou. Zdá se, že huminová hmota také vykazuje aktivitu podobnou hormonům. Není jasné, zda tato aktivita úzce souvisí s chemickou strukturou huminových kyselin, nebo zda závisí na hormonech mikrobiálního původu, které jsou v nich zachyceny. V každém případě vykazují huminové kyseliny stimulační účinky na růst a vývoj rostlinných buněk.

Biologicky aktivní látky jsou v podnicích nejčastěji využívány pro stimulaci růstu. Stimulátory je nutné používat v registrovaných a doporučených dávkách. Některá listová hnojiva již stimulační látky obsahují, u těchto hnojiv by se pěstitelé měli vyvarovat kombinace s dalšími stimulačními látkami. V nižších dávkách nemusí při použití stimulátoru dojít k požadovanému efektu, vysoké dávky mohou působit naopak kontraproduktivně a místo stimulačního efektu látka zapůsobí jako regulátor růstu (Baranyk et al., 2007).

Čtvrtina podniků uvedla jako důvod pro použití biologicky aktivních látek eliminaci stresu u rostlin. Stres polních plodin nezpůsobují pouze nepříznivé meteorologické podmínky, ale může být vyvolán i nevhodnou aplikací pesticidů, napadením škůdci či chorobou. Pro snížení nežádoucí reakce rostlin na stresový faktor lze aplikovat stimulátory růstu (Šuk et Šuk, 2020). Příznivý vliv stimulátorů na výnos se potvrdil ve všech letech, většího výnosového efektu bylo dosaženo v letech, kdy na rostliny působí stresové faktory. Typickým příkladem byla jarní sucha v posledních letech. Řada dotazovaných podniků využívá pro jarní stimulaci porostů řepky přípravek Atonik. Ten doporučuje i Baranyk a kol. (2007), jako vhodný prostředek pro překonání následků zimy. Dobré zkušenosti s Atonikem uvádí i Bečka a kol. (2011), doporučuje aplikaci Atoniku na porosty s alespoň částečně obnovenou listovou plochou společně s postřikem na krytonosce, případně s ošetřením proti blýskáčkovci.

Při pohledu na tabulku aplikací v rámci podniků do pšenice ozimé často nacházíme močovinu a hnojiva obsahující hořčík, jako je roztok hořké soli, který lze podle Vaňka a kol. (2016) aplikovat o koncentracích 2 - 4 %, a hnojivo Magnitra. To potvrzuje tvrzení Trčkové a kol. (2010), podle které je prostřednictvím listové výživy dodáván především dusík v různých formách, hořčík (v mnohem menší míře i draslík a fosfor) a stopové živiny. Ze stopových živin podniky do porostů pšenice aplikují především bór, zinek, měď a mangan. Khan a kol. (2010) uvádí, že bór aplikovaný na list samostatně nebo v kombinaci s dalšími mikroživinami výrazně zvýšil růst, výnos i kvalitu zrna ozimé pšenice. Listové aplikace mikroprvků jako je železo, mangan, zinek, měď a bór v různých fázích růstu zvýšily výšku rostlin, HTS, biologický výnos, počet zrn v klasu, výnos slámy i zrna. Raza a kol. (2014) potvrzuje pozitivní ovlivnění výnosu zrna, počtu zrn v klase a HTS po listové aplikaci bóru.

Hojně využívanou aplikací do porostů řepky ozimé je podzimní aplikace bóru. O potřebě podzimního hnojení řepky bórem se zmiňuje Škarpa a kol. (2016), pozitivní vliv podzimní aplikace (menší náchylnost k poškození mrazem, lepší vitalita kořenového systému) potvrzuje i Röhl a Makowski (2009). Škarpa a kol. (2016) zdůrazňuje důležitost zásahu hlavně na lehčích půdách. Podniky aplikaci bóru opakují na jaře, jak uvádí Černý a kol. (2018), po vlhčích zimách lze očekávat nižší obsahy bóru v půdě, proto by měl být na jaře aplikován co nejdříve, to platí i v případě předchozího podzimního hnojení, neboť bór je v rostlině brzy vyvázan do buněčných stěn a nerozpustných komplexů a nemůže být rostlinnou využit.

## 6.1 Vědecké hypotézy

První z hypotéz, předpoklad rovnoměrného využití listové výživy v zemědělských závodech u všech plodin, se nepotvrdil. Dobře patrné je to z grafu č. 2, zobrazujícího cenové relace aplikovaných produktů do porostů jednotlivých plodin. Při porovnání nejčastěji uváděných cenových skupin jsou do řepky ozimé pěstitelé ochotni investovat za nakupovaná listová hnojiva dvakrát více finančních prostředků na hektar než za hnojiva aplikovaná do porostů pšenice ozimé, rozdíl představuje 400 Kč na hektar a více. Při aplikaci močoviny řada podniků sice používá stejnou koncentraci roztoku pro obě plodiny, některé subjekty ale aplikují roztoky o větší koncentraci opět do řepky. Řepka je tedy intenzivněji hnojenou plodinou i v rámci listových hnojiv. Za povšimnutí ale stojí poměrně značné rozdíly intenzity v rámci jedné plodiny mezi jednotlivými subjekty, patrné je to z tabulek č. 8 a č. 9, kdy některé podniky i do porostu pšenice ozimé aplikují poměrně velké množství produktů. Podniky s vyšší intenzitou využití listových hnojiv se řadí ve většině případů k podnikům malým a středním.

Druhou ze stanovených hypotéz byla domněnka, že ke hnojení listovými hnojivy je pro optimalizaci výživného stavu rostliny využívána vhodná diagnostika. To se ovšem rovněž nepotvrdilo, více než třetina dotazovaných podniků (39 %) výživný stav rostlin pomocí diagnostiky vůbec nezjišťuje, aplikace listových hnojiv je tedy prováděna bez podrobnějších znalostí potřeb rostlin, na základě vizuálních příznaků deficitu, který může být pro rostlinu již kritický a řada pěstitelů aplikuje nakupovaná hnojiva preventivně.

## 6.2 Doporučení pro praxi

- Využívat ve větší míře alespoň jednu z diagnostických metod výživného stavu porostu pro optimalizaci hnojení listovými hnojivy na základě prvků v deficitu a pro variabilní aplikaci dusíkatých hnojiv;

- při zjištění deficitu konkrétní živiny použít hnojiva se zvýšeným obsahem dané živiny a jednosložkové koncentráty, pro překonání stresu jsou vhodné směsné roztoky živin;
- preventivně dodávat listovou aplikací živiny u náročných plodin (řepka - bór);
- mimokořenovou výživu využít především pro dodání mikroprvků (zajištěna přesnější a rovnoměrnější aplikace), při poškození kořenů či nepříznivých půdních podmínkách aplikovat i makroprvky;
- efektivita foliární aplikace listových hnojiv a stimulátorů je výraznější u slabých a poškozených porostů a při stresových podmínkách (sucho) pro rostliny;
- aplikace stimulátorů do porostů pšenice provádět po zimě pro podporu jarní regenerace, při odnožování pro posílení kořenového systému, slabé porosty je vhodné zahušťovat;
- slabé porosty řepky je vhodné po zimě nastartovat dodáním pohotových živin v listových hnojivech, k urychlení regenerace lze využít roztoky močoviny o koncentracích do 8 %, nutno však hnojiva aplikovat na obnovenou listovou plochu;
- používat listová hnojiva pro úpravu živin v rostlinách v pozdějších fázích růstu jako nástroj zvýšení kvality produkce; u pšenice např. roztok močoviny pro zvýšení obsahu N-látek v zrnu a u řepky listová hnojiva s obsahem bóru a síry pro zvýšení olejnatosti semen, hnojiva s obsahem síry působí navíc i fungicidním efektem;
- u pšenice používat roztoky močoviny o koncentraci max. 13 %, s postupující vegetační fází pšenice koncentrace roztoku snižovat, u řepky spíše nižší, poškození však nebylo zaznamenáno ani po aplikacích 10 % roztoků, výhodou je rychlá přijatelnost močoviny;
- kombinovat listová hnojiva s biologicky aktivními látkami pro zvýšení jejich stimulačního účinku;
- výběr hnojiva realizovat nejen na základě obsahu živin, ale i stimulačních látek a látek zlepšujících příjem hnojiva, ty jsou vhodné hlavně za nestabilního počasí;
- stimulátory používat v doporučených dávkách, listová hnojiva obsahující stimulační látky s jinými stimulátory nekombinovat;
- bór aplikovat do porostů řepky na podzim i na jaře; na podzim pro stimulaci růstu kořenové soustavy, jarní aplikace provádět v období kvetení až tvorby šesulí, kdy je potřeba bóru rostlinou nejvyšší, celková dávka by měla činit 400 - 500 g bóru na hektar;
- listová hnojiva je vhodné kombinovat s fungicidy s ohledem na obsah smáčedla, nevhodná je aplikace s DAM a SAM z důvodu velkých kapek omezujících pokrytí listu;
- u pšenice slouží listová aplikace především k dodání hořčíku, v případě vyčerpání půdních zásob i síry a mikroprvků, a to zejména manganu, železa a molybdenu.

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zpracovat literární přehled o využití listových hnojiv a biologicky aktivních látek u pšenice ozimé a řepky olejky a možnostech diagnostiky výživného stavu rostlin. Dále bylo cílem posoudit využívání listových hnojiv u zvolených plodin a diagnostiky v zemědělských podnicích na základě analýzy z připraveného dotazníku.

V rámci dotazníkového šetření zaměřeného na využití listových hnojiv a biologicky aktivních látek jsem rozeslal celkem 47 dotazníků, z nichž se mi vrátily odpovědi od 23 pěstitelů, hospodařících především v západní části České republiky. Z dotazníku jsem vybral 13 otázek, po jejichž zpracování jsem došel k následujícímu závěru:

- cenové relace aplikovaných listových hnojiv na jeden hektar se u řepky ozimé pohybují nejčastěji v hodnotách 800 Kč a více, u pšenice nejčastěji v intervalu 200 - 400 Kč, druhou nejčastější kategorií je u obou plodin rozmezí 400 - 600 Kč;
- výživný stav rostlin je nejčastěji diagnostikován na základě anorganických rozborů rostlin, v menší míře jsou využívány i ruční přenosné přístroje či kombinace obou metod, 39 % podniků však vůbec žádnou z metod diagnostiky nevyužívá;
- močovinu ve formě roztoku využívá polovina dotazovaných podniků, koncentrace roztoku se v rámci podniků využívajících toto hnojivo pohybuje mezi 3 - 10 %, nejčastěji je aplikována 5% koncentrace;
- biologicky aktivní látky využívá 57 % dotazovaných podniků, nejoblíbenější skupinou biologicky aktivních látek jsou huminové kyseliny, následované aminokyselinami a extrakty z mořských řas, nejčastějším důvodem použití je eliminace stresu;
- pěstitelé používají listová hnojiva nejčastěji jako pomoc rostlinám při stresu a preventivně, použití při deficitu či dohnojení porostu je méně časté;
- po použití listových hnojiv je nejčastěji pozorovaným efektem navýšení kvality produktu, významná část pěstitelů uvedla rovněž navýšení výnosu, poškození rostlin po použití listových hnojiv je ojedinělé;
- počet aplikovaných produktů za vegetaci je u řepky ozimé v rámci jednotlivých podniků 1 - 5 v podzimním období a 1 - 6 v období jarním, u pšenice ozimé je tento počet 1 - 8 produktů za vegetaci;
- použití listových hnojiv je nedílnou součástí pěstebních technologií, využívají je všechny dotazované podniky bez ohledu na velikost v různé míře u obou zvolených plodin, pšenice ozimé a řepky olejky.

## 8 Literatura

- Anonym 1. Osevní plochy ozimých plodin pro sklizeň v roce 2020. Český statistický úřad [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2020>>
- Anonym 2. 2021. Variabilní systém hnojení Cropexplorer (Isaria). Agrotec [online]. Hustopeče. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <[https://www.eagrotec.cz/products/stroje-pro-vyzivu-rostlin/variabilni-system-hnojeni-isaria-\(2\)/variabilni-system-hnojeni-isaria-\(1\)](https://www.eagrotec.cz/products/stroje-pro-vyzivu-rostlin/variabilni-system-hnojeni-isaria-(2)/variabilni-system-hnojeni-isaria-(1))>
- Anonym 3. 2021. Crop Canopy Sensors for Nutrient Mapping. Topcon [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <<https://www.topconpositioning.com/ie/crop-sensing/canopy-sensing/cropspec>>
- Asare, E., Scarisbrick, D. H. 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape ( *Brassica napus* L.). *Field Crops Research*. 44 (1). 41 - 46.
- Baier, J. 1982. Výživa rostlin v soustavě hnojení. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR. Praha.
- Baranyk, P., Fábry, A., Balík, J., Dostálová, J., Humpál, J., Kazda, J., Koprna, R., Kuchtová, P., Markytán, P., Nerad, D., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M. 2007. Řepka: pěstování - využití - ekonomika. Profi Press. Praha. ISBN: 978-80-86726-26-7
- Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Lošák, T., Málek, B., Markytán, P., Plachká, E., Richter, R., Soukup, J., Stražil, Z., Šaroun, J., Škeřík, J., Šmirous, P., Štranc, P., Volf, M., Vrbovský, V., Zehnálek, P., Zelený, V. 2010. Olejníny. Profi Press. Praha. ISBN: 978-80-86726-38-0.
- Bečka, D., Vašák, J., Šimka, J., Mikšík, V. 2011. Stimulace a listová výživa ozimé řepky na jaře. *Úroda*. 59 (3). 64 - 66.
- Bezdíčková, A. 2018. Možnosti využití biostimulátorů pro stabilizaci výnosů obilnin. *Agromanual* [online]. Kurent. České Budějovice. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/moznosti-vyuziti-biostimulatoru-pro-stabilizaci-vynosu-obilnin>>
- Borrego, E. J., Kolomiets, M. V. 2016. Synthesis and Functions of Jasmonates in Maize. *Plants* [online]. 5 (4). 41. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <[https://www.mdpi.com/2223-7747/5/4/41?utm\\_source=TrendMD&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Plants\\_TrendMD\\_0](https://www.mdpi.com/2223-7747/5/4/41?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=Plants_TrendMD_0)>

- Brant, V., Kroulík, M., Krček, V., Krása, J., Kapička, J., Hamouz, P., Lukáš, J., Zábranský, P., Škeříková, M., Škeřík, J., Job, Z., Lang, J., Petrus, D. 2020. Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby. Kurent. České Budějovice. ISBN: 978-80-87111-81-9
- Chojnacka, K., Saeid, A., Witkowska, Z., Tuhy, L. 2012. Biologically Active Compounds in Seaweed Extracts - the Prospects for the Application. The Open Conference Proceedings Journal [online]. 3. 20 - 28. [cit. 2021-01-29]. DOI: 10.2174 / 1876326X01203020020. Dostupné z: <<https://benthamopen.com/contents/pdf/TOPROCI/TOPROCI-3-3-20.pdf>>
- Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology. 23. 371 - 393.
- Čepl, J., Kasal, P. 2006. Výsledky pokusů s mimokořenovou aplikací hnojiv u brambor. In: Racionální použití hnojiv. Sborník z konference konané na ČZU v Praze dne 30. 11. 2006. Power Print. Praha. 46 - 51. ISBN: 80 - 213 - 1558 - X.
- Černý, I., Pačuta, V., Villár, G. 2000. Vplyv Atoniku na úrodu a technologickú kvalitu cukrovej repy. Listy cukrovarnícké a řepařské. 116 (12). 316 - 319.
- Černý, J., Balík, J., Sedlář, O., Kulhánek, M., Vašák, F. 2016. Hnojení ozimých obilnin na jaře. Úroda. 64 (3). 73 - 76.
- Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Sedlář, O., Javor, T. 2018. Hnojení ozimé řepky na jaře je důležité, ale také celkem složité. In: Agromanuál [online]. Kurent. České Budějovice. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-jare-je-dulezite-ale-take-celkem-slozite>>
- Dell, B., Huang, L. 1997. Physiological response of plants to low boron. Plant and Soil. (193). 103 - 120.
- Dřímálová, D. 2005. Růstové regulátory v řasách. Fottea [online]. 5 (1). 101 - 112. [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <<https://fottea.czechphycology.cz/pdfs/fot/2005/01/08.pdf>>
- Frageria, N. K., Barbosa Filho, M. P., Moreira, A., Guimarães, C. M. 2009. Foliar Fertilization of Crop Plants. Journal of Plant Nutrition. 32 (6). 1044 - 1064. DOI: 10.1080/01904160902872826. Dostupné také z: <<https://doi.org/10.1080/01904160902872826>>

- Gaj, R. 2011. Effect of diversified phosphorus and potassium fertilization on plant nutrition at the stage of initial main shoot development and the yield and oil content in the seeds of winter rapeseed. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* [online]. 10 (4). 57 - 68. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <<http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-784abe31-71ce-405a-bffd-1ab72a3730e8>>
- Gooding, M. J., Davies, W. P. 1992. Foliar urea fertilization of cereals: A review. *Fertilizer research* [online]. 32. 209 - 222. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01048783#Abs1>>
- Gupta, S., Abu-Ghannam, N. 2011. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 12 (4). 600 - 609.
- Havel, J., Cihlář, P., Kolařík, P., Poslušná, J. 2015. Ošetření máku listovými hnojivými a stimulanty. In: Sborník z konference „Prosperující olejninový“ ČZU Praha. Praha. 127 - 129. ISBN: 978-80-213-2598-2.
- Hlušek, J., Lokáš, T. 2006. Vliv mimokořenové aplikace na výnos a kvalitu zelenin. In: Racionální použití hnojiv. Sborník z konference konané na ČZU v Praze dne 30. 11. 2006. Power Print. Praha. 52 - 57. ISBN: 80 - 213 - 1558 - X.
- Hnilička, R., Škeřík, J., Kazda, J., Říha, K., Markytán, P. 2019. Stanovisko k pesticidům 2019 Řepka: Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů SPZO v rámci Programu rozvoje venkova. SPZO. Praha. ISBN: 978-80-87065-86-0.
- Hřivna, L., Nedomová, Š., Sapáková, E., Říha, K., Ševčík, V. 2015. Vliv pozdní aplikace mimokořenové výživy na zdravotní stav, výnos a kvalitu semen ozimé řepky. In: Prosperující olejninový 2015. ČZU Praha. Praha. 69 - 72. ISBN: 978-80-213-2598-2.
- Hřivna, L., Richter, R. 2002. Optimalizace výživy řepky. In: Sborník 19. vyhodnocovací seminář Hluk. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 119 - 129. ISBN: 80-238-9626-1.
- Hřivna, L., Richter, R. 2003. Korekce výživy řepky listovými hnojivými. *Úroda*. 51 (4). 16 - 19.

- Hu, Y., Burucs, Z., Schmidhalter, U. 2008. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Science and Plant Nutrition* [online]. 54 (1). 133 - 141. [cit. 2021-02-25]. DOI: 10.1111 / j .1747-0765.2007.00224.x. Dostupné z: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1111/j.1747-0765.2007.00224.x?src=recsys>>
- Jankowski, K. J., Sokólski, M., Dubis, B., Krzebietke, S., Żarczyński, P., Hulanicki, P., Hulanicki, P. S. 2016. Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science* [online]. 25 (3). 164 - 176. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <<https://journal.fi/afs/article/view/57413/20714>>
- Jarecki, W., Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D. 2019. The response of winter oilseed rape to diverse foliar fertilization. *Plant, Soil and Environment* [online]. 65 (3). 125 - 130. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <[https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/5\\_2019-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/5_2019-PSE.pdf)>
- Jůzl, M., Elzner, P., Hlušek, J., Lošák, T. 2009. Vliv listové výživy na výnos a kvalitu brambor. *Úroda*. 57 (6). 82 - 84.
- Kannan, S. 2010. Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. In: Lichtfouse, E. *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming: Sustainable Agriculture Reviews* [online]. Springer. 371 - 402. [cit. 2021-03-01]. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-8741-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-90-481-8741-6_13). ISBN: 978-90-481-8741-6. Dostupné z: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-8741-6\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-8741-6_13)>
- Karim, M. R., Zhang, Y. -Q., Zhao, R. -R., Chen, X. -P., Zhang, F. -S., Zou, C. -Q. 2012. Alleviation of drought stress in winter wheat by late foliar application of zinc, boron, and manganese. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* [online]. 175 (1). 142 - 151. [cit. 2021-03-04]. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.201100141>. Dostupné z: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.201100141>>
- Khan, M. B., Farooq, M., Hussain, M., Shabir, S., Shabir, G. 2010. Foliar application of micronutrients improves the wheat yield and net economic return. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12 (6). 953 - 956.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., Prithiviraj, B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 28. 386 - 399.



- Koeslin-Findeklee, F., Becker, M. A., Graaff, E. van der, Roitsch, T., Horst, W. J. 2015. Differences between winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars in nitrogen starvation-induced leaf senescence are governed by leaf-inherent rather than root-derived signals. *Journal of Experimental Botany* [online]. 66 (13). 3669 - 3681. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <<https://academic.oup.com/jxb/article/66/13/3669/514104?login=true>>
- Kohoutová-Hradecká, D. 2010. Brassinosteroidy, látky s perspektivou. *Zemědělec*. 18 (31). 10 - 11.
- Kwiatkowski, C. A. 2012. Response of winter rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg., Sinsk) to foliar fertilization and different seeding rates. *Acta Agrobotanica* [online]. 65 (2). 161 - 169. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <<http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-0201d7ca-3b0a-4a2c-9c2c-28b9fe5b02ee>>
- Lääniste, P., Jõudu, J., Eremeev, V. 2004. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilisation. *Agronomy Research*. 2 (1). 83 - 86.
- Liu, S., Li, L., Gao, W., Zhang, Y., Liu, Y., Wang, S., Lu, J. 2018. Diagnosis of nitrogen status in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) using in-situ hyperspectral data and unmanned aerial vehicle (UAV) multispectral images. *Computes and Electronics in Agriculture*. 151. 185 - 195. ISSN: 0168-1699.
- Lukas, V., Neudert, L., Ryant, P., Smutný, V., Dryšlová, T., Gnip, P. 2012. Stanovení a optimalizace diferencovaných dávek dusíkatých hnojiv v precizním zemědělství: metodika pro praxi. Mendelova univerzita v Brně. Brno. Metodika pro praxi (Mendelova univerzita v Brně). ISBN: 978-80-7375-686-4.
- Lukas, V., Neudert, L., Křen, J. 2017. Využití dálkového průzkumu pro lokálně cílenou agrotechniku. *Mechanizace zemědělství*. 67 (5). 60 - 61.
- Ma, B. -L., Biswas, D. K., Herath, A. W., Whalen, J. K., Ruan, S. Q., Caldwell, C., Earl, H., Vannase, A., Scott, P., Smith, D. L. 2015. Growth, yield, and yield components of canola as affected by nitrogen, sulfur, and boron application. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* [online]. 178 (4). 658 - 670. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.201400280>>
- Mach, J. 2011. Aktuální fyziologie pšenice. *Úroda*. 59 (3). 60 - 61.

- Macháčková, I., Krekule, J. 2002. Plant Growth Regulators – Theory and Praxis. In: Setrvalý rozvoj rostlinné a živočišné produkce – cesta k rozvoji českého venkova: Sborník referátů z konference Agronomické fakulty České zemědělské univerzity. ČZU v Praze, Agronomická fakulta. Praha. 113 - 114.
- MacKinnon, S. L., Ugarte, R., Craft, C. A. 2010. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology*. 22. 489- 494.
- Mayhew, L. 2004. Humic substances in biological agriculture. *Rev ACRES*. 34 (1-2). 80 - 88.
- McGrath, S., Zhao, F. 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science* [online]. 126 (1). 53 - 62. [cit. 2021-01-23]. DOI: 10.1017/S0021859600088808. Dostupné z: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/sulphur-uptake-yield-responses-and-the-interactions-between-nitrogen-and-sulphur-in-winter-oilseed-rape-brassica-napus/CFEC5F90A118758D79CEDCACA8C88D5F>>
- Mezera, J., Lukas, V., Elbl, J., Kintl, A., Smutný, V. 2019. Evaluation of variable rate application of fertilizers by proximal crop sensing and yield mapping. *ProQuest* [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <<https://search.proquest.com/openview/91f3fa4b2db4cfcbb2a86cf03fcec6cb/1?cbl=1536338&pq-origsite=gscholar>>
- Mortvedt, J. J. 1994. Needs for controlled-availability micronutrient fertilizers. *Fertilizer research*. 38. 213 - 221.
- Nadian, H., Najaradegan, R., Alami Saeid, K., Gharineh, M. H., Siadat, A. 2010. Effects of Boron and Sulfur Application on Yield and Yield Components of *Brassica napus* L. in a Calcareous Soil. *World Applied Sciences Journal*. 11 (1). 89 - 95.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 34 (11). 1527 - 1536.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., Ertani, A. 2016. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*. 73 (1). 18 - 23.

- Pačuta, V., Molnárová, J., Kašičková, I. 2015. Utilization of biopreparations in sugar beet cropping system. In: 50th Croatian and 10th ii International Symposium on Agriculture [online]. University of Zagreb, Faculty of Agriculture. Zagreb. 314 - 318. [cit. 2021-01-29]. ISBN: 978-953-7878-30-6. Dostupné z: <[http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015\\_p0504.pdf](http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015_p0504.pdf)>
- Pageau, D., Lafond, J., Tremblay, G. F. 1999. The effects of boron on the productivity of canola. In: The Regional Institute [online]. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/2/22.htm>>
- Peltonen, J., Virtanen, A., Haggrèn, E. 1995. Using a Chlorophyll Meter to Optimize Nitrogen Fertilizer Application for Intensively-Managed Small-Grain Cereals. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 174 (5). 309 - 318.
- Peteinatos, G. G., Korsæth, A., Berge, T. W., Gerhards, R. 2016. Using Optical Sensors to Identify Water Deprivation, Nitrogen Shortage, Weed Presence and Fungal Infection in Wheat. *Agriculture* [online]. 6 (2). 1 - 21. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/6/2/24/htm>>
- Pettit, R. E. 2004. Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health. CTI Research [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <<http://www.harvestgrow.com/.pdf%20web%20site/Humates%20General%20Info.pdf>>
- Pilař, M. 2003. Systém výživy řepky a listová výživa. In: Řepka, mák, hořčice: Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU Praha. Praha. 169 - 173. ISBN: 80-213-1007-3.
- Procházka, P., Štranc, P., Pazderů, K., Štranc, J., Vostřel, J. 2017. Effects of biologically active substances used in soybean seed treatment on oil, protein and fibre content of harvested seeds. *Plant Soil Environment* [online]. 63 (12). 564 - 568. [cit. 2021-01-28]. DOI: 10.17221/702/2017-PSE. Dostupné z: <[https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/702\\_2017-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/702_2017-PSE.pdf)>
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J., Gloser, J., Havel, L., Nátr, L., Prášil, I., Sladký, Z., Šantrůček, J., Tesařová, M., Vyskot, B. 1998. *Fyziologie rostlin*. Academia. Praha. ISBN: 80-200-0586-2.
- Pulkrábek, J., Šroller, J., Zahradníček, J. 1999. Vliv regulátorů růstu na výnos a jakost bulev cukrovky. *Rostlinná výroba*. 45 (8). 379 - 386.

- Qin, S., Hu, C., Tan, Q., Sun, X. 2017. Effect of molybdenum levels on photosynthetic characteristics, yield and seed quality of two oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Soil Science and Plant Nutrition* [online]. 63 (2). 137 - 144. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00380768.2017.1286232>>
- Raza, S. A., Ali, S., Chahill, Z. S., Iqbal, R. M. 2014. Response of foliar application of boron on wheat (*Triticum aestivum* L) crop in calcareous soils of Pakistan. *Academia Journal of Agricultural Research*. 2 (3). 106 - 109.
- Richter, R., Hřivna, L., Ryant, P., Hřůza, M. 2010. Optimální výživný stav rostlin řepky je základem vysoké a kvalitní produkce. In: *Prosperující olejniný 2010*. ČZU Praha. Praha. 40 - 44. ISBN: 978-80-213-2128-1
- Röhl, W., Vašák, J., Borchmann, W., Zajonc, I. 1989. Einfluss der Bor-Düngung auf die Reduktion der Ertragsanlagen des Winterrapses während der Blüte. In: *Mengen und Spurenelemente*. Leipzig. 124 - 129.
- Röhl, W., Schild, R., Zajonc, I. 1990. Untersuchungen zur Wirkung der Bor-Versorgung des Bodens auf das Blüh- und Seneszenzverhalten von Winterraps mit Doppelqualität. In: *Mengen und Spurenelemente*. Leipzig. 239 - 247.
- Röhl, W., Makowski, N. 2009. Listová aplikace bóru k ozimé řepce: současný problém?! In: *Prosperující olejniný 2009*. ČZU Praha. Praha. 59 - 62. ISBN: 978-80-213-2012-3.
- Röhl, W., Pöplau, R., Kappes, S. 2010. Mangan jako součást listové výživy řepky: současný problém?! In: *Prosperující olejniný 2010*. ČZU Praha. Praha. 52 - 54. ISBN: 978-80-213-2128-1.
- Ruan, J., Zhou, Y., Zhou, M., Yan, J., Khurshid, M., Weng, W., Cheng, J., Zhang, K. 2019. Jasmonic Acid Signaling Pathway in Plants. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 20 (10). 2479. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/20/10/2479>>
- Růžek, P., Kusá, H., Vavera, R. 2012. Pozdní přihnojení ozimé pšenice dusíkem. *Úroda*. 60 (3). 58 - 60.
- Růžek, P., Kusá, H., Vavera, R. 2014. Hnojení ozimé pšenice dusíkem v průběhu jarní vegetace. *Úroda*. 62 (3). 55 - 59.

- Shi, W., Wang, X., Yan, W. 2004. Distribution patterns of available P and K in rape rhizosphere in relation to genotypic difference. *Plant and Soil* [online]. 261. 11 - 16. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <<https://link.springer.com/article/10.1023/B:PLSO.0000035571.26352.99>>
- Sienkiewicz-Cholewa, U., Kieloch, R. 2015. Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant Soil Environment* [online]. 61 (4). 164 - 170. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <[https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/24\\_2015-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/24_2015-PSE.pdf)>
- Šamalík, J. 2009. Stimulátor růstu a výnosu v cukrovce. *Úroda*. 57 (6). 85.
- Šamalík, J. 2013. Regenerace ozimých obilnin. *Úroda*. 61 (3). 50 - 51.
- Šaroun, J. 2012. Ošetření porostů řepky regulátory a fungicidy na jaře. *Úroda*. 60 (3). 49 - 53.
- Škarpa, P., Richter, R., Antošovský, J. 2016. Účinnost aplikovaného bóru u řepky ozimé. In: *Prosperující plodiny: poznatky z výskumu a praxe*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Nitra. 31 - 35. ISBN: 978-80-552-1587-7
- Škeřík, J. 2007. Listová hnojiva a pěstování řepky. In: *Zemědělec* [online]. Profi press. Praha. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <<https://www.zemedelec.cz/listova-hnojiva-a-pestovani-repyk/>>
- Spychaj-Fabisiak, E., Murawska, B., Pacholczyk, L. 2011. Values of quality traits of oilseed rape seeds depending on the fertilisation and plant density. *Journal of Elementology*. 16 (1). 115 - 124.
- Štranc, P. 2010. Význam biologicky aktivních látek při pěstování rostlin, tentokrát sóji. *Agromanuál*. 5 (5). 58 - 59
- Šuk, J., Šuk, J. 2020. Agro-Sorb® Folium - stimulátor pro zlepšení zdravotního stavu a výnosu pěstovaných plodin. In: *Agromanuál* [online]. Kurent. České Budějovice. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/agro-sorb-folium-stimulator-pro-zlepseni-zdravotniho-stavu-a-vynosu-pestovanych-plodin>>
- Szczepanek, M., Wilczewski, E., Grzybowski, K. 2016. Response of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) on soil applied humus preparation and foliar potassium fertilizer. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* [online]. 15 (4). 85 - 94. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <<http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-a85a8409-14c6-479c-bd59-3fb9e7f8a168>>

- Szczepanek, M., Bech, A., Nowak, R. 2019. Technology of winter oilseed rape with foliar fertilization. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura* [online]. 18 (1). 39 - 47. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <<http://www.agricultura.acta.utp.edu.pl/index.php/agricultura/article/view/132/86>>
- Szewczuk, C. 2003. Wpływ stosowania wybranych nawozów dolistnych na przezimowanie i plony nasion rzepaku ozimego. *Acta Agrophysica*. 85. 289 - 295.
- Szulc, P. M., Drozdowska, L., Kachlicki, P. 2003. Effect of sulphur on the yield and content of glucosinolates in spring oilseed rape seeds. *Electronic journal of Polish agricultural universities* [online]. 6 (2). [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <<http://www.ejpau.media.pl/articles/volume6/issue2/agronomy/art-01.pdf>>
- Tarakhovskaya, E. R., Maslov, Y. I., Shishova, M. F. 2007. Phytohormones in algae. *Russian Journal of Plant Physiology*. 54. 163 - 170.
- Trčková, M., Raimanová, I., Svoboda, P. 2009. Listová výživa obilnin: uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. ISBN: 978-80-7427-030-7.
- Trčková, M. 2010. Pomocné rostlinné přípravky v praxi. *Zemědělec*. 18 (31). 11 - 13.
- Tys, J., Jackowska, I., Rybacki, R. 2006. Wartość technologiczna nasion różnych odmian rzepaku ozimego przeznaczonych na biopaliwa. *Acta Agrophysica* [online]. 8 (4). 1017 - 1030. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <[http://www.old.acta-agrophysica.org/artykuly/acta\\_agrophysica/ActaAgr\\_142\\_2006\\_4\\_8\\_1017.pdf](http://www.old.acta-agrophysica.org/artykuly/acta_agrophysica/ActaAgr_142_2006_4_8_1017.pdf)>
- Urban, J., Pulkrábek, J. 2018. Navýšení výnosu a jakosti cukrové řepy pomocí listové výživy a biologicky aktivních látek. *Listy cukrovarnické a řepařské* [online]. 134 (5 - 6). 188 - 194. [cit. 2021-01-29]. ISSN: 1805-9708. Dostupné z: <[http://www.cukr-listy.cz/on\\_line/2018/PDF/188-194.pdf](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2018/PDF/188-194.pdf)>
- Vaněk, V., Tlustoš, P., Pavlíková, D., Kolář, L. 2006. Podmínky ovlivňující účinnost mimokořenové aplikace hnojiv. In: *Racionální použití hnojiv. Sborník z konference konané na ČZU v Praze dne 30. 11. 2006*. Power Print. Praha. 22 - 29. ISBN: 80-213-1558-X.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press. Praha. ISBN: 978-80-86726-79-3.
- Varga, L., Ducsay, L., Filová, A. 2013. Význam a využitie listovej výživy pri pestovaní plodín. *Úroda*. 61 (3). 45 - 48.

- Varga, L., Ložek, O., Ducsay, L., Kováčik, P., Lošák, T., Hlušek, J. 2010. Effect of topdressing with nitrogen and boron on the yield and quality of rapeseed. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online]. 58 (5). 391 - 398. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <<https://acta.mendelu.cz/58/5/0391/>>
- Wijesinghe, W. A. J. P., Jeon, Y. -J. 2012. Enzyme-assistant extraction (EAE) of bioactive components: A useful approach for recovery of industrially important metabolites from seaweeds: A review. *Fitoterapia*. 83 (1). 6 - 12.
- Yang, M., Shi, L., Xu, F. -S., Lu, J. -W., Wang, Y. -H. 2009. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*. 19 (1). 53 - 59.
- Zhao, F. J., Hawkesford, M. J., Warrilow, A. G. S., McGrath, S. P., Clarkson, D. T. 1996. Responses of two wheat varieties to sulphur addition and diagnosis of sulphur deficiency. *Plant Soil*. 181. 317 - 327.
- Zimolka, J., Edler, S., Hřivna, L., Jánský, J., Kraus, P., Mareček, J., Novotný, F., Richter, R., Říha, K., Tichý, F. 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Profi Press. Praha. ISBN: 80-867-2609-6.
- Zukalová, H., Bečka, D., Vašák, J. 2009. Kvalita řepky v roce 2009. In: *Prosperující olejninny 2009*. ČZU Praha. Praha. 63 - 66. ISBN: 978-80-213-2012-3.

## **9 Samostatné přílohy**

### **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Výměry orné půdy a vybraných plodin v podnicích

Příloha č. 2: Důvody použití listových hnojiv

Příloha č. 3: Změny po použití listových hnojiv

Příloha č. 4 (a-d): Aplikace v rámci jednotlivých podniků do řepky ozimé

Příloha č. 5 (a-b): Aplikace v rámci jednotlivých podniků do pšenice ozimé



Příloha č. 1: Výměry orné půdy a vybraných plodin v podnicích

<b>Číslo podniku</b>	<b>Celková výměra orné půdy (ha)</b>	<b>Výměra pšenice ozimá (ha)</b>	<b>Výměra řepka ozimá (ha)</b>	<b>Použití listových hnojiv (ano/ne)</b>
1	30	15	5	ano
2	246	35	50	ano
3	960	320	310	ano
4	212	125	60	ano
5	1600	130	100	ano
6	980	500	180	ano
7	1400	382	185	ano
8	50	20	10	ano
9	480	227	101	ano
10	1309	370	307	ano
11	2600	750	550	ano
12	1870	470	250	ano
13	650	250	100	ano
14	80	18	6	ano
15	1400	280	200	ano
16	670	0	170	ano
17	3550	680	390	ano
18	1165	425	201	ano
19	950	330	200	ano
20	44	21	12	ano
21	401	150	88	ano
22	3200	1154	517	ano
23	151	38	11	ano

Příloha č. 2: Důvody použití listových hnojiv

Číslo	Preventivní použití	Dohnojení porostu	Pomoc při stresu	Při deficitu živin	Jiné
1	x		x	x	posílení (dodání živin), podpora růstu, např. u řepky ozimé bór před zimou
2	x		x		
3		x	x	x	
4		x	x		
5	x				
6			x		
7		x	x		
8				x	
9	x		x		
10	x				
11	x		x	x	
12	x	x			
13	x			x	
14			x	x	na základě rozborů
15	x		x	x	
16	x	x	x		
17	x		x		
18	x			x	
19	x	x	x		
20	x		x		
21		x			
22			x		
23	x		x		
<b>Celkem</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	

Příloha č. 3: Změny po použití listových hnojiv

Číslo	Poškození porostu	Méně houbových chorob	Navýšení výnosu	Navýšení kvality	Žádná změna	Jiné
1			x	x		
2				x		
3			x	x		
4			x	x		
5					x	
6				x		
7		x	x			
8				x		
9	x					
10				x		
11			x			
12		x		x		
13						x*
14		x		x		
15						x**
16	x					
17			x	x		
18				x		
19					x	
20			x	x		
21				x		
22				x		
23			x			
<b>Celkem</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

x*	Po použití listových hnojiv je těžké vyhodnocení, většinou vizuálně, nemáme metody jak objektivně vyhodnotit přínosy či negativa. Vesměs se dá ale říci, že na stav plodin to má vizuálně pozitivní vliv. Během sucha rostliny lépe fungují, člověk ale těžko vyhodnotí, je tam mnoho proměnných (příprava půdy, odrůda, půdní struktura typ a druh, rozdílná ochrana nebo hnojení), byť jen v jiném termínu, třeba při stejných produktech.
x**	Zlepšení kondice rostlin, doplnění mikroprvků

Příloha č. 4a: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do řepky ozimé

Číslo	Období	Přípravek	Dávka na ha	Upřesnění fáze
1	podzim	Bortrac	2 x 1 l	4. list, 8 – 10 listů
		Močovina	5 kg	8 – 10 listů
		Hořká sůl	5 kg	8 – 10 listů
	jaro	Bortrac	2 x 0,7 l	Začátek dlouhivého růstu, s insekticidem
		Hořká sůl	5 kg	Dlouhivý růst
		Síra 165	8 l	Počátek tvorby šešulí
		Močovina	5 kg	Viz. všechny předchozí
2	podzim	Folit Bór 150 SL	2 l	BBCH 25
	jaro	Folit P 500 SL	1 l	BBCH 39
		Folit Bór 150 SL	1 l	BBCH 39
		Magnitra L	4 l	BBCH 51
		Magnitra L	4 l	BBCH 57
3	podzim	AG 070 Foliar	0,1 l	Neuvedeno
		Aucyt	2 - 3 l	
		Amalgerol	10 - 15 l	
	jaro	AG 070 Foliar	0,1 l	
		Aucyt	2 - 3 l	
		Amalgerol	10 - 15 l	
4	podzim	Bór	1,5 l	Prevence
	jaro	Močovina	10 kg	Při potřebě
		Hořká sůl	2 kg	Při potřebě
		Bór	1,5 l	Prevence
5	jaro	Mg sol	2 l	BBCH 32
		Borosan Forte	1 l	BBCH 32
6	podzim	Nutribor Fluid	2 l	Neuvedeno
	jaro	Nutribor Fluid	2 l	

Příloha č. 4b: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do řepky ozimé

7	podzim	Galleko kořen	0,8 l	2. list
		Plant aktiv	1 kg	4. list
		Bor 150	1 l	4. list
		Retafos prim	5 l	4. list
		Síra	1 l	4. list
	jaro	Amalgerol premium	3 l	Butonizace
		Galleko universal + Galleko květ a plod	0,4 l + 0,5 l	Butonizace
Forte beta fenol		4 l	Dlouhivý růst	
8	podzim	Q-boron active	1 l	4 listy
	jaro	Q-boron active	1 l	Před květem
9	podzim	Retafos prim	4 l	BBCH 14-18
	jaro	Retafos Prim	4 l	BBCH 32
		SK sol	2 l	BBCH 61-69
		Bor 150	1 l	BBCH 51-55
		Močovina	5 kg	BBCH 51-69
		Hořká sůl, Microtop	3 kg	BBCH 51-55
		K-FENOL MIX	0,2 l	BBCH 69
10	jaro	Bor fluid	2 l	BBCH 30-50
		Amalgerol	2 l	BBCH 30-50
		Močovina + síran hořečnatý	8 kg + 8 kg	BBCH 30-50
11	podzim	Borosan Forte	1 l	1. 10.
	jaro	Borosan Forte	1 l	10. 4.
		Magnitra	3 l	30. 4.
		Atonik	1 l	10. 5. 200 ha
		Lignohumát MAX	0,5 l	10. 5. 200 ha
		Fertileader Starter	3 l	25. 3. 200ha
12	podzim	Borosan Forte / Humine, Folit B	1 l	BBCH 20
	jaro	Borosan Forte / Humine, Folit B	1 l	BBCH 30
		Folit ThioSulf	1 – 1,5 l	BBCH 30-40
		Magnitra	2,5 l	BBCH 50-55
		Atonik PRO	0,5 l	BBCH 45-50

Příloha č. 4c: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do řepky ozimé

<b>13</b>	podzim	Bor 150	0,25 l	20. 9. 2 pravé listy
		Síra 165	0,25 l	20. 9. 2 pravé listy
		Thimoax Mn	0,8 l	1. 10. 4 pravé listy
		Bor 150	0,5 l	1. 10. 4 pravé listy
	jaro	Retafos	3 l	20. 3. listová růžice
		Boronia	1 l	20. 3. listová růžice
		Thiomax Mn	2 l	7. 4. prodlužovací růst
		Altron Silver	0,3 l	28. 4. padání květních poupat
		Hořká sůl	15 kg	30. 5. tvorba šesulí
<b>14</b>	podzim	Močovina	25 kg	Neuvedeno
		Retafos prim	5 l	
		Bor	2 l	
		Síra	1 l	
		Hořká sůl	10 kg	
	jaro	Alfa fenol beta	5 l	
		Bor	2 l	
		Atonik	4 l	
		Močovina	15 kg	
		Hořká sůl	15 kg	
<b>15</b>	podzim	Bor	2 l	Neuvedeno
		Molytrac	0,15 l	
		Vodorozpustný amofos	2 kg	
	jaro	Bor	2 l	
		Molytrac	0,15 l	
		Vodorozpustný amofos	2 kg	
		DAM 390	15 kg	
3D smáčedlo	0,3 l			
<b>16</b>	jaro	CAMPOFORT special B (bór)	10,0 l	BBCH 50-61
<b>17</b>	podzim	Borosan	2 l	Neuvedeno
	jaro	Galleko	0,8 l	
		Magnitra	2 l	

Příloha č. 4d: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do řepky ozimé

<b>18</b>	jaro	FORTEbeta FENOL	4 l	Počátek prodlužování stonku
<b>19</b>	podzim	Retafos prim	5 l	5 listů
	jaro	Retafos prim	5 l	Listová růžice
<b>20</b>	podzim	Yara Bortrac	2 l	4 listy
	jaro	Yara Bortrac	2 l	Dlouhivý růst
		Galleko univerzál	0,4 l	Butonizace
<b>21</b>	podzim	Aktifer grow + Borstar	2 l + 0,5 l	BBCH 20-25
	jaro	Aktifer macro + Borstar	2 l + 0,5 l	BBCH 30
		Aktifer S	1 l	BBCH 50
<b>22</b>	podzim	Retafos prim	3 l	BBCH 16
	jaro	Alga ++P	0,8 - 1 l	BBCH 31
<b>23</b>	podzim	Borosan	1,5 l	7 listů
	jaro	Agrosorb	1,5 l	5 - 7 listů
		Agrosorb	1,5 l	Listová růžice

Příloha č. 5a: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do pšenice ozimé

číslo	přípravek	dávka na ha	upřesnění fáze
1	Močovina – 3 x za vegetaci	5 kg	BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51
	Yara Kombiphos - 2 x za vegetaci	3 l	BBCH 29, BBCH 39
	Hořká sůl – 3 x za vegetaci	5 kg	BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51
2	Magnitra L	4 l	BBCH 31
	Folit P 500 SL	2 l	BBCH 32
	Magnitra L	4 l	BBCH 49
	Magnitra L	2 l	BBCH 55
3	AG 070 Foliar	0,1 l	Neuvedeno
	Aucyt	2 - 3 l	
	Amalgerol	10 - 15 l	
4	Močovina	10 kg	Při potřebě
	Bór	1 l	Neuvedeno
	Hořká sůl	1 kg	
5	Neuvedeno		
6	Actiflow Mn	0,5 l	Odnožování
	Nutrimix Fluid	1 l – 2 l	Praporcový list
7	Galleko universal	0,8 l	2. list
	Magnitra	3,5 l	Praporcový list
	Galleko smáčedlo	0,8 l	Metání
8	Agrosorb folium	1 l	3. - 4. list/metání
9	Retafos Prim	4 l	Jaro, BBCH 23-25
	Močovina	5 kg	Opakovaně s POR, BBCH 32-51
	Hořká sůl, microtop	3 kg	Opakovaně s POR, BBCH 32-39
	SK sol	2 l	BBCH 39-51
10	Močovina	5 kg	Neuvedeno
11	Magnitra 2x za vegetaci	2,5 l	20. 4., 30. 5.
	Fertileader Vital 2M	2,5 l	3. 4. 300 ha
12	Magnitra	3 l	BBCH 45-55
	Borosan Forte	0,5 l	BBCH 45



Příloha č. 5b: Aplikace v rámci jednotlivých podniků do pšenice ozimé

13	Lignohumát	0,3 l	16. 4. počátek sloupkování
	Močovina	5kg	16. 4. počátek sloupkování
	Hořká sůl	5kg	16. 4. počátek sloupkování
	Boronia	0,2 l	18. 5. 1.- 2. kolénko
	Thiomax Mn	1 l	18. 5. 1.- 2. kolénko
	Retafos	1 l	18. 5. 1.- 2. kolénko
	Thiomax Mn	0,5 l	12. 6. kvetení
14	Alfa fenol	4 l	Odnožování
	Alfa beta	4 l	Neuvedeno
	Síra 165	3 l	
	Bor	2 l	
	Močovina 2x	50 kg	
	Hořká sůl 2x	30 kg	
	Zinek	0,5 l	
	Měď	0,5 l	
15	mantrac	0,2 l	Podzim
	bor	0,4 l	S fungicidem
	coptrac	0,1 l	BBCH 32
	zintrac	0,1 l	BBCH 32
	3D smáčedlo	0,3 l	Metání
16	Moddus	0,6 l	Začátek května
17	Thiotrac	2 l	Neuvedeno
18	FORTEgama FENOL	4 l	Sloupkování
19	Kombiphos	3 l	Odnožování
20	Galleko universal	0,4 l	Odnožování
	Bortrac	0,5 l	Sloupkování
	Energen 3D	0,2 l	Odnožování
21	Aktifer grow/Aucyt start/Energen fulhum plus	2 l/2 l/0,5 l	BBCH 20
	Aktifer macro	2 l	BBCH 32
	Aktifer macro extra + Aktifer S	2 l + 0,5 l	BBCH 45
22	Alga ++P	0,8 - 1 l	BBCH 22
23	Amalgerol	2 l	Plné odnožování
	Močovina + hořká sůl	10 kg + 10 kg (5 % + 5 %)	Začátek sloupkování