

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Institut vzdělávání a poradenství**

**Katedra celoživotního vzdělávání a podpory studia**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Výživa a hnojení polních plodin: analýza vybraného  
tematického celku a tvorba pracovních listů**

*Závěrečná práce*

**Autor: Ing. Jiří Holejšovský**

**Vedoucí práce: PhDr. Lucie Smékalová, Ph.D. et Ph.D.**

2023

## **Zadávací list**

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci na téma:

Výživa a hnojení polních plodin: analýza vybraného tematického celku a tvorba pracovních listů

vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V ..... dne .....

.....  
(Jiří Holejšovský)

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce PhDr. Lucii Smékalové Ph.D. et Ph.D. za odborné konzultace, pomoc a vedení této závěreční práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě v průběhu studia podporovali.

## **Abstrakt**

Závěrečná práce na téma „Výživa a hnojení polních plodin: analýza vybraného tematického celku a tvorba pracovních listů“ měla za úkol shrnout základní požadavky na tvorbu a význam pracovních listů. Dalším úkolem bylo shrnout náplň předmětu Pěstování rostlin, který se vyučuje na středních zemědělských školách u oboru Agropodnikání.

V praktické části byly vytvořeny pracovní listy, které řeší komplexně problematiku pěstování rostlin v provozu. Žáci mají zadanou modelovou farmu, pro kterou plní jednotlivé úkoly v pracovních listech. Úkoly v pracovních listech jdou chronologicky po sobě, podle toho, jak se konkrétní učivo probírá. Žáci mají za úkol sestavit osevní postupy, navrhnout ochranu proti plevelům, navrhnout systémy zpracování půdy, nebo počítat bilanci organických látek, navrhnout systém hnojení, včetně stanovení dávek konkrétních hnojiv.

Pro toto téma jsem se rozhodl především kvůli tomu, že je tato problematika pro žáky zásadní jak z hlediska studia, tak i při jejich uplatnění v zemědělské praxi. Dalším důvodem bylo to, že vyučuji na střední zemědělské škole a chtěl jsem vytvořit takovou závěrečnou práci, kterou bych sám mohl při výuce využít.

## **Klíčová slova**

pracovní listy, pěstování rostlin, hnojení rostlin, výživa rostlin, agrotechnika

## **Abstract**

The final thesis "Nutrition and Fertilization of Field Crops: Analysis of a Chosen Thematic Unit and Creation of Worksheets" was focused on summarizing the basic requirements for the creation of the worksheets. The next task was to summarize the contents of the subject Growing plants, which is taught in secondary agricultural schools in Agribusiness branch.

In the practical part, worksheets were created that comprehensively solve the issue of growing plants in a production unit. The pupils are given a model farm for which they complete individual tasks in the worksheets. The tasks in the worksheets follow each other chronologically, depending on how the specific subject matter is gone through. The pupils have the task of drawing up sowing procedures, designing protection against weeds, designing soil cultivation systems, or calculating the balance of organic substances, designing a fertilization system, including determining the doses of specific fertilizers.

I decided to elaborate this topic mainly because this issue is essential for the students both from the point of view of study and also in their future career in agricultural practice. Another reason was that I work as a secondary agricultural school teacher and I wanted to create such a teaching material that I could use in my teaching.

## **Keywords**

Worksheets, plant production, crop fertilization, crop nutrition, agricultural technology

## **OBSAH**

ÚVOD .....	9
TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....	10
1 Cíl a metodika .....	10
2 Pracovní listy .....	11
2.1 Význam pracovního listu .....	11
2.2 Tvorba pracovního listu .....	12
3 Základy rostlinné produkce .....	13
3.1 Agro-ekosystém .....	13
3.1.1 Povětrnostní a klimatičtí činitelé .....	13
3.1.2 Půdní znaky a charakteristiky .....	13
3.2 Osevní postupy .....	13
3.3 Zpracování půdy .....	14
3.3.1 Konvenční zpracování půdy .....	14
3.3.2 Minimalizační zpracování půdy .....	15
3.4 Regulace plevelu .....	15
4 Výživa a hnojení polních plodin .....	16
4.1 Význam a historie výživy polních plodin .....	16
4.2 Způsoby hnojení a rozdělení hnojiv .....	16
4.3 Specifika hnojení jednotlivých plodin .....	17
4.3.1 Pšenice ozimá .....	17
4.3.2 Ječmen .....	17
4.3.3 Oves setý .....	17
4.3.4 Kukuřice setá .....	18
4.3.5 Řepka ozimá .....	18
4.3.6 Hrách setý .....	18

4.3.7	Brambory .....	18
4.3.8	Tolice vojtěška.....	19
4.3.9	Jetel luční .....	19
PRAKTICKÁ ČÁST .....		20
5	Vlastní práce – pracovní listy .....	20
5.1	Zadání modelové farmy .....	20
5.2	Sestavení osevního postupu .....	21
5.3	Rozdělení a vyznačení pozemků do honů.....	21
5.4	Návrh systému zpracování půdy .....	26
5.5	Regulace plevelu .....	29
5.6	Hnojení.....	30
5.6.1	Hnojení organickými hnojivy .....	30
5.6.2	Produkce stájových hnojiv.....	31
5.6.3	Hnojení dusíkem .....	34
6	Vlastní doporučení .....	37
ZÁVĚR .....		38
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		40
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....		42
SEZNAM PŘÍLOH.....		43



## ÚVOD

Závěrečná práce se zabývá problematikou předmětu Pěstování rostlin na střední odborné škole. Na středních zemědělských školách je tento předmět nejen součástí maturitní zkoušky, ale je třeba jej chápat jako součást celé složky odborného vzdělání. Jsou na něj tedy kladeny vysoké nároky. V práci je shrnuta komplexní problematika tohoto předmětu - agroekosystém, povětrnostní a klimatičtí činitelé, půdní činitelé, osevní postupy, zpracování půdy, regulace plevelu, výživa a hnojení, ochrana rostlin a technologie pěstování jednotlivých zemědělských plodin. Největší část je věnovaná kapitole výživa a hnojení polních plodin. K tomuto jsou zde vytvořeny pracovní listy, které žákům umožní snadnější pochopení souvislostí mezi hnojením polních plodin a všemi ostatními faktory, které ho ovlivňují. Žáci tedy získají komplexní přehled o technologických, agro-environmentálních, technických, ekologických a ekonomických aspektech hnojení polních plodin.

# TEORETICKÁ VÝCHODISKA

## 1 Cíl a metodika

Cílem práce bylo analyzovat problematiku předmětu Pěstování rostlin na střední zemědělské škole, konkrétně výživy a hnojení polních plodin. Dalším cílem bylo v praktické části práce vytvořit k tomuto tématu pracovní listy využitelné ve výuce.

V teoretické části práce byl popsán význam a tvorba pracovních listů a také charakterizovaný předmět Pěstování rostlin. Byly zde stručně popsány všechny tematické celky tohoto předmětu. Dále jsem se zaměřil především na výživu a hnojení, základní principy ve výživě rostlin konkrétních zemědělských plodin, ekologické a ekonomické aspekty aplikace hnojiv. V praktické části byly vytvořeny pracovní listy k této problematice. Vzhledem k tomu, že se tento tematický celek vyučuje ve třetím ročníku střední školy, navazuje tak již na probrané učivo z druhého ročníku, kde se probírá agroekosystém, osevní postupy, zpracování půdy nebo zakládání porostů. Základem pracovních listů je modelová farma, která může být fiktivně zadaná nebo například rodinný statek žáka s určitým spektrem pěstovaných plodin. Žáci nejprve navrhnu osevní postup se zadanými plodinami. K plodinám navrhnu technologii zpracování půdy a založení porostu. Poté se žáci věnují hnojení organickými a anorganickými hnojivy. U jednotlivých plodin žáci stanovují dávky, termíny a způsoby aplikace. Pracují s odběrovými normativy, nároky na výživu u jednotlivých plodin a ekologickými aspekty použití hnojiv. Zpracovávají hnojení významnými živinami na celý osevní postup. Vypočítají bilanci organických látek a v případě jejich nedostatku navrhnu vhodné způsoby doplnění těchto látek.

Díky propojení jednotlivých tematických celků z předmětu Pěstování rostlin by žáci měli lépe pochopit danou problematiku. Upevňují si tak teoretické i praktické znalosti. Výsledkem je komplexní přehled žáka o problematice hnojení polních plodin ve vztahu k plodině, technologii pěstování, životnímu prostředí a ekonomice.

## 2 Pracovní listy

Pracovní listy řadíme mezi materiálně – didaktické prostředky. Podobně, jako učebnice a textové pomůcky. Obsahují analogické typy úloh, jako pracovní sešity nebo cvičebnice. Na rozdíl od nich však umožňují pedagogovi aktuálně reagovat na potřeby dané třídy při sestavování učebních příkladů (Frýzová, 2014, s. 48). Pracovní listy jsou vyučovací pomůcky, které obsahují racionálně formulované a uspořádané otázky, které rozvíjí činnost žáků. Hlavním cílem pracovních listů je získání a opakování znalostí, či dovedností. Žákům umožňují samostatnou nebo skupinovou práci, kdy si mohou procvičit schopnost spolupracovat. Nedílnou součástí je také rozvoj tvořivého přístupu k učivu a podpora přirozené touhy po poznání studovaného předmětu (Skalníková, 2015, s. 9).

### 2.1 Význam pracovního listu

Pracovní list může být ve výuce využíván:

- pro motivaci žáků – upoutání žáka grafickou úpravou a obsahem,
- pro aktivizaci žáků – vytváření vlastních názorů a postupů,
- k podpoře samostatnosti žáků – žák vytváří vlastní postupy, informace samostatně vyhledá v učebnici, encyklopedii nebo na internetu,
- k procvičení a upevnění probraného učiva - slouží k procvičení a opakování učiva, které je náročné,
- k individuálnímu přístupu k žákům – jednotliví žáci mají možnost pracovat vlastním tempem, pro žáky se specifickými potřebami je možné snížit nebo naopak zvýšit jejich náročnost nebo typ úlohy,
- pro tvůrčí činnost vyučujícího – umožňuje mu využít učivo, které v učebnici není nebo ho upravit podle aktuální situace,
- pro diagnostiku – umožňuje učitelé zjišťovat, která učební látka je pro žáky problematická nebo postoj žáků k učivu či samostatné práci,

- jako nástroj pro sebehodnocení žáka – žák může porovnat své výsledky s výsledky spolužáků, eventuálně zjistit, proč se výsledky liší nebo které učivo mu dělá problémy,
- jako informace pro rodiče – informace o učivu, které žák ve škole probírá a na jaké úrovni je vyžadováno zvládnutí (Frýzová, 2014, s. 49-50).

## 2.2 Tvorba pracovního listu

Pracovní list lze použít jako doplňující didaktický nástroj k různým metodám výuky, například k pozorování, experimentům, zjišťování názorů a tak dále. Pracovní listy mohou obsahovat návody k těmto činnostem v podobě zadání, postupů nebo v podobě modelových příkladů. Prvním krokem při tvorbě pracovního listu je volba dílčích vzdělávacích cílů vyučovací hodiny. Jasně vzdělávací cíle mají význam v oblasti výběru učiva a jeho strukturování. Dále také z hlediska řízení procesu výuky. Ve vztahu k pracovním listům cíle vytvářejí obsah listů a zároveň také charakterizují jejich funkčnost. Při tvorbě pracovních listů tedy pracujeme s dílčími cíli, určitými konkrétními znalostmi a dovednostmi, ke kterým mají pracovní listy žáka dovést. Není potřeba stanovovat si velké množství cílů. Cíle pracovního listu by měly být shodné s cíly vyučovaného tématu, tak i s dalšími cíli uvedených ve školním vzdělávacím plánu. Správně vytvořené pracovní listy by měly žákům umožnit jednoduše porozumění a pochopení tématu nebo procvičení problémového učiva (Mrázová, 2013, s. 19).

Pro správné plnění funkce vzdělávacích cílů musí být pracovní listy přiměřené, jasné a kontrolovatelné:

- přiměřené – cíle mají být náročné, ale zároveň splnitelné,
- jasnost (jednoznačnost) - formulace cílů nepřipouští jiný možný výklad, jak ze strany učitele, tak ze strany žáka,
- kontrolovatelnost – je umožněno zjistit, zda cíle bylo, či nebylo dosaženo

Žák, který zná cíl své vlastní činnosti přesně ví, co si má během vyučovací hodiny osvojit, si může lépe organizovat vlastní práci. Pokud se žák ztotožní s cíli, tak to

přispívá k jeho aktivizační činnosti, která slouží jako motivační faktor (Drahovzal a kol., 1997. s. 96).

### **3 Základy rostlinné produkce**

#### **3.1 Agro-ekosystém**

Agroekosystém můžeme charakterizovat, jako zemědělský ekosystém s rostlinnou nebo živočišnou výrobou. Přestože je prostorově ohraničen, nachází se ve vztahu okolními ekosystémy. Celkově můžeme říci, že produkce agroekosystémů je vyšší než u přirozených ekosystémů. Diverzita je u agroekosystémů většinou nižší než u přirozených ekosystémů (Boháč, 2013, s. 4).

##### **3.1.1 Povětrnostní a klimatičtí činitelé**

Všechny rostliny, tedy i zemědělské plodiny, jsou součástí ekosystému. Ten se zabývá vztahy mezi živými organismy a prostředím. Pro všechny zemědělce je důležité, aby dobře znali prostředí zemědělských plodin. Povětrnostní činitelé sledují procesy probíhající v atmosféře. Mezi nejdůležitější povětrnostní činitele ovlivňující zemědělskou činnost řadíme světlo, sluneční záření, teplo, složení vzduchu, proudění vzduchu nebo vlhkost vzduchu (Teksl a kol., 1996, s. 2-41).

##### **3.1.2 Půdní znaky a charakteristiky**

Půda je historický přírodní útvar, který vzniká půdotvorným procesem a je ovlivňována půdotvornými činiteli. Půdní znaky jsou charakteristiky, které můžeme vnímat smyslově, a to i v polních podmínkách. Mezi nejdůležitější půdní znaky řadíme barvu půdy, hloubku půdy, skeletovitost, vlhkost, konzistenci nebo prokořenění a oživení půdy. Z půdních vlastností je pro zemědělské využití půdy důležitá zrnitost půdy, kvalita a obsah organické hmoty, struktura půdy a její stabilita (Vopravil a kol., 2012, s. 1-19).

#### **3.2 Osevní postupy**

Osevní postup je plánovitě a agrotechnicky odůvodnitelné střídání plodin z hlediska prostorového (na pozemcích) a časového (v letech) rozložení. Důvody pro střídání

plodin vyplývají z celé řady komplexně působících činitelů. Střídání plodin má vliv na strukturu půdy, plevelná společenstva, dostupnost živin nebo obsah vody v půdě (Křen a kol., 2015, s. 85).

### **3.3 Zpracování půdy**

Zpracování půdy je složitý systém operací, jehož poznání je základem pro specifikaci a následné zajištění nejen produkčních, ale i mimoprodukčních funkcí zemědělství (Brant a kol., 2016, s. 9). V zemědělské výrobě má nezastupitelné postavení, protože s dalšími agrotechnickými faktory upravuje podmínky pro růst a vývoj plodin. Pod tímto pojmem si lze představit mechanické zásahy, které v půdě ovlivňují hospodaření s vodou, vzdušný režim, rozvoj půdních mikrobů, humifikační procesy, rozvoj chorob a škůdců (Šnobl a kol., 2002, s. 16). Chyby ve zpracování půdy mohou snížit účinnost hnojení a dalších agrotechnických opatření v pěstebních technologiích jednotlivých plodin (Hůla a kol., 1997, s. 3).

Z praktického hlediska lze v současnosti akceptovat rozdělení způsobu zpracování půdy na konvenční a minimalizační zpracování půdy. Konvenční zpracování půdy jsou technologie s orbou, tedy, že je půda každoročně zpracována radličným pluhem. Rostlinné zbytky předchozích plodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou zapraveny do půdy. Minimalizační technologie jsou bez orby. Každý z těchto způsobů má své výhody i nevýhody (Křen a kol., 2015, s. 11).

#### **3.3.1 Konvenční zpracování půdy**

Konvenční (*syn. tradiční, klasické*) zpracování půdy se dále člení na základní zpracování půdy, předset'ovou přípravu půdy a zpracování půdy během vegetace. Do základního zpracování půdy patří podmítka, orba a operace zvětšující orniční profil. Předset'ová příprava zahrnuje operace smykování, vláčení, kypření a válení půdy. Zpracování půdy během vegetace je tvořeno vláčením a válením během vegetace, plečkováním a hrůbkováním (Křen a kol., 2015, s. 12 - 57).

### **3.3.2 Minimalizační zpracování půdy**

V podmínkách České republiky se tento systém zpracování půdy rozděluje na minimalizaci s kypřením půdy, půdoochranné zpracování půdy a přímé setí, setí do nezpracované půdy (Křen a kol., 2015, s. 60). Pro tento způsob zpracování půdy je typická redukce intenzity a hloubky zpracování, což má za cíl vytvořit stabilní půdní agregáty. Ochranné zpracování půdy má oproti konvenčnímu následující přínosy - ochrana před větrnou a vodní erozí, ochrana před rozplavováním půdních agregátů, ochrana před neproduktivním výparem a přehříváním půdy, omezením vyplavování snadno pohyblivých forem živin (Hůla a kol., 1997, s. 48).

### **3.4 Regulace plevelu**

Odstraňování nežádoucích rostlin ze stanoviště plodin bylo vždy klíčovou prací zemědělců. Počátky likvidace plevelu má své počátky v době vzniku zemědělství. Regulaci plevelu můžeme rozdělit na preventivní a přímé metody. Do skupiny preventivních opatření řadíme strukturu plodin a jejich střídání nebo zpracování půdy. Do metod přímých patří mechanické způsoby regulace, fyzikální metody, biologické metody a chemické metody. Chemická regulace plevelů je založena na použití herbicidů. Herbicidy jsou chemické látky, které jsou určeny k regulaci plevelů a nežádoucí vegetace. Z praktického hlediska je můžeme rozdělit na selektivní a neselektivní (totální) herbicidy (Křen a kol., 2015, s. 126–135).

## **4 Výživa a hnojení polních plodin**

### **4.1 Význam a historie výživy polních plodin**

První poznatky o výživě rostlin zasahují do starověku a můžeme říci, že jsou tak staré, jako zemědělství samo. Už první zemědělci znali hnojivé účinky vypalování lesů, Římané znali příznivé účinky výkalů hospodářských zvířat, vápence, nebo sádry. Významný rozvoj vědy o výživě rostlin nastal ve druhé polovině 19. století. Nové poznatky a významné znalosti z chemie přenesl Justus von Liebig do formulování minerální teorie výživy rostlin. Tento autor uvádí, že rostlinám slouží jako živiny minerální látky. Nejvýznamnějším agrochemikem 20. století byl u nás František Duchoň, který se věnoval především biologicko-chemickému používání hnojiv. Mimo to se věnoval metodám stanovení potřeby hnojení, racionálnímu použití hnojiv, zákonitostem ve výživě rostlin nebo uplatněním hnojiv z průmyslových odpadů. V současné době se problematice výživy a hnojení věnují na zemědělských univerzitách a výzkumných ústavech (Vaněk a kol. 2016, s. 211-212).

### **4.2 Způsoby hnojení a rozdělení hnojiv**

Aplikace organických hnojiv je poměrně úzce ovlivněn druhem hnojiva. Často se zapravují do půdy. Způsoby aplikace minerálních hnojiv jsou různorodější, což je dáno i větším počtem druhů hnojiv a požadavků na jejich použití. Minerální hnojení můžeme aplikovat několika způsoby, například předzásobím hnojením, melioračním hnojením, hnojením při setí, hnojením během vegetace nebo formou mimokořenové výživy (Baier a Baierová, 1985, s. 271).

Podle původu a obsahu hlavních látek můžeme hnojiva rozdělovat na hnojiva organická (statková) a minerální. Statková hnojiva jsou většinou produkována přímo v zemědělském podniku. Obsah živin a složení jsou do značné míry odrazem živinného režimu půd dané oblasti. Minerální hnojiva jsou často produkty chemického průmyslu nebo se na jejich výrobě podílí i ostatní úseky hospodářství. Vyznačují se vyšším obsahem živin. Jsou vyráběna z přírodnin (fosfáty, draselné minerály) nebo v případě dusíku přímou syntézou amoniaku z dusíku a vodíku.



Minerální hnojiva můžeme rozdělit na jednosložková a vícesložková hnojiva. Jednosložková hnojiva se dále dělí na dusíkatá, fosforečná, draselná, vápenatá, hořečnatá a hnojiva s obsahem síry (Vaněk a kol., 2016, s. 116-128).

### **4.3 Specifika hnojení jednotlivých plodin**

#### **4.3.1 Pšenice ozimá**

Ozimá pšenice se řadí mezi plodiny se střední potřebou živin. V podzimním období pšenice přijímá poměrně málo živin, přes zimu se příjem úplně zastaví. Odběr dusíku se zvyšuje na jaře, kdy rostliny po zimě obnovují vegetaci. Největší odběr je v době intenzivního růstu, tedy od sloupkování do kvetení. Na podzim tedy běžně nehojíme. Celkovou dávku dusíkatých hnojiv dělíme na několik aplikací podle jednotlivých odrůd a jejich využití (Zimolka 2005, s. 31-46).

#### **4.3.2 Ječmen**

Ječmen je naší druhou nejrozšířenější obilninou. V porovnání s ostatními obilninami má horší osvojovací schopnost pro živiny, také hůře snáší kyselé půdy a nevyrovnanost pozemku. Vhodné předplodiny jsou organicky hnojené okopaniny, u problémů může nastat s obsahem dusíku při zaorání chrástu cukrové řepy. Rozhodujícím faktorem pro dobrou a kvalitní sklizeň je kromě časného setí a dobré agrotechniky také vysoká půdní úrodnost a dobrá výživa rostlin (Vaněk a kol., 2013, s. 172).

#### **4.3.3 Oves setý**

Oves je schopný využít živiny, které jsou pro jiné plodiny již nedostupné. Proto je využíván v méně úrodných podmínkách. Soustava hnojení má ovšem podobné zásady jako ostatní obilniny, je tedy důležité dbát na vyvážený poměr živin v půdě. Oves je schopný využívat dusík z půdní zásoby až z 60 %. Dávka N tedy závisí na obsahu dusíku v půdě a na intenzitě pěstování (Petr a kol., 1997, s. 153).

#### **4.3.4 Kukuřice setá**

Kukuřice spotřebovává poměrně velké množství živin. Hůře reaguje na intenzivní přímé hnojení. Lépe využívá živin v půdě z hnojení předplodin. Dobře reaguje na hnojení chlévským hnojem, zelené hnojení nebo rozdrčenou slámu (Petr a kol., 1997, s. 172).

#### **4.3.5 Řepka ozimá**

Ve spotřebě živin se řepka řadí mezi plodiny s vysokými nároky. Mimo to má dobrou osvojovací schopnost. Řepku ozimou můžeme hnojit organickými hnojivy. Pro stabilizaci výnosu je u této plodiny nejdůležitější hnojení dusíkem. To lze podle požadavků rostlin realizovat na podzim – před setím nebo v průběhu podzimní vegetace či na jaře. Pro výnos jsou rozhodující jarní dávky dusíku. Hnojení má za cíl regenerovat kořenový systém po zimě a podpořit tvorbu výnosových prvků (Hosnedl a kol. 1998, s.105–106).

#### **4.3.6 Hrách setý**

Odrůdy hrachu, které se v současnosti pěstují, jsou plastické k podmínkám prostředí. Hráchu se daří prakticky ve všech výrobních oblastech. V rámci OP je nutno respektovat odstup v pěstování minimálně 3 roky. Na hnojení není náročný. Nadbytek dusíku může omezovat činnost hlízkových bakterií. Hnojení dusíkem lze využít jako startovací dávku pokud osivo není očkované nebo pokud na pozemku dlouho hrách nebyl. Lze doporučit hnojení kolem 50 kg/P a 70 kg/K čistých živin na jeden hektar. Na kvalitních půdách není potřeba dusíkem vůbec hnojit (Houba a kol. 2018, s. 34).

#### **4.3.7 Brambory**

Brambory jsou plodina, která je náročná na živiny. Jedním ze základních předpokladů dobrého výnosu je zajištění jejich optimálního množství v půdě. Brambory řadíme do plodin pěstovaných v první trati, to znamená, že se k nim aplikují organická hnojiva. K hnojení brambor organickými hnojivy lze využít chlévský hnůj, močůvku, kejdu, zelené hnojení, nebo slámu Při hnojení minerálními

hnojivy je cílem zajistit optimální množství živin potřebné pro vytvoření požadovaného výnosu a udržení úrodnosti půdy. Použití minerálních hnojiv je ovlivněno užitečným směrem pěstovaných brambor (Vokál a kol. 2013, s. 64-65).

#### **4.3.8 Tolice vojtěška**

Výnosový potenciál vojtěšky je ovlivněn takzvanou „starou půdní silou“, obsah přijatelných živin v půdě je v ornici, ale i ve spodině. Dusík si osvojuje z 60–90 % symbiózou hlízkovitých bakterií, minerální dusík dodávaný do půdy snižuje činnost těchto bakterií. Aplikace dusíku v minerálních hnojivech je neúčelné a neekonomické. Hnojení dalšími prvky je ovlivněno výsledky AZP (Šantrůček a kol. 2008, s. 15 – 16).

#### **4.3.9 Jetel luční**

Jetel luční je druhou nejvýznamnější jetelovinou v mírném pásmu. Pěstuje se především v oblastech s humidnějším klimatem. Na hnojení má stejné nároky jako vojtěška setá (Šantrůček a kol. 2008, s. 25).

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

### **5 Vlastní práce – pracovní listy**

#### **5.1 Zadání modelové farmy**

##### **Farma 1**

V osevním postupu je zařazeno 25 % jetele lučního, 20 % ozimé pšenice, 5 % ozimého ječmene, 12,5 % konzumních brambor, 12,5 % řepky ozimé, 12,5 % kukuřice seté a 12,5 % ovsu na senáž. V živočišné výrobě se farma zaměřuje na chov dojnic (35 DJ) a chov skotu bez tržní produkce mléka (výkrm býci, 20 DJ). Dojnice jsou chovány na roštovém ustájení, býci na výkrm na hluboké podestýlce. Farma se nachází v BVO, lehčí půdy.

##### **Farma 2**

V osevním postupu je zařazeno 12,5 % tolíce vojtěšky, 12,5 % ječmene jarního, 12,5 % řepky ozimé, 25 % pšenice ozimé, 12,5 % hrachu setého, 12,5 % ozimého ječmene a 12,5 % ovsu setého. V živočišné výrobě se farma zaměřuje na chov prasnic (30 DJ) a výkrm prasat (45 DJ). Prasnice jsou ustájeny na roštovém stání a výkrm prasat je realizován na hluboké podestýlce. Farma se nachází v ŘVO, těžší půdy.

## 5.2 Sestavení osevního postupu

Podle zvoleného zadání do tabulky sestavte osevní postup. Při sestavování osevního postupu dodržujte všechny agroekologické, technické a ekonomické zásady. Do sloupce „poznámky“ doplňte organické hnojení, vápnění, meziplodiny a podsev.

Tabulka 1- Sestavení osevního postupu

Číslo honu	Plodina	Poznámky:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

## 5.3 Rozdělení a vyznačení pozemků do honů

Obhospodařované pozemky rozdělte do honů a zakreslete do přiložené mapy. Velikost 1 honu je 15 ha. Maximální rozdíl mezi výměrami jednotlivých honů bude maximálně  $\pm 20\%$  (3 ha). Při zařazování půdních bloků (PB) do honů vezměte v potaz vzdálenost mezi PB.

Tabulka 2 - Seznam půdních bloků modelové farmy

Číslo půdního celku	Název půdního celku	Výměra půdního celku (ha)
6701/2	Vrcha	1,5
6704/1	Skalka	1,5
5706/2	U lesa	0,5
5705	Jíva	4
5705/1	U cesty	0,5
5707	Bašta	5
5708/1	Za smrkem	2
5709/1	Hranice	1,5
5710/1	Kouty	1
5711/2	Trojice	3
4705/2	Rozhledna	0,5
3704/1	V kamnech	1
3712/2	Golgota	3

3801/2	V pouštích	1
3702/2	Za vsí	2
4708/2	Mezi lesy I.	0,5
4709/2	Mezi lesy II.	1,5
4704/1	Čtverec	2
4710/1	U rybníka	4
4711/1	Filipovo	0,5
5704/3	Ve vsi I.	2
5713/3	Ve vsi II.	0,5
5713/2	Ve vsi III.	1,5
5701/4	Trojúhelník	0,5
5712	U potoka	1
5703/6	Za potokem	2
5703/7	Na struhách	3
5703/4	Kletný	5
5703/2	Nad mýty	6
5702/1	Na sládovsku	12
6802/6	Vetišky	1
7703/13	Boudalice	1
6802/1	Bažantnice	1,5
6802/7	Horka	0,5
6802/5	Stará silnice	2,5
6802/4	Lipkova	14
5801/10	Na skalce	3
5801/3	Pod vrchem	0,5
5801/8	V kopaninách	1
5801/1	Na díle	5
5801/2	Pod horkami	1
5802/1	Prvníposlední	7
4802/4	Pod cestou II.	1
4802/1	Pod cestou I.	6
4801/2	Nad cestou II.	1
4801/1	Nad cestou I.	4

### Rozdělení pozemků do honů

Sloupec A je číslo honu. Do sloupce B uveďte název a číslo produkčního bloku, který začleníte do konkrétního honu. Ve sloupci C uveďte výměru produkčního bloku a do D výměru celého honu. Ve sloupci E uveďte plodinu dle OP. V posledním sloupci (F) uveďte výměru plodiny. Dále stanovte celkovou plochu obhospodařovaných pozemků.

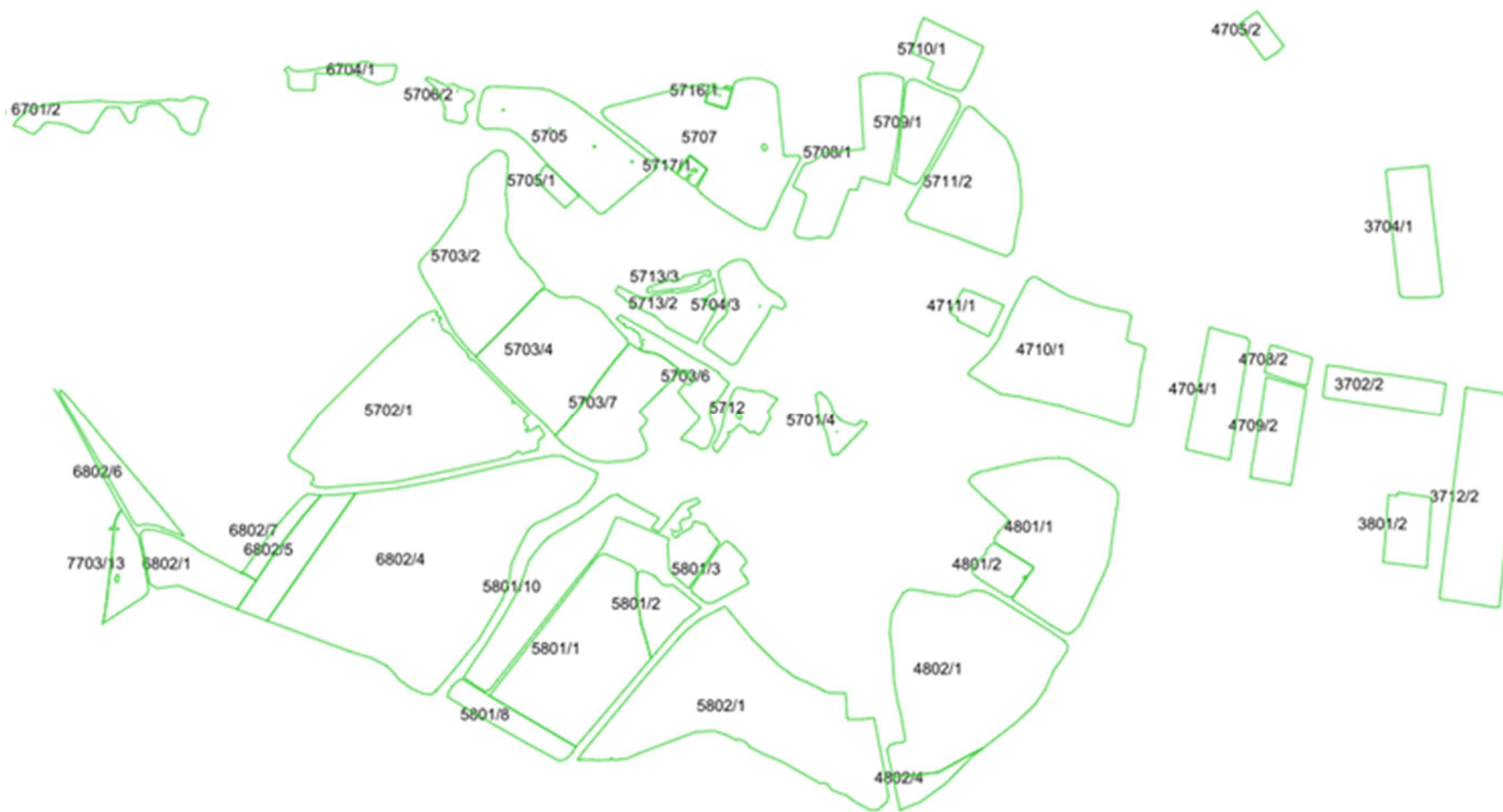
Tabulka 3 - Rozdělení pozemků do honů

Číslo honu	Půdní celek (hon) (název + číslo)	Výměra půdního celku (ha)	Výměra honu (ha)	Plodina dle OP	Plodina (ha)
A	B	C	D	E	F
I.					
II.					
III.					
IV.					

V.					
VI.					
VII.					
VIII.					
<b>Výměra celkem (ha)</b>					



## Zemědělská hospodářská mapa



## **5.4 Návrh systému zpracování půdy**

K plodinám v osevním postupu navrhnete způsob zpracování půdy a uveďte orientační termíny jejich provedení. Dále navrhnete konkrétní mechanizační prostředky (stroje) pro zvolené operace. Uveďte výkonost stroje, tedy jakou plochu zpracuje stroj za jednotku času. Na základě plochy plodiny a výkonosti vypočítejte potřebu času pro danou operaci. Při výběru způsobu zpracování půdy zvažte jejich ekonomickou náročnost a uveďte orientační ekonomickou náročnost vybrané operace. Při výběru konkrétního systému zpracování půdy se zamyslete nad legislativními požadavky a vlivu na stav půdy z dlouhodobého hlediska.

Tabulka 4 - Návrh systému zpracování půdy

<b>Plodina + výměra (ha)</b>	<b>Způsob zpracování půdy</b>	<b>Termín zpracování půdy</b>	<b>Mechanizační prostředek - stroje</b>	<b>Výkonnost stroje (ha/hod)</b>	<b>Potřeba času na zpracování půdy pro celou plodinu (hod)</b>	<b>Ekonomická náročnost pracovní operace (Kč/ha)</b>

<b>Plodina + výměra (ha)</b>	<b>Způsob zpracování půdy</b>	<b>Termín zpracování půdy</b>	<b>Mechanizační prostředek - stroje</b>	<b>Výkonnost stroje (ha/hod)</b>	<b>Potřeba času na zpracování půdy pro celou plodinu (hod)</b>	<b>Ekonomická náročnost pracovní operace (Kč/ha)</b>

## 5.5 Regulace plevele

K jednotlivým plodinám zastoupených v osevním postupu uveďte alespoň 5 významných plevelů. Konkrétní plevelné druhy napište do sloupce B. Navrhněte možnosti jejich přímé regulace. Ve sloupci C uveďte, jaký způsob regulace použijete. V případě, že zvolíte mechanickou cestu, napište do sloupce C zkratku „Mech“ a do sloupce D vybraný způsob regulace (plečkování, vláčení atd...). V případě, že zvolíte chemický způsob regulace, napíšete do sloupce C „Chem“, do sloupce D uveďte konkrétní přípravek, dávku a způsob aplikace (pre, post atd.). Aktuálně platné přípravky na ochranu rostlin jsou dostupné na stránce rostlinolékařský portál. Dále stručně popište vývojovou fázi kulturní rostliny a plevele (BBCH, počet listů, vývojový stav porostu atd.).

*Tabulka 5 - Regulace plevele*

Plodina	Plevelné druhy	Způsob regulace	Přípravek + dávka + způsob aplikace	Vývojové stádium kulturní rostliny a plevele
			Způsob mechanické regulace	
A	B	C	D	E


## **5.6 Hnojení**

### **5.6.1 Hnojení organickými hnojivy**

Aplikace organických hnojiv je důležitá jak z hlediska dodání živin, tak i z hlediska dodání organických látek do půdy. Nejprve vypočítejte, kolik vaše živočišná výroba vyprodukuje organických hnojiv ve vztahu k bilanci organických látek. V případě, že produkce ŽV nepokryje potřebu organických látek, navrhňte, jak by bylo možné OL doplnit jinými způsoby. Živiny dodané organickými hnojivy započítejte do celkového hnojení jednotlivých polních plodin.

## 5.6.2 Produkce stájových hnojiv

Tabulka 6 - Výpočet produkce stájových hnojiv

Kategorie zvířat	Způsob ustájení	Počet DJ	Produkce mrvy 1 DJ t/rok	Produkce celkem t/rok	Ztráty uložením %	Produkce po ztrátách	Obsah OL (%)	Produkce OL t/rok
A	B	C	D	E	F	G	H	CH
Dojnice								
Býci								
Prasata								
Prasnice								
Produkce celkem t/tok								
Produkce t/ha OP								

### Výpočet potřeby steliva (PS)

Potřeba slámy pro 1 DJ/rok

Hluboká podestýlka

PS = počet DJ \*spotřeba 1DJ slámy za rok

### Bilance potřeby a přísunu organických látek pro OP

Tabulka 7 - Bilance organických látek

Hon č.	Plodina	Výměra (ha)	Použité opatření pro dodání OL	Výnos t/ha Dávka t/ha	Výnos t/hon Dávka t/hon	% OL	OL t/hon	OL t/ha
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								



8.								
					Celkem OL (t)			
					OL t/ha OP			

### Potřeba organických látek pro celý osevní postup

= celková výměra L, S, T půd (ha) \* normativ potřeby OL (t/ha)

Normativ potřeby OL

L, T půdy = 1,2 t/ha

S půdy = 1,7 t/ha

### Potřeba organických látek t/ha

= Celková potřeba OL pro celý OP/celkový počet ha

### Výsledná bilance OL v OP (t/ha)

= (celkem OL (t) – potřeba OL pro celý OP (t)) / celková výměra OP (ha)

### 5.6.3 Hnojení dusíkem

K jednotlivým plodinám vypočítejte na základě očekávaného výnosu a odběrového normativu potřebu N hnojení. Dále do výpočtu dávky potřeby dusíku zahrňte korekci na předplodinu, organické hnojení, meziplodinu a tak dále. Poté u jednotlivých plodin navrhnete jednotlivé systémy aplikace hnojiv. Při rozdělení dávky a způsobu aplikace se zamyslete nad environmentálním a hospodářským vlivem použití hnojiv.

Tabulka 8 - Výpočet dávky dusíku

Hon č.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Plodina								
Výnos (t/ha)								
Odběrový normativ N (kg/t)								
<b>Potřeba N (kg/ha)</b>								
<b>Korekce (kg/ha)</b>								
Korekce předplodiny								
Druh org. hnojení								
t/ha org. hnojení								
kg N z org. hnoj. 1. R.								

kg N z org. hnoj. 2. R.								
Druh vedlejšího produktu + dávka t/ha								
Kg N z vedlejšího produktu								
<b>Celková korekce N (kg/ha)</b>								
<b>Výsledná dávka N (kg/ha)</b>								

**Potřeba N** = výnos (t/ha) x odběrový normativ N (kg/ha)

**Korekce z org. hnojiva (ved. prod.)** = dávka (t/ha) x odpočtová hodnota N

**Celková korekce** = kg N z org. hnoj. 1. R + kg N z org. hnoj. 2. R + kg N z vedlejšího projektu

**Výsledná dávka N** = potřeba N – celková korekce N

Tabulka 9 - Rozdělení dávek a způsobu aplikace dusíkatého hnojení

Číslo honu		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
<b>Plodina</b>									
Základní hnojení	Dávka N kg/ha								
	Typ hnojiva								
	kg hnojiva/ha								
První přihnojení	Dávka N kg/ha								
	Typ hnojiva								
	kg hnojiva/ha								
Druhé přihnojení	Dávka N kg/ha								
	Typ hnojiva								
	kg hnojiva/ha								
Třetí přihnojení	Dávka N kg/ha								
	Typ hnojiva								
	kg hnojiva/ha								

## **6 Vlastní doporučení**

V závěrečné práci jsem navrhl pracovní listy pro studenty středních škol oboru Agropodnikání. Primárně jsou určeny pro žáky se zaměřením na Podnikání v zemědělství, ale využití jistě najdou i u zaměření Mechanizace v zemědělství nebo Chov koní a jezdeckví, kde se předmět Pěstování rostlin také vyučuje. Uplatnění najdou při výuce během druhého a třetího ročníku. Mohou žákům pomoci lépe pochopit danou problematiku a třeba i lépe pochopit souvislosti mezi jednotlivými agrotechnickými zásahy, půdními a klimatickými podmínkami, legislativními požadavky a potřebami jednotlivých rostlin na výživu.

## ZÁVĚR

Závěrečná práce na téma „Výživa a hnojení polních plodin: analýza vybraného tematického celku a tvorba pracovních listů“ se zabývá učivem probíraným na střední škole. Konkrétně se jedná o učivo oboru 41-41-M/01 Agropodnikání se zaměřením na Podnikání v zemědělství. Toto studium je čtyřleté a je zakončeno maturitní zkouškou.

V teoretické části práce byl popsán význam a základní požadavky na tvorbu pracovních listů. Dále jsou zde shrnuty základy rostlinné produkce – agroekosystém, klimatictí činitelé, půdní vlastnosti, osevní postupy, regulace zaplevelení a systémy zpracování půdy. Největší část teoretického základu je věnována hnojení, konkrétně významu hnojení, obecným specifikům aplikace hnojiv, a především systému hnojení jednotlivých plodin, které žák může mít v zadání své modelové farmy.

V praktické části byly vytvořeny pracovní listy k těmto tématům. Žáci mají zadanou modelovou farmu, kde na základě agroekologických podmínek složí do dané oblasti optimální osevní postup. Zadané pozemky rozdělí do honů a ty následně zakreslí do přiložené hospodářské mapy. Navrhnu systémy zpracování půdy pro konkrétní plodiny a zpracují návrh regulace plevele, kde mohou kombinovat nejrůznější způsoby pro regulaci. Dále se již zabývají samotným hnojením. Nejprve navrhují hnojení organickými hnojivy a počítají bilanci organické hmoty. Následuje hnojení dusíkem, kde u jednotlivých plodin navrhují dávku, hnojivo a termín aplikace. Hnojení i všechny ostatní zásahy na pozemku v projektu žáci zpracovávají v souladu s legislativními požadavky, pro které mohou využít LPIS, rostlinolékařský portál nebo další aktuální informační zdroje.

Práci je možné využít během výuky předmětu Pěstování rostlin na oborech Agropodnikání, nejrůznějšího zaměření (eventuálně dle konkrétního zaměření upravit). Využití by tato práce mohla najít během teoretické výuky pro názornost nebo pro cvičení z toho předmětu, kdy by žáci projekt zpracovávali samostatně.

Zemědělství v současné době čelí tlaku na snížení dodatkových vstupů, snížení použití pesticidů a hnojiv, vyčlenění ploch v ekologickém zájmu nebo vůči restrikcím přípravků na ochranu rostlin. Dále je celé zemědělství ovlivňováno

digitalizací, senzorikou a dalšími technologickými novinkami. Často se tato problematika označuje jako „precizní zemědělství“, které tlaky kladené na zemědělce dokáže do určité míry omezovat. Zemědělství se tedy velmi dynamicky rozvíjí. Žáci by měli v projektu reflektovat i tyto aspekty, se kterým se zemědělci setkávají denně v praxi. Reagovat by na to ovšem měli i učitelé všech odborných předmětů napříč celým vzděláním na středních zemědělských školách a do své výuky tyto aspekty, názory, možnosti a novinky zahrnout v co nejvyšší míře.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### MONOTEMATICKÉ PUBLIKACE

BAIER, J., BAIEROVÁ, V. Abeceda výživy rostlin hnojení. Vyd. 1. Olomouc: Moravské tiškařské závody. 1985. 360 s.

BALÍK, J., PAVLÍK, M., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ, P. Výživy a hnojení polních plodin. Vyd. 1. Praha: ProfiPress. 2016. 224 s. ISBN 978-80-86726-79-3.

BOHÁČ, J. Biologie ochrany přírody pro agroekology. Vyd. 1. České Budějovice: JČU, 2013. 110 s.

DRAHOVZAL, J., O. KILIÁN a R. KOHOUTEK., Didaktika odborných předmětů. Brno: Paido, 1997. 85 s. ISBN 80-85931-35-4

FRÝZOVÁ, I. Pracovní list nejen v přírodovědném vzdělávání. In Komenský [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2014, 139(01) [cit. 2016-01-29]. ISSN 0323-0449. s. 48 - 54

HOSNEDL, V., VAŠÁK, J., MEČIÁR, L. Rostlinná výroba II. Agronomická fakulta ČZU v Praze, 1998. 181 s. ISBN 80-213-0153-8

HOUBA, M., DOSTÁLOVÁ, R., PULKRÁBEK, J. Luskoviny. Vyd. 1. Praha: Profiprees, 2018. 94 s. ISBN 978-80-86726-85-4.

HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. Zpracování půdy. Vyd. 1. Praha: Brázda s.r.o. 1997. 144 s. ISBN 80-209-0265-1.

KŘEN, J., NEUDERT, L., PROCHÁZKOVÁ, N., SMTUNÝ, V. Obecná produkce rostlinná. Vyd. 1. Praha: Astron studio CZ. 2015. 146 s. ISBN 978-80-7509-325-7.

MRÁZ, J. Regenerační hnojení. 2016. Úroda 64: (2)

MRÁZOVÁ, L., Tvorba pracovních listů: metodický materiál. Brno: Moravské zemské muzeum, 2013, 27 s. ISBN 978-80-7028-403-2

PETR, J., HŮSKA, J. Speciální produkce rostlinná I. Vyd. 1. Praha: AF ČZU, 1997. 197 s. ISBN 80-213-0152-X.



ŠANTRŮČEK, J. Encklopedie pícninářství. Vyd. 1. Praha: Katedra pícninářství. 2008. 142 s. ISBN 978-80-213-1605-8.

TEKSL, M., MILLER, I., KŘIŠŤAN, T., KAŇKOVÁ, M. Pěstování rostlin. Vyd. 2 Praha: Credit, 1996. 300 s. ISBN 80-901645-7-9.

VOKÁL, B. Brambory – šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Praha: Profi Press. 2013. 160 s. ISBN 978-80-86726-54-0.

VOPRAVIL, T., KHEL, T., NOVÁK, P., VRABCOVÁ, T., ZÁHORA, J., MOUDRÝ, J., MOUDRÝ, J., FLORIÁN, M., KLEMENT, V., POLÁKOVÁ, Š. Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti půda. Vyd. 1. 2012. 158 s. ISBN 978-80-87226-15-5.

ZIMOLKA, J. Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna. Vyd. 1. Praha: ProfiPress, 2005. 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.

## **ELEKTRONICKÉ ZDROJE**

SKALNÍKOVÁ, L. 2015. Pracovní listy jako učební pomůcka pro rozvoj osobnostních a sociálních dovedností žáka v hodinách občanské výchovy. Brno, (cit. 2022-11-05) (on-line), Dostupné z:

[https://is.muni.cz/th/e9916/Diplomova\\_prace\\_Linda\\_Skalnikova\\_329068.pdf](https://is.muni.cz/th/e9916/Diplomova_prace_Linda_Skalnikova_329068.pdf)

## SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1- Sestavení osevního postupu.....	21
Tabulka 2 - Seznam půdních bloků modelové farmy .....	21
Tabulka 3 - Rozdělení pozemků do honů .....	23
Tabulka 4 - Návrh systému zpracování půdy .....	27
Tabulka 5 - Regulace plevelů.....	29
Tabulka 6 - Výpočet produkce stájových hnojiv .....	31
Tabulka 7 - Bilance organických látek .....	32
Tabulka 8 - Výpočet dávky dusíku .....	34
Tabulka 9 - Rozdělení dávek a způsobu aplikace dusíkatého hnojení .....	36