

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Vliv předplodiny na výnos hlavních druhů polních plodin

Diplomová práce

Autor práce: Jakub Peřina

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv předplodiny na výnos hlavních druhů polních 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 14. 4. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Josefu Holcovi, Ph.D. za jeho čas, konzultace a cenné rady pro psaní. Veliké poděkování patří všem zemědělským podnikům, které mi poskytly data pro zpracování této diplomové práce, a jejich zaměstnancům, kteří mi s dohledáváním dat osobně pomáhali. Tímto děkuji Zemědělskému obchodnímu družstvu Opatovec a panu Ing. Vítězslavu Kopeckému, Zemědělsko-obchodnímu družstvu Žichlínek a panu Ing. Milanu Šulákovi, firmě Silyba a. s. a pánům Ing. Vladimíru Hovadovi a Ing. Karlu Polákovi, Farmě Tichý a spol. a. s. a pánům Jiřímu Andršovi a Bc. Ondřeji Plockovi a samozřejmě Farmě Opatov s. r. o. a panu Jaroslavu Peřinovi.

Vliv předplodiny na výnos hlavních druhů polních plodin

Souhrn

Tato práce se věnovala vlivu předplodiny na výnos hlavních zemědělských plodin pěstovaných v České republice. Začátek práce byl zaměřen na popsání historie osevních postupů, jejich strukturu, důležitost v zemědělském hospodaření a na rizika, které hrozí při jejich nedodržení. Následně v hlavním a nejdelším úseku teoretické části práce byly popsány nároky jednotlivých plodin. Plodiny byly rozřazeny podle skupin hlavních plodin a v každé z nich byly jednotlivé druhy popsány a vzájemně porovnány dle literatury. Největší důraz byl kladen na hlavní zemědělské plodiny České republiky a především na ty, které byly sledovány v rámci praktické části práce.

Pro praktickou část byla sesbírána data o výnosech hlavních tržních plodin z pěti zemědělských podniků. Tato data o výnosech plodin byla přiřazena k předplodinám, po kterých byla sledovaná plodina pěstována. Celkem bylo nalezeno 109 různých sledů plodin v celkem 563 opakování na více než 12 400 ha. Následně proběhlo vyhodnocení vlivu předplodiny na výnos následné plodiny. Nejdříve v absolutních číslech pomocí tabulek a grafů a následně pomocí statistického vyhodnocení, které ukázalo, zda vliv předplodiny na výnos následné plodiny je statisticky významný, nebo že existují jiná významnější kritéria ovlivňující výnos. Nakonec proběhlo slovní zhodnocení výsledků s možným odůvodněním, proč tomu tak je.

Statisticky významné rozdíly průměru výnosů byly nalezeny pouze u pšenice ozimé při pěstování po kukuřici a řepce ozimé, kdy po kukuřici dosahovala pšenice výnosu u hodnocených podniků 7,2 t/ha po řepce 8,4 t/ha. Další statisticky významné rozdíly mezi všemi podniky se vyskytly u jarního ječmene při zařazení po kukuřici a cukrovce, kdy po kukuřici dosahoval výnosu 5,6 t/ha a po cukrovce 8,3 t/ha. Další významné rozdíly vyšly pouze v rámci jednotlivých podniků. Například u řepky ozimé při zařazení po jetelotrávě oproti ječmenu jarním, nebo u jarního ječmene při zařazení po kukuřici a pšenici, nebo kukuřici a cukrovce. U jiných plodin nebyly statisticky významné rozdíly ve výnosu po jednotlivých předplodinách nalezeny. Naopak u pšenice ozimé, řepky ozimé, ječmene jarního, ovesa a maku byly nalezeny statisticky významné rozdíly ve výnosech mezi jednotlivými sledovanými podniky.

Klíčová slova: zemědělství, rostlinná výroba, osevní postupy, předplodiny, výnosy plodin

Effect of pre-crop on the yield of the main types of field crops

Summary

This work was devoted to the influence of the pre-crop on the yield of the main agricultural crops grown in the Czech Republic. The beginning of the work was focused on describing the history of sowing procedures, their structure, importance in agricultural management and the risks that may arise in case of non-observance of them. Subsequently, in the main and longest section of the theoretical part of the thesis, the demands of individual crops were described. The crops were classified according to groups of main crops and in each of them the individual species were described and compared to each other according to the literature. The greatest emphasis was placed on the main agricultural crops of the Czech Republic and above all on those that were monitored as part of the practical part of the work.

For the practical part, data on the yields of the main market crops were collected from five agricultural enterprises. These crop yield data were assigned to the pre-crops after which the crop of interest was grown. A total of 109 different crop sequences were found in a total of 563 replicates over 12,400 ha. Subsequently, the influence of the pre-crop on the yield of the subsequent crop was evaluated. First in absolute numbers using tables and graphs and then using a statistical evaluation that showed whether the effect of the pre-crop on the yield of the subsequent crop is statistically significant, or whether there are other more significant criteria affecting the yield. Finally, there was a verbal evaluation of the results.

Statistically significant differences in average yields were found only for winter wheat when grown after corn and winter rapeseed, when after corn wheat yielded 7.2 t/ha and rapeseed 8.4 t/ha at the evaluated enterprises. Other statistically significant differences between all enterprises occurred for spring barley when classified after corn and sugarcane, when it reached a yield of 5.6 t/ha after corn and 8.3 t/ha after sugarcane. Other significant differences emerged only within individual enterprises. For example, with winter canola when classified after clover versus spring barley, or with spring barley when classified after corn and wheat, or corn and sugarcane. For other crops, no statistically significant differences in yield after individual pre-crops were found. Conversely, for winter wheat, winter rapeseed, spring barley, oats and poppy seeds, statistically significant differences in yields were found between the individual monitored enterprises.

Keywords: agriculture, crop production, sowing practices, pre-crops, crop yields

Obsah

1 Úvod	10
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Teorie osevních postupů	12
3.2 Nároky jednotlivých plodin	14
3.2.1 Obiloviny.....	14
3.2.1.1 Pšenice ozimá.....	15
3.2.1.2 Pšenice jarní.....	17
3.2.1.3 Pšenice tvrdá.....	17
3.2.1.4 Pšenice špalda.....	18
3.2.1.5 Žito ozimé.....	19
3.2.1.6 Tritikále.....	20
3.2.1.7 Ječmen jarní.....	21
3.2.1.8 Ječmen ozimý.....	22
3.2.1.9 Oves.....	23
3.2.1.10 Kukuřice.....	24
3.2.2 Olejniny.....	25
3.2.2.1 Řepka olejka.....	25
3.2.2.2 Mák.....	28
3.2.2.3 Slunečnice.....	29
3.2.2.4 Hořčice bílá.....	30
3.2.2.5 Len.....	31
3.2.3 Luskoviny.....	32
3.2.3.1 Hrách setý.....	33
3.2.3.2 Sója luštinatá.....	34
3.2.3.3 Fazol.....	36
3.2.3.4 Bob obecný.....	36
3.2.3.5 Čočka jedlá.....	36
3.2.3.6 Lupina.....	36
3.2.4 Okopaniny.....	37
3.2.4.1 Brambory.....	37
3.2.4.2 Cukrovka.....	39
3.2.5 Víceleté pícniny.....	40

3.2.5.1	Vojtěška setá	41
3.2.5.2	Jetel luční.....	41
3.2.6	Meziplodiny	42
3.2.6.1	Letní meziplodiny	42
3.2.6.2	Ozimé meziplodiny.....	43
3.2.6.3	Podsevové meziplodiny.....	43
3.2.6.4	Mulčovací meziplodiny.....	43
4	Metodika	45
4.1	Počasí na daných lokalitách ve sledovaných letech	45
4.2	Farma Opatov	46
4.2.1	Středisko Opatov.....	46
4.2.2	Středisko Letohrad.....	47
4.3	Zemědělské obchodní družstvo Opatovec	48
4.4	Zemědělsko-obchodní družstvo Žichlínek.....	49
4.5	Silyba Dolní Dobrouč	50
4.6	Farma Tichý a spol. Záměl.....	51
5	Výsledky	52
5.1	Pšenice ozimá.....	52
5.2	Pšenice jarní.....	56
5.3	Tritikále.....	58
5.4	Ječmen jarní.....	59
5.5	Ječmen ozimý.....	63
5.6	Oves.....	65
5.7	Řepka ozimá.....	66
5.8	Mák	69
5.9	Sója.....	71
5.10	Ostatní plodiny.....	72
6	Diskuze	75
7	Závěr	79
8	Literatura.....	80

1 Úvod

České zemědělství prochází v posledních letech velmi turbulentním obdobím. Čeští zemědělci se dostávají pod tlak hned z několika stran. Tou první je měnící se dotační politika Evropské unie. Jsou nastaveny vyšší ekologické nároky na hospodaření, ale zároveň dochází ke snížení finančních prostředků zemědělcům. Hospodář pak musí dodržovat přísnější podmínky a dnes již nechávat část své půdy neobhospodařované, ale na dotacích může dostat méně než v předešlých letech. Dochází též k rozdělování zemědělců nikoliv dle kvality hospodaření, ale jen podle velikosti obdělávané půdy. Dalším zdrojem nejistoty v zemědělství jsou velmi kolísavé ceny zemědělských komodit. Jejich ceny se během jednoho roku mohou zvýšit či snížit až o 100 %. S trhem souvisí podstatný nárůst cen přípravků na ochranu rostlin a především hnojiv. Byť u nich dochází poslední dobou k mírnému snížení cen, stále jsou několikanásobně dražší než před několika lety. V neposlední řadě je zdrojem rizika pro zemědělskou výrobu v ČR nestabilní počasí a hrozící suchá či příliš mokrá období. Všechny tyto faktory nutí zemědělce více než kdy dříve chovat se tržně a pružně reagovat na výkyvy v cenách komodit a vstupů a zároveň implementovat nařízení veřejných orgánů.

Z těchto důvodů se, jak udává (Pospíšil & Líška 2008), dnes v zemědělské praxi již jen málo setkáme s pevnými osevními postupy. Místo nich se uplatňuje volné střídání plodin, kdy se pěstují rostlinné druhy dle aktuální tržní poptávky a při jejich zařazování se hledí pouze na předplodinovou hodnotu. Z tohoto důvodu je velmi žádoucí zjistit, jak tyto tržní plodiny v dnešních zkrácených osevních postupech skládat. Vždyť jak píše Sálusová (2018), 60 % orné půdy v České republice zabírají pouze tři hlavní plodiny.

Každá plodina má své specifické nároky dle Zimolky et al. (2005) je na předplodinu značně náročná pšenice a měla by se zařazovat po zlepšujících předplodinách. Zcela nevhodné je pak její pěstování po jiné obilovině. Naopak oves by takové nároky mít neměl. Takto byla koncipována celá práce. Nejprve byly shrnuty informace z literatury o pěstování jednotlivých plodin. Zde jsem se zaměřil především na nároky plodin a jejich vhodné zařazení v osevních postupech. Tyto informace pak mohly být porovnány s výsledky praktické části práce. Pro tu byly sesbírány údaje o výnosech ze zemědělských podniků a následně pak vyhodnoceny. Mohlo tak dojít k porovnání praktických výsledků s literárními údaji.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem této práce bylo sesbírat reálné údaje o výnosech plodin z vybraných zemědělských podniků a podrobit je zkoumání, zda má předplodina vliv na výnos následné hlavní plodiny. Dále bylo cílem uvést nároky jednotlivých hlavních druhů plodin pěstovaných na území České republiky, zjistit jejich teoretická místa v osevních postupech a porovnat tyto údaje se zjištěnými informacemi. Hypotéza práce zněla, zda má předplodina průkazný vliv na výnos následně pěstované plodiny. Předpokladem bylo, že po zlepšujících předplodinách bude výnos následných plodin vyšší než po předplodinách zhoršujících. Ze získaných a vyhodnocených dat bylo cílem vytvořit vhodné sledy plodin pro praktické využití v zemědělství.

3 Literární rešerše

Základem zemědělství je pěstování rostlin v řízeném prostředí, kterému se říká agroekosystém. Ten lze udržet pouze za pomoci agrotechnických vstupů vyžadujících energii. Jedná se o krátkodobý, řízený, živý, leč umělý systém mající za úkol maximální produkci biomasy (Líška 2008). Právě z důvodu maximalizace produkce a snížení náročnosti pěstování se člověk odpradávná snaží využít vzájemné interakce plodin mezi sebou, využít jejich pozitivní vlastnosti a redukovat vlastnosti negativní. Rostlinná produkce v rozvinutých zemědělských systémech se vyznačuje řízeným střídáním plodin. Plánované a jasně dané řazení plodin po sobě se nazývá jako osevní postup. Ty se vyvíjely v průběhu času tak, aby docházelo k zvyšování výnosů plodin. V dobách na počátku zemědělství byl pro pěstební činnost vykloučen pozemek a ten následně obděláván. Po určité době však došlo k poklesu výnosů na daném místě a lidé tak toto pole opustili a jinde si vytvořili nové. Po několika letech se pak na steré místo vrátili a opět ho začali obdělávat. Toto byl takzvaný přílohový systém, ve kterém se střídala období pěstební činnosti, především obilnin, a období obnovení půdní úrodnosti, kdy půda ležela několik let ladem. Toto období se postupně zkracovalo až na jeden rok a zároveň se rozšiřovalo množství druhů pěstovaných plodin. Vznikl tak trojpolní systém hospodaření, kdy se v jednom sledu za sebou pěstoval ozim, jařina a úhor. Kromě obilovin se v osevních postupech začala objevovat zelenina, krmná řepa či hrách. Při tomto systému hospodaření bylo dosahováno výnosu zhruba 0,7 t/ha (Vašák & Honz 1993). Úhor se začal opásat dobyt看kem a koncem 18. století byl nahrazen cíleně pěstovanými jetelovinami. Tak se zrodil základ čtyřhonných osevních postupů. Tím nejznámější je Norfolkský osevní postup, ve kterém se střídají víceleté pícniny následované ozimou obilninou, poté okopaninou a nakonec jarní obilninou s podsevem jeteloviny. Norfolkskému systému je podobný osevní sled Kenstský, ve kterém hnojenou okopaninu nahrazuje luskovina vázající vzdušný dusík (Pospíšil & Líška 2008). Tyto postupy zdvojnásobily průměrný dosahovaný výnos na zhruba 1,4 t/ha (Vašák & Honz 1993). Postupem času došlo k prodloužení období mezi pícninami až na dvojnásobek, vznikl tak zdvojený Norfolk, který byl následně upravován, například dle požadavků spotřebitelů, až došlo k volnému řazení plodin po sobě bez zohledňování předplodinové hodnoty plodin a vznikl tak systém volného střídání plodin (Pospíšil & Líška 2008).

3.1 Teorie osevních postupů

Přestože se dnes povětšinou již nedodrží striktní osevní postupy plánované na mnoho let dopředu, stále je nutné zohledňovat předplodinové hodnoty plodin a jejich vzájemné interakce. Jednoduchá definice dobré předplodiny je, že plodina svými vlastnostmi pozitivně ovlivňuje výnos plodiny následné (Černý et al. 1981). Vesměs dobrými předplodinami jsou plodiny, které obohacují půdu o organickou hmotu a zanechávají ji v lepším stavu. Dle Vašák & Honz (1993) se jedná například o jeteloviny, olejninu, luskoviny a hnojem hnojené okopaniny. Po nich se zařazují takové plodiny, které to dokážou ocenit zvýšením výnosu, ale půdu pak zanechávají v horším stavu tzv. zhoršující plodiny, vesměs se jedná o obiloviny. Pěknými a v praxi velice častými příklady jsou sledy řepka ozimá či hrách setý a následná pšenice ozimá, řepa či brambory a poté jarní ječmen. Teoreticky jeden z nejlepších sledů je

jetel či vojtěška následovaná pšenicí ozimou. Opačným a častým příkladem je zařazování méně náročné obiloviny po náročnější obilovině jakožto doběrné plodiny (Pospíšil & Líška 2008). Každý cyklus osevního postupu začíná nejprve obdobím zlepšování půdní struktury. V tu chvíli se na pozemku pěstují víceleté pícniny, které do půdy dodávají živiny, především dusík, který pomocí symbiotických bakterií váží ze vzduchu. Zpřístupňují však i jiné prvky, a to tím, že je „vytahují“ z hlubších vrstev půdy a podorničí. Dále pak půdu obohacují o velké množství organické hmoty. Této vysoké předplodinou hodnoty jetelovin využívají plodiny v druhé, produkční fázi cyklu. Zde se pěstují běžné polní plodiny, a to tak, jak jsem uvedl, kdy se střídají plodiny zhoršující (obiloviny) a plodiny zlepšující např. hnojem hnojené okopaniny, olejniny či luskoviny. Celý cyklus osevního postupu uzavírá období přípravné, kdy se znova zakládá víceletá pícnina (Pospíšil & Líška 2008). Střídáním obilovin s jinými plodinami navíc zajišťujeme střídání hlubokokořenících rostlin s mělce kořenícími. Zařazujeme za sebe plodiny s různými nároky na živiny a plodiny s odlišnými chorobami, škůdci a částečně i plevely (Vašák & Honz 1993).

Důležitou kapitolou ve vzájemném ovlivňování plodin je jejich vliv na půdu. Každá rostlina nějakým způsobem působí na substrát, ve kterém je ukotvena, a sama pak vnímá jeho vlastnosti a je jimi ovlivněna. Pro vlastnosti půdy je nesmírně důležitý obsah organické hmoty v ní. V zemědělství je tak důležité nemít zápornou bilanci organické hmoty v půdě. V našich podmínkách se dle Křen & Neudart (2013) ročně rozloží zhruba 3,5 – 4,5 t organické hmoty na hektar a toto množství je třeba nahradit. Důležitým zdrojem organické hmoty pro pole jsou posklizňové zbytky. Z tohoto důvodu by se měly na poli nechávat a ne je odvážet do spaloven a považovat je za biopaliva druhé generace. Těmi se dle Petrová (2008) rozumí seno, sláma otruby, dřevní štěpka a odpady potravinové produkce. Pokud dochází k odvozu posklizňových zbytků, tak se na každé procento odstraněných posklizňových zbytků sníží množství organické hmoty v půdě za sto let o 0,07-0,08 % (Gregg & Izaurralde 2014). Posklizňové zbytky jsou však jedna část nadzemních rostlinných zbytků, dalšími jsou např. odumírající části rostlin v průběhu vegetace. Druhou skupinou rostlinných zbytků jsou zbytky podzemní, kam patří odumřelé kořenové systémy, odumírající kořenové vlášení, ale i kořenové výměšky. Právě velikost habitu rostliny a s ní i mohutnost nadzemní či podzemní hmoty rostliny z velké části ovlivňuje její předplodinovou hodnotu. Z důvodu velmi hluboké kořenové soustavy u víceletých pícnin zanechávají nejvíce organické hmoty na pozemku jetel a vojtěška, a to až 14 t/ha. Středním množství hmoty po sobě zanechávají obiloviny a olejniny a luskoviny, ovšem zde záleží na tom, zdali je na poli sláma ponechána, či jak vysoké se dělá strniště. Obecně se tyto plodiny ohledně organické hmoty považují za neutrální. Nejméně posklizňových zbytků po sobě zanechávají okopaniny, jelikož u nich je většina hmoty odvezena v hlavním produktu z pole pryč. Takto by měly zápornou bilanci organické hmoty, a proto bývají zpravidla hnojeny organickými hnojivy, která bilanci napraví (Pospíšil & Líška 2008).

Důvodu, proč má organická hmota v půdě takový vliv na růst plodin, je více. Co se týče vztahu dvou po sobě rostoucích plodin, největší vliv na něj má mineralizace. Při ní se totiž do půdy uvolňuje velké množství živin, které mají vliv na výživu následné plodiny. Organická hmota však i zvyšuje sorpční schopnost půdy a tím množství živin, které je půda schopna pojmout, a ty se tak nevyplaví. Zlepšuje však také její strukturní stav, agregaci, co má velký vliv na možnost přípravy pozemku pro setí a tím i vzcházení plodin v budoucnosti. Organika

těž zlepšuje vzdušný a vodní režim půd, kdy těžké půdy nadlehčí a provzdušní, a lehkým pomůže pojmout více vody. Sama je pak substrátem pro rozvoj mikroflóry a kořenové výměšky dokážou i přímo ovlivňovat růst kořenů jiných rostlin (Urban et al. 2003). Dle Špánik et al. (2008) pak organická hmota a posklizňové zbytky díky zlepšení retence a zasakovacích schopností slouží jako ochrana před vodní erozí, což je v našich podmínkách nejhorší degradační proces půdy, kdy takto postižený pozemek může být ovlivněn i na několik let. Nemusí tak být nutně užity technologie na omezení eroze jako například strip-till, který zpracovává půdu v úzkých pásech, do kterého je provedeno setí, s nezpracovaným povrchem mezi řádky (Potratz, et al. 2020).

Kromě vzájemného ovlivňování plodin skrze složení a strukturu půdy je možná ještě důležitější vlastní snášenlivost plodin. Jedná se o možnosti pěstovat tutéž plodinu na stejném pozemku po sobě bez vlivu na výnos a zdravotní stav. Mezi snášenlivé plodiny, které lze pěstovat i několik let po sobě, aniž by jim to vadilo, lze řadit kukuřici, sóju a bob setý. Mezi středně snášenlivé plodiny, jež by se neměly řadit po sobě dříve než za dva až tři roky, patří obiloviny, tedy kromě pšenice a ovsa a z píceň například vojtěška. Po sobě nesnášenlivé jsou především olejnin – řepka, slunečnice, len a mák, okopaniny – brambory a cukrová řepa, z píceň jetel a z obilovin oves. Špatné střídání plodin a jejich opakovanému pěstování příliš brzo po sobě může vézt k únavě půdy a poklesu výnosů. Únavu půdy způsobují faktory, které jsou rozvedeny výše. Jedná se o nedostatek živin v půdě, tím že stejná plodina odčerpává opakovaně ty samé. Dále třeba utužení půdy, když se opakovaně pěstuje plodina zhoršující půdní strukturu. Nahromadění toxických látek z kořenových výměšek, narušení mikrobiální rovnováhy. Přemnožení škodlivých činitelů, ke kterému dochází, když se opakovaně po sobě pěstují plodiny se stejnými chorobami a škůdci. Ty tak mají ideální podmínky pro šíření. Zde se nemusí jednat pouze o tutéž plodinu, ale i skupinu plodin – obiloviny, olejnin. Časté pěstování plodin se stejnými vegetačními nároky (ozim, časná jařina, pozdní jařina) pak vede k přemnožení určitých skupin plevelů (ozimé, časně jarní, pozdně jarní) (Pospíšil & Líška 2008).

3.2 Nároky jednotlivých plodin

Každá skupina plodin i jednotlivé plodiny v rámci skupin mají své specifické nároky na půdu, živiny, předplodinu a celkové řazení v osevním sledu. Tím vzniká souhrn nároků na úspěšné pěstování dané plodiny. Nedodržení těchto předpokladů má za následek dopad na kvalitu a kvantitu produkce, neboli ovlivní to výnos dané plodiny i jakost sklizeného produktu.

3.2.1 Obiloviny

Obiloviny v současnosti zabírají v České republice okolo 55 % orné půdy a jsou tedy nejdůležitější skupinou plodin v českém zemědělství. Historicky se pohybovaly zhruba mezi 50 % a 60 % výměry orné půdy (Sálusová 2018). Tyto hodnoty jsou již téměř na samé hraně vhodnosti jejich zastoupení, neboť by neměly ani při té nejlepší agrotechnice a intenzivní

kukuřičné a řepařské výrobní oblasti převyšovat 63-68 % výměry orné půdy. V bramborářské oblasti je pak jejich strop udáván jako 60 % (Černý et al. 1981). Ještě menší zastoupení by měly mít při hospodaření v ekologickém zemědělství, kdy je za jejich strop považováno již pěstování na polovině výměry, tedy 50 % (Urban et al. 2003). Úspěšné pěstování dle Urban et al (2003) do značné míry závisí na předplodině. Jako nejvhodnější se jeví jeteloviny, olejniny, okopaniny, luskoviny, luskoobilní směsky a částečně i jednoleté píceiny. Tyto předplodiny mají příznivý vliv na výnos a kvalitu produkce, a také mohou snižovat spotřebu minerálních hnojiv a pesticidů při jejich pěstování. Vzhledem k tomu, že by se neměla jedna obilovina pěstovat po jiné, především kvůli přenosu chorob pat stébel, ale jejich zastoupení je v České republice vyšší než 50%, v praxi k tomu musí docházet. V takovém případě se udává, aby se pěstovala méně náročná obilnina po náročnější, docházelo ke střídání ozimé a jarní plodiny a pěstovaly se tak maximálně ve dvouletém sledu. Případně je možno po dvou obilovinách využít ovsa pro své fyto-sanitární účinky (Urban et al. 2003).

Obilniny jsou vesměs spíše mělce kořenící plodiny, i když např. u ozimé pšenice mohou jednotlivé kořeny zasahovat do hlubší vrstvy až jednoho metru, a proto pro svůj růst potřebují vodu a živiny především ve svrchní vrstvě půdy (Haberle et al. 2015). U živin je třeba, aby byly pohotové a v lehce přípustné formě. Z makroprvků kromě dusíku potřebují ponejvíce drasla a fosforu (Urban et al. 2003).

3.2.1.1 Pšenice ozimá

Pšenice ozimá je nejpěstovanější plodinou v České republice. V dnešní době je pravidelně vysévána na téměř třetině výměry orné půdy v zemi. Vždy tomu tak ale nebylo, ještě za dob první republiky byla nejméně rozšířenou obilninou. Na větší výměře než ona rostly ječmen oves i žito. V 50. a 60. letech pak všechny čtyři hlavní obilniny zabíraly zhruba stejnou plochu a jejich vzájemné zastoupení pak bylo okolo 25 %. Drtivý nástup pšenice započal ve druhé polovině 60. let a od let 70. byla již suverénně nejpěstovanější obilninou a tou zůstala do dnešních dnů (Sálusová 2018). Důvodem jejího rozmachu byla změna nároků konzumentů, a tedy převládnutí bílého pšeničného pečiva v konzumaci populace, a její silná odezva na pokroky ve šlechtění i reakce na zvyšující se intenzitu zemědělské produkce (Petr et al. 2008).

Pšenice ozimá je považována za vůbec tu nejnáročnější obilninu. Svědčí jí středně těžké půdy. Obecně, na rozdíl od ječmene, má pšenice raději těžší a vlhčí půdy než půdy lehké či písčité. Na druhou stranu na nejtěžší pozemky je ještě vhodnější oves. Půda by měla mít dostatek dobře přijatelných živin i dostatek vláhy po celou dobu vegetace. Toto je důležité zejména kvůli velmi vysoké produkci hmoty, a tím vysokému odběru živin. PH půdy by mělo mít slabě kyselou až neutrální reakci s hodnotami 6,2 – 7,0. Pšenice ozimá je hlavní plodinou teplejších a sušších oblastí, a proto velmi dobře reaguje na dobré podmínky v době intenzivního růstu, sloupkování. Právě chladnější počasí s dostatkem srážek v průběhu odnožování a sloupkování má pozitivní vliv na tvorbu výnosotvorných prvků (Konvalina & Moudrý 2008).

Tím, že je považována za nejnáročnější plodinu, měla by se řadit po nejlepších předplodinách. Těmi jsou obecně tzv. širokolisté plodiny, mezi které se řadí: řepka olejka,

mák setý, hrách setý, nebo rané brambory či silážní kukuřice. Obecně v dnešní době výrazně roste význam olejnin jako předplodin pro pšenici, a to pro jejich příznivý vliv na výživný režim půdy (Herink 2011). Za středně vhodnou předplodin tak lze považovat mák setý a len olejný (Pospíšil & Líška 2008). Ovšem nejvhodnější předplodinou jsou víceleté pícniny jako jetel, vojtěška či jetelotráva (Zimolka et al. 2005). Zařazení pšenice po víceletých pícninách, především pak vojtěšce, však může, především v teplejších oblastech, přinášet nebezpečí nedostatku vláhy při zakládání porostů. Riziko je však kompenzováno tím, že potravinářské pšenice seté po jetelovinách mají díky velikému množství zbytkového dusíku v půdě nejvyšší hodnoty lepku v zrně. Tento dusík pro tvorbu bílkovin by jinak bylo nutné dorovnat zvýšeným hnojením minerálními hnojivy (Kvěch et al. 1985).

Důležitá je taky včasnost sklizené předplodiny pro provedení kvalitní seťové přípravy půdy. Ta může mít různou podobu od klasické přípravy s orbou přes minimalizaci až po setí bez přípravy. Důležité však je, aby byla operace provedena kvalitně, půda měla dobrou strukturu pro osev a měla dost času pro dostatečné slehnutí po přípravě. Pro setí a následné vzcházení porostu je nejhorší hrudovité osivové lůžko, které brání přístupu vláhy k semeni a vede k nerovnoměrnému vzcházení rostlinek (Diviš et al. 2010). Pokud je zvolena klasická příprava, hloubka orby by se měla pohybovat mezi 18-24 cm a měla by ideálně být provedena 4-6 týdnů před samotným setím, neboť pšenice preferuje dobře slehlé seťové lůžko (Šarapatka & Urban 2006). Doporučená hloubka setí je 30-40 mm dle druhu půdy. Výsev může být velice rozdílný. Záleží především na odrůdě, jestli je spíše klasového typu, nebo tvoří výnos hustotou porostu. Dále se výsevek upravuje podle půdy a doby setí. Na lepších půdách při včasném setí se výsevek snižuje, na horších půdách za pozdního setí se naopak zvyšuje. Celkově vyšší výsevek je u pšenice pěstované v ekologickém zemědělství, kde je běžný výsev 4-5 milionů klíčivých semen na hektar (Faměra 1993).

Z výše uvedených důvodů se jako předplodiny příliš nehodí pozdní brambory, cukrová řepa a kukuřice na zrně. Jejich sklizeň probíhá relativně pozdě a není po ní dostatečný čas na kvalitní přípravu půdy pro setí v řádném termínu. Často se také přidává přílišná vlhkost půdy v této pozdní době. Kromě již zmíněných pozdně sklizených okopanin je nevhodné pěstovat pšenici po jiné obilnině (Pospíšil & Líška 2008). Avšak jak uvádí Kvěch et al. (1985), běžně je zastoupení obilní předplodiny pro pšenici v našich nížinách klidně i 30-50 %. Aby nedocházelo k setí po obilnině, před pšenici se zde řadí silážní kukuřice a jeteloviny, ve vyšších polohách pak například brambory, řepka či jiné jednoleté pícniny než kukuřice. (Kvěch et al. 1985). Někdy se ovšem může stát, že i dobrá předplodina (např. včas sklizené brambory) může mít na produkci pšenice negativní vliv. Tato situace nastane ve chvíli, kdy je pozemek po předplodině silně zaplevelený, a to především vytrvalými plevely. Nejproblematičtější je v tomto ohledu zaplevelení pýrem plazivým, neboť pýr kromě toho, že sám konkuruje pšenici o vodu, světlo a živiny, vylučuje do půdy toxické látky, které inhibují růst plodiny, a to i v pozdější fázi vegetace plodiny, nebo i po vyhubení pýru samotného (Petr et al. 1987). Dle Hejzman et al. (2012) jsou nejlepšími předplodinami pro výnos pšenice luštěniny a okopaniny, nejhoršími pak obilniny. Když se podíváme na vlivy, které vedly k produkci celkové úrody, během padesátiletého výzkumu od roku 1955 byla úroda pšenice nejvíce ovlivněna zlepšením výkonnosti odrůd, s čímž souvisí zkrácení slámy a tím menší riziko polehnutí a dále pak i změna poměru mezi zrnem a slámou. Na druhém místě se umístila volba předplodiny a následovala aplikace minerálních hnojiv a hnoje (Kunzová &

Hejzman 2009). Zajímavým faktem je i struktura pěstovaných odrůd. Zatímco pro potravinářské účely se využívá pouze 28-32 % u nás vypěstované pšenice a 55-58 % se používá ke krmným účelům (Herink 2011), větší část osevních ploch pšenice je pěstována s cílem dosažení potravinářské kvality a v ČR tak převažují odrůdy skupiny E a A (Zimolka et al. 2005).

3.2.1.2 Pšenice jarní

Dle Kvěch et al. (1985) má pšenice jarní stejné nároky na půdní vlastnosti a předplodiny. Na rozdíl od ozimé pšenice však může následovat i po pozdě sklizených okopaninách. Právě při pěstování po pozdě sklizené předplodině může dosahovat i vyšších výnosů než ozimá pšenice, jelikož špatná kvalita setí má za následek takové snížení výnosu, že převáží obvykle nižší výnos jařiny (Zimolka et al. 2005). Výnos jarní formy oproti ozimé obvykle bývá nižší o 1-1,5 tuny. To je dáno podstatně kratší vegetační dobou, během které dochází k tvorbě výnosových prvků. Největším hendikepem jarní formy pšenice je menší odnoživost. Oproti ozimé formě je tvorba odnoží nižší zhruba o 50-70 %. Pro alespoň částečně lepší odnožování je nutný co nejčasnější výsev nejpozději do konce března. Přesto je nutno zvýšit výsevek zhruba o 0,5 mil semen na hektar. Z tohoto důvodu dochází od 80. let k poklesu její výměry, a zatímco dříve bývala především v bramborářské oblasti pěstována zcela běžně, dnes je spíše považována za náhradní plodinu a často se seje po vyzimování ozimů (Diviš et al. 2010).

Nároky na předplodinu má velmi podobné ozimé formě. Jak je již zmíněno, často se seje po pozdě sklizených okopaninách, po kterých dosahuje nejvyšších výnosů, a na rozdíl od ozimé pšenice tolik netrpí chorobami pat stébel. Lze ji tak úspěšněji pěstovat po jiné obilnině včetně ozimé pšenice. Ve sledu po jiné obilnině je vhodné a také účelné zařadit mezi ně strniskovou meziplodinu. Nahrazení ozimé formy jarní formou je účinným prostředkem proti zaplevelení plodiny chundelkou na problematických pozemcích. (Zimolka et al. 2005). Z jarních obilnin je sice na živiny nejnáročnější, ovšem k nižšímu očekávanému výnosu ji obvykle stačí hnojit dusíkem v rozmezí 80 kg/ha po dobrých předplodinách (okopaniny, jeteloviny) po 120 kg/ha po obilninách (Diviš et al. 2010).

Standardním zpracováním půdy pro jarní pšenici je středně hluboká podzimní orba. Z důvodu vysokého nároku jarní pšenice na vodu, je vhodné i minimalizační zpracování půdy. Setí by mělo být provedeno co nejčasněji na jaře. Opožděné setí má za následek zhoršení růstových a vývojových podmínek. Porosty jsou z důvodu špatného odnožování řídké, nevyrovnané a pozdně vytvořené slabé odnože zpravidla zanikají. Brzkému setí napomáhá, že na rozdíl od jarního ječmene není jarní pšenice tak náchylná na zamazání osiva a může tak být seta i do vlhčí půdy (Zimolka et al. 2005). Jednou z nevýhod pěstování jarní pšenice je její obvykle pozdní doba sklizně, kdy již nebývá zaručeno pěkné počasí pro žně (Diviš et al. 2010).

3.2.1.3 Pšenice tvrdá

Pšenice tvrdá je druh tetraploidní pšenice určené především k výrobě semolinových těstovin. Pěstuje se v ozimé i jarní formě a od pšenice seté se liší především vyššími nároky

na teplo. Z tohoto důvodu se pěstuje především v jižních státech Evropy především kolem Středozemního moře od Španělska po Egypt (Diviš et al. 2010). Ve světě je pěstována hlavně v teplých a suchých oblastech jako je Afrika (Etiopie, Alžírsko, Tunisko), Blízký a střední východ (Turecko, Kazachstán, Irák, Irán), Indie ale paradoxně i Kanada (Sall et al. 2019). Právě z důvodu teplomilnosti není v České republice příliš rozšířená, na území ČR je pěstována především na jižní Moravě. Zimovzdornost ozimé formy je dokonce nižší než u ozimého ječmene. Kvůli specifiku semolinové mouky má zrno vyšší obsah karotenů a sklovitější endosperm.

Nároky na předplodinu má tento druh pšenice podobný jako pšenice setá, přičemž přednostně by měla být pěstována po zlepšujících předplodinách (hnojené okopaniny, luskoviny, jeteloviny), s tím rizikem, že po vojtěšce může trpět suchem. Obiloviny jsou jako předplodiny nevhodné z důvodu nežádoucích příměsí cizích zrn. Hnojení je podobné pšenici seté, s tím rozdílem, že celková dávka dusíku je nižší a může být více směřována na kvalitativní parametr. Nebezpečím při pěstování pšenice tvrdé je nestálé počasí v době sklizně, kdy tento druh pšenice silně trpí na ztrátu jakosti vyplavením deštěm v době zrání zrna (Zimolka et al. 2005).

3.2.1.4 Pšenice špalda

Pšenice špalda dalším druhem z rodu pšenice, který lze pěstovat v našich podmínkách. Od ostatních pšenic se značně liší. Její zrno má vyšší obsah bílkovin, tuku a minerálních látek (je tak ceněno ve zdravé výživě) a i vzhled rostliny je odlišný. Celkový habitus je poměrně vysoký (až 150 cm) s velice dlouhým klasem, který má však relativně málo zrn. Tak jako pšenice tvrdá má i špalda ozimou i jarní formu, přičemž v Evropě a u nás převažuje forma ozimá. Špalda je velice odolná k negativním povětrnostním podmínkám jako je vymrznutí a vyzimování a nevádí jí méně úrodné půdy. Z těchto důvodů se pěstovala a dodnes pěstuje především v podhorských oblastech, kde se pšenici seté již nedaří (Zimolka 2005). Svým silným kořenovým systémem si dokáže dobře získávat živiny z půdy a má i vyšší odolnost vůči chorobám a škůdcům. Na druhou stranu má pšenice špalda vysoké nároky na vodu, ale nízké nároky na teplo. Tím se jen potvrzuje, že je to ideální plodina horských oblastí. Také nároky na půdu jsou podobné pšenici seté. Preferuje středně těžké až těžké půdy s neutrální až alkalickou reakcí a nevádí jí ani půdy mokré až zamokřené (Diviš et al. 2010).

Agrotechnika pěstování a nároky na předplodiny jsou obdobné jako u pšenice seté. Snáší však i horší předplodiny. Po výrazně zlepšujících předplodinách jako jsou okopaniny a jeteloviny narůstá nebezpečí poléhání. Také dávka dusíku je vyžadována nižší a to 60-80 kg/ha s uvažováním vlivu předplodiny. Při setí vyžaduje kvůli nárokům na vláhu utuženější set'ové lůžko. Obecně je výsev a sklizeň pšenice špaldy problém, neboť při sklizni nedochází k výmlatu zrna z plev, ale k lámání klasu na jednotlivé klásky (Zimolka 2005).

Pro její nízké nároky na vstupy je považována za vhodnou plodinu do ekologického zemědělství a low input systémů (Wang et al. 2021). Tím bude zjevně narůstat i její celkové zastoupení mezi plodinami, neboť podle Ministerstva zemědělství ČR bylo v roce 2014 v České republice 4023 ekologických farem, které obhospodařovaly 494 000 ha zemědělské půdy (11% zemědělské půdy). I když je pravda, že z toho 402 000 ha tvořily travní porosty (Šťastná et al. 2019). V rámci rozlohy ekologického zemědělství ku obhospodařované půdě je

tak Česká republika na 4. místě v Evropské unii za Rakouskem, Švédskem a Estonskem, a to s více než dvojnásobným zastoupením oproti průměru EU (Krause & Machek 2018).

3.2.1.5 Žito ozimé

Pro žito je typický namodralý vzhled, velká délka stébla a mohutný kořenový systém. Díky němu má velmi dobrou osvojovací schopnost na živiny a vodu. Pro žito je typická náchylnost k poléhání stébla a rychlejší zapojení porostu. Z tohoto důvodu stačí menší počet rostlin na m², žito prostor díky své autoregulační schopnosti zaplní. Na rozdíl od pšenice je žito cizosprašné. Ze všech obilnin má nejvyšší mrazuvzdornost (až do -25 °C), ale pod sněhovou pokrývkou může trpět plísní sněžnou. Na rozdíl od pšenice je žito odolnější i v mnoha dalších ohledech. Díky svému bohatému a hlubokému kořenovému systému je suchovzdorné a vyžaduje lehčí písčité půdy. Často se pěstuje na pozemcích, na kterých trpí pšenice suchem. Naopak nesnáší velmi vlhké prostředí. Nejde ani o to, že by mu vadila těžší půda, ale kvůli své cizosprašnosti mu vadí déšť v období kvetení. Nároky na půdu má menší než pšenice vyžaduje, spíše kyselé pH v rozmezí 5,0-6,8. Z těchto důvodů se nejčastěji pěstuje v horských a podhorských oblastech (Diviš et al. 2010).

Žito je naší nejmladší klasickou obilninou. Původně se jednalo o plevel v pšenici. Jak se pěstování pšenice posouvalo do oblastí pro ni nevhodných (na sever a do vyšších nadmořských výšek) začalo postupně převládat, až se postupem do horších klimatických podmínek vyselektovalo v samostatnou plodinu. Dlouhou dobu se také pěstovalo ve směsné kultuře společně s pšenicí jako tzv. sourež. V porostu mělo také výhodu díky svému bujnému růstu. Dokázalo tak lépe odolávat tlaku plevelů. Díky těmto vlastnostem bávalo naší nejrozšířenější obilninou. Jeho postupný ústup započal po druhé světové válce a výrazný propad pak nastal v 70. letech. Důvodem byly menšími pokroky ve šlechtění nových odrůd oproti jiným obilninám a nižší reakcí na hnojení a ošetřování plodin. Samo žito totiž na chemické vstupy příliš nereagovalo a zároveň kvůli dlouhému stéblu nemohlo být hnojeno vyššími dávkami dusíkatých hnojiv (Petr et al. 2008). Díky své cizosprašnosti došlo při šlechtění k pokroku pomocí heterozního efektu. Hybridy mají oproti populacím výnos vyšší o 10-20 % a navíc jsou odolnější proti poléhání a houbovým chorobám, především námelovitosti klasů (Diviš et al. 2010).

Na předplodinu je méně náročné než pšenice, byť preference má obdobné, a co se tolerance k pěstování po obilovině týče, je ze všech obilnin nejtolerantnější (Pospíšil & Líška 2008). Dříve se ve svých oblastech pěstování zařazovalo obdobně jako pšenice po víceletých pícninách, okopaninách, především bramborách a luskovinách, vhodné jsou i olejniny např. řepka olejka. Obilní předplodina žitu nevádí, jelikož si svým kořenovým systémem dokáže obstarat dostatek živin, naopak je samo pro jiné obilniny relativně dobrou předplodinou, neboť má fyto-sanitární funkci a schopnost potlačovat plevele. Z obilnin má nejvyšší předplodinovou hodnotu a je z nich i nejvíce snášenlivé samo po sobě (Petr et al. 2008). Jak je již napsáno výše, žito bylo v minulosti vytlačeno intenzivnějšími druhy obilnin, především ozimou pšenicí a jarním ječmenem. Dnes je tedy jeho pěstování omezeno na méně úrodné půdy v bramborářských a horských výrobních oblastech, případně díky svému kořenovému systému na suchá stanoviště v nížinách na písčité půdy (Kvěch et al. 1985).

Kvůli radikálnímu poklesu výměry žita není v ČR zajištěna dostatečná produkce zrna pro vlastní spotřebu. Na druhou stranu využití zrna je velmi omezené. Nehodí se totiž ke krmným účelům. 90 % je tak využito v potravinářství a nekvalitní zrno v lihovarnictví. Speciální oblastí pěstování žita je námelové žito pro farmaceutický průmysl (Diviš et al. 2010). Svým vysokým nárůstem zelené hmoty je často pěstováno na produkce biomasy pro krmné, či dnes častěji energetické účely (Miedaner et al. 2010). Z celosvětového hlediska se jedná především o evropskou obilninu, neboť 75 % produkce pochází z Ruska, Běloruska, Polska, Německa a Ukrajiny (Geiger & Miedaner 2009).

3.2.1.6 Tritikále

Tritikále je novodobý kříženec žita a pšenice a jako takové se rozšířilo z Polska v 80. letech minulého století. Pokusy s křížením žita pšenice jsou sice podstatně starší a zasahují do 19. století, ale první komerčně úspěšná odrůda Lasko pochází z Polska a byla uznána v roce 1982. Tato odrůda se pak stala základem pro další šíření této plodiny ve světě. Jeho první výhodou je vysoký výnosový potenciál a stupeň jistoty výnosu. Druhým faktorem pak, že zvyšuje druhovou skladbu obilnin, a jako takové má toleranci na pěstování po horší předplodině a v horších podmínkách. Třetím benefitem tritikále je jeho výborná krmná kvalita, kdy v krmných směsích může nahrazovat část ozimého ječmene, který svého času dosáhl svého stropu v osevních postupech i limitu co se kvality krmných směsí týče (Petr et al. 2008).

Tritikále má výraznou toleranci k obilní předplodině i špatný půdně klimatickým podmínkám a kyselým půdám. Nevadí mu také emise a průmyslové spady. V nárocích na pěstování by mělo stát mezi pšenicí a žitem (Diviš et al. 2010). Vzhledem k tomu, že u nás tritikále nenahradilo žito jako chlebarského obilí, především kvůli své nízké pekařské jakosti. Díky své vysoké krmné hodnotě se používá především pro krmné účely, nenahrazuje v osevním postupu žito, nýbrž má tendenci nahradit pěstování krmné pšenice, a to především v oblastech pro pěstování pšenice nevhodných. V tomto je však nevýhoda že ve většině ostatních oblastí bývá pšenice stále výnosnější a je i tržně lépe ohodnocována. Ve prospěch tritikále mluví jeho nízké nároky na vstupy při pěstování, ať už chemie při ošetřování, tak hnojiv. Dle Petr et al. (2008) má co se vstupů hnojiv a chemie týče nejnižší náklady na pěstování ze všech obilnin. Pšenice má tyto náklady vyšší zhruba o 50 %, ozimý ječmen a žito o 20-30 %. Tyto vlastnosti jej předurčují jako slibnou plodinu do ekologického zemědělství.

I když má tritikále nízké nároky na předplodinu, a nevadí mu pěstování po jiné obilnině, nejvhodnějšími předplodinami jsou pro něj olejnin, luskoviny a jeteloviny. Při pěstování po žitě může trpět plísní sněžnou a po pšenici chorobami pat stébel. Jednoduše řečeno, tam kde tritikále nahrazuje pšenici, se řadí na její místo po zlepšujících předplodinách, kde je pouze doplňkovým druhem obilí, např. pro účely krmného fondu podniku se zařazuje po jiné obilnině, často právě po pšenici (Diviš et al. 2010).

Tritikále podobně jako žito preferuje slehlé půdy, a tak dobře reaguje na minimalizační zprarování půdy. Diviš et al. (2010) udává, že zpracování půdy má větší vliv na výnos než volba předplodiny. Podle té se lze řídit při aplikaci dusíkatého hnojení, které by mělo být ve výši 80-110 kg/ha. Dle Cantale et al. (2016) je tritikále pro svou odolnost k suchu, toleranci ke kyselým půdám a nízkou náchylností k biotickým stresům a zároveň pro svůj veliký vzrůst

a výnos zrna i v okrajových oblastech pěstování slibnou plodinou pro produkci bioetanolu a bioplynu.

3.2.1.7 Ječmen jarní

Ječmen jarní nemá obecně vyhraněné nároky na pěstování a lze jej tak pěstovat v různých podmínkách. Ovšem velice záleží na užitkovém směru, ve kterém tuto plodinu pěstujeme. Zaměřujeme-li se na krmný ječmen, nevadí nám vyšší či podhorské podmínky a horší předplodiny, ovšem chceme-li dosáhnout sladovnické kvality, která bývá náležitě finančně ceněna, stává se z jarního ječmene velmi náročná plodina. Pro pěstování sladovnického ječmene jsou nejvhodnější nížinné černozemní oblasti Polabí a Hané, kde bývá tradičně zařazován po cukrovce. V posledních letech se však sladovnické kvality snaží dosáhnout i podniky ve vyšší obilnářské oblasti, zde je však dosažení potřebné kvality méně jisté.

Ječmen není pouze po pšenici a řepce třetí nejpěstovanější plodinou v ČR a druhou obilninou, je to velice významná plodina i z celosvětového hlediska. Dle Zhou (2009) se jedná o čtvrtou nejpěstovanější obilninu na planetě a stejné místo v produkci zrna. Na konci 20. století byl pěstován na 55 mil ha a produkce přesahovala 140 mil tun.

Tato plodina je specifická svou velmi krátkou vegetační dobou. Ta činí 95-120 dní. Má slabší kořenový systém, který je navíc rozprostřený relativně mělce. Z toho plynou vyšší nároky na dostatek vláhy a pohotové živiny pro růst plodiny. Udává se, že po pšenici ozimé je naší nejnáročnější obilninou. Samotné nároky na vláhu nejsou vysoké, vždyť spolu s žitem má nejnižší transpirační koeficient z našich obilnin 1. skupiny, ale kvůli mělkému zakořenění potřebuje pravidelný přísun srážek (Zimolka et al. 2006; Diviš et al. 2010). Velmi silně reaguje na kyselost půdy, pH půdy by nemělo být nižší než 6,0, ideální rozpětí je 6,2-7,2. Na lehčích půdách ve vyšších oblastech snese i pH 5,8, ovšem na kyselejší půdy reaguje snížením výnosu i kvality produkce. Dobře reaguje na vápnění. Taktéž nemá rád těžké, utužené, jílovité či až zamokřené půdy. Preferuje spíše lehčí a propustnější půdy, nikoliv však vysychavé, příliš písčité až šterkovité, neboť má velmi slabý kořenový systém a mohl by trpět suchem. Kvůli tomu se ani nehodí do aridních oblastí. Nelibě nese vyorání mrtviny z podorničí. Dalšími nevhodnými místy jsou pole s častým výskytem mlh, které mohou způsobovat černání špiček zrn, a tím snižovat kvalitu produkce, a pozemky silně zaplevelené pýrem, pcháčem či ovšem hluchým, z důvodu špatné regulace těchto plevelů v porostu (Diviš et al. 2010; Zimolka et al. 2006). Mimo půdních podmínek má na výnos a kvalitu ječmene v daném ročníku veliký vliv i průběh počasí, především teploty a srážek (Petr et al. 1987).

Velikou reakci vykazuje jarní ječmen na zpracování půdy. I když se udává, že kromě tradiční orby je pro jarní ječmen vhodná i minimalizační technologie zpracování půdy, v podmínkách ČR je stále běžnější orba. Minimalizace je vhodná spíše na úrodné půdy dobře strukturované půdy v nížinách, kdežto na méně kvalitní půdy, do vyšších poloh a na vlhčí pozemky je mnohem vhodnější orba. Ta nemusí být příliš hluboká, postačí do 18 cm. Po orbě půda z jara lépe prosychá, což je u ječmene dobré, jelikož se seje co nejčasněji z jara, ale na rozdíl od jarní pšenice nesnáší zamazání osiva. Orba je také vhodná pro zapravení posklizňových zbytků jako je sláma obilní předplodiny, nebo zbytky kukuřice či slunečnice (Zimolka et al. 2006).

Z důvodu požadavku na nízký obsah bílkovin v zrna (GPC), který by měl být dle Bertholdsson (1999) nanejvýše 11,5 %, je nutné hlídat výživu dusíkem. Z tohoto důvodu nejsou vhodné předplodiny z čeledi bobovitých, byť výnosově by byly nejlepší. Pěstuje-li se ječmen přímo ke krmným účelům, jsou tyto předplodiny naopak velice vhodné. Nejvhodnějšími předplodinami pro sladovnický ječmen jsou hnojem hnojené okopaniny jako např. cukrovka a brambory. Další vhodnou předplodinou je kukuřice na zrno či siláž. U cukrové řepy je dnes problém se zaoráním chrástu, neboť při jeho mineralizaci se uvolňuje veliké množství dusíku, který může negativně ovlivnit sladovnickou kvalitu zrna. Zatímco u kukuřice hrozí veliké množství posklizňových zbytků na povrchu půdy a tím její špatná příprava. V obou případech je rizikem pozdní sklizeň za vlhka a tím zhoršené fyzikální vlastnosti půdy (Zimolka et al. 2006; Diviš et al. 2010). Středně vhodnými předplodinami jsou dle Pospíšil & Líška (2008) luskoobilní směsky, žito seté, len olejný či ozimá pšenice. Nevhodné jsou pícniny a luskoviny a jarní obilniny. Nevhodné je setí i po ječmenu ozimém. Jarní ječmen pěstovaný pro krmné účely, u kterého je vyšší obsah bílkovin naopak žádoucí, není na předplodinu náročný (Kvěch et al. 1985). Pěstuje-li se sladovnický ječmen po obilní předplodině, dochází sice k částečnému propadu na výnosu. Ten se však již dnešní technologií jako je chemická ochrana a hnojení dá korigovat. Problémem je však vliv na sladovnickou kvalitu produkce, kdy po obilní předplodině, snad kvůli zvýšenému hnojení minerálními hnojivy, dochází ke zvýšení obsahu dusíkatých látek v zrně (Zimolka et al 2006).

3.2.1.8 Ječmen ozimý

Ječmen ozimý má menší nároky na pěstební a agroklimatické podmínky než většina ostatních obilnin. To je spolu s jeho relativně vysokým výnosovým potenciálem i na horších půdách jeho největší výhodou. I když se lze setkat i u ozimého ječmene se sladovnickými odrůdami, tak většina se ho využívá ke krmným účelům. Zde má nevýhodu v horších krmných parametrech především u víceřadých odrůd. Kromě malé náročnosti a vysokého výnosového potenciálu je velikou předností ozimého ječmene jeho brzká sklizeň, která dovoluje velkou flexibilitu ve výběru následné plodiny. Často se ho proto využívá jako předplodiny pro ozimou řepku, případně pro strniskové meziplodiny. Pěstování ozimého ječmene přináší i výhodu v případech, kdy je pozemek silně zaplevelený ozimými plevely. Jeho velice časná sklizeň může proběhnout dříve, než tyto plevele stihnou dozrát, čímž se zamezí jejich šíření. Ozimý ječmen má mohutnější kořenový systém než pšenice, je plastičtější, co se půdy týče, a nevadí mu kyselejší pH. Dokáže si i lépe poradit se suchem (Zimolka et al. 2006; Diviš et al. 2010).

Pěstování ozimého ječmene se velmi rozšířilo po zavedení intenzivních odrůd s vyšší odolností proti poléhání a lepší mrazuvzdorností. Právě malá mrazuvzdornost odnožovacího uzle (pouze do -12 °C) byla v našich podmínkách pro něho limitující (Kvěch et al. 1985; Pospíšil & Líška 2008). Dnešní odrůdy mají teplotu vymrzání již pod -15 °C, ale velice záleží na průběhu zimního období a vegetační fázi rostliny. Na vymrzání více trpí ječmen, který je v podzimním období přerostlý, nebo ten, který neměl dostatek času na otužení například z důvodu prudkého poklesu teplot (Diviš et al. 2010).

Jelikož se z ozimých plodin seje nejdříve, vyžaduje předplodinu, která se sklízí taktéž co nejdříve. Nejvhodnější jsou brukev řepka olejka, rané brambory, luskoobilné směsky a na

senážování pěstovaný oves. Méně vhodné jsou pak jiné obilniny (Pospíšil & Líška 2008). Zimolka et al. (2006) Jako vhodné předplodiny udává včas sklizené jeteloviny a hrách na zeleno, obilniny sklizené na zeleno a ozimé i jarní luskobilní směsky. V Praxi se však ozimý ječmen po zlepšujících předplodinách seje pouze výjimečně. Toto se děje pouze v oblastech, kde se nepěstuje ozimá pšenice. V ostatních případech bývá řazen ve sledu zlepšující předplodina – ozimá pšenice – ozimý ječmen – ozimá řepka. V tomto případě dobře reaguje, je-li přímo hnojen hnojem pro ozimou řepku, u které by se to nestíhalo. Problém při jeho pěstování po pšenici představuje zaplevelení výdrolem, kdy pšenice z ječmene je velice špatně odstranitelná. Často se lze setkat i se sledem hnojená okopanina – jarní ječmen – ozimý ječmen – ozimá řepka. Tento systém sice eliminuje výdrol pšenice v ječmeni, ale řazení ječmenů po sobě také není vhodné, především z důvodu šíření padlí travního. I když pořadí je lepší zařadit ozimý ječmen za jarní než naopak.

Na volbě předplodiny však značně závisí úroveň dusíkatého hnojení. Jelikož ječmen rád poléhá, tak po dobrých předplodinách se udává jako horní dávka dusíku 60 kg/ha, po obilní předplodině pak 100 kg/ha. Na vyšší dávky dusíku ječmen již zvýšením výnosu příliš nereaguje (Zimolka et al. 2006; Diviš et al 2010). Tak jako u jiných obilovin se i u ječmene rozmáhá pěstování hybridů na úkor liniových odrůd. Jak píše Mühleisen et al. (2014), hybridy mají vyšší stabilitu výnosu a lépe odolávají abiotickému stresu než inbrední linie.

3.2.1.9 Oves

Oves patří mezi mladší obilné druhy. Jeho zrna se vyznačují vysokým obsahem bílkovin, tuků, vlákniny a betaglukanů. Proto je oblíbený v moderní zdravé výživě, byť pro potravinářské účely se ho v ČR využívá zhruba 10 %. Zbytek je určen na velice hodnotné krmivo. Největšími producenty jsou Evropa a Rusko, přičemž česká produkce z cca 50-60 tisíc hektarů pokrývá domácí spotřebu (Diviš et al 2023).

Oves má mohutný kořenový systém a velmi dobrou osvojovací schopnost živin. Proto je s podivem, že je z obilnin nejnáročnější na vláhu. Z tohoto důvodu se obvykle pěstuje ve vyšších polohách. Zde bývají spíše chudší půdy a oves zde tak využije svou schopnost přijímat živiny i v hůře přístupných formách a v prostředí kyselejšího pH. Oves příliš netrpí na choroby a škůdce a díky schopnosti regulace plevelů je znám pro své fyto-sanitární schopnosti. Byť je to obilnina, lze ji tak využít na přerušení sledu jiných obilnin. Sám po sobě je však, z důvodu výskytu háďátka ovesného, velmi nesnášenlivý. Dokonce více než ozimá pšenice (Pospíšil & Líška 2008).

Na podnebí a půdu je oves málo náročný, snáší chladné a vlhké podnebí a pro své nízké nároky na vstupy hnojiv a chemie je vhodný i do ekologického zemědělství. Oves má malé nároky na půdu, preferuje spíše těžší a vlhčí pozemky se spíše kyselým pH v rozmezí 5,5-7,2. Při setí, které by mělo probíhat brzy z jara, mu nevádí zamazání zrna. Na lehkých půdách a sušších stanovištích profituje na pouze ve vlhkých oblastech. Největší nároky na vodu má oves v červnu, proto mu nesevďčí horká a suchá léta (Diviš et al. 2010).

V posledních letech zažívá rozmach pěstování nahého ovsa především pro potravinářský průmysl. Ten je o něco náročnější na pěstování a především má složitější sklizeň a posklizňovou úpravu (Urban et al. 2003).

Tak jako pro jiné obilniny jsou i pro oves nejlepší předplodiny širokolisté plodiny jako jeteloviny, v podhorských oblastech převážně jetel, luskoviny např. hrách, okopaniny jako brambory či krmná řepa a olejniny, především řepka a mák (Pospíšil & Líška 2008). V praxi se však po těchto předplodinách pěstuje zcela výjimečně. Běžně se řadí jako doběrná plodina na konec obilních sledů i po dvou obilninách po sobě. Při pěstování po obilní předplodině dokáže velice dobře zúročit strniskovou mezplodinu zasetou na zelené hnojení. Reakce na ně je nejvyšší ze všech obilnin. Oves je také ze všech obilnin nejvhodnější pro osetí zaoraných travních porostů, kdy dokáže nejlépe využít živiny z rozkládající se biomasy.

Podle předplodiny a půdně klimatických podmínek následně volíme dusíkaté hnojení, které má velké rozpětí od 40 kg/ha po dobré předplodině na úrodných půdách až do 100 kg/ha po horší předplodině na málo úrodných půdách. Kvůli hádátku by na stejný pozemek měl přijít až po 4-5 letech (Diviš et al 2010). Jak dodává Kvěch et al. (1985), tak jako žito i oves potkal podobný osud, kdy ho nahradily intenzivnější druhy obilnin jako pšenice a ječmen, a dnes se pěstuje na mnohem nižší výměře než dříve. Velký vliv na to může mít strmý pokles stavu koní, kteří se ovšem standardně krmili.

3.2.1.10 Kukuřice

Zařazení kukuřice je poměrně obtížné, při využití na zrno se považuje za obilninu, ale při pěstování na siláž se jedná o pícninu. Navíc stylem pěstování (široké řádky, možnost plečkování) by se dala zařadit mezi okopaniny (Kvěch et al. 1985). Kukuřice je v České republice relativně nová plodina. Přesto se zde z důvodu vysokého produkčního potenciálu stala poměrně rozšířenou plodinou. Má využití v potravinářství, krmivářství, je základním objemovým krmivem v chovech skotu a má průmyslové a energetické využití. Díky pokrokům ve šlechtění se rajonizace jejího pěstování rozšířila i mimo tradiční oblasti a lze ji pěstovat prakticky na téměř celém území ČR. Oblast pěstování je dána délkou její vegetační doby neboli raností, která je u kukuřice označována číslem FAO. Jelikož se jedná o C4 rostlinu, pro její zdárné pěstování je potřeba dostatek tepla a světla. Ovšem z důvodu velmi vysokého nárůstu biomasy je při tvorbě výnosu limitující dostatek vody. Dnešní vysoké výnosy kukuřice jsou dosaženy díky heteróznímu efektu při tvorbě hybridů (Diviš et al. 2010)

Kukuřice je na volbu předplodiny velice nenáročná, lze pěstovat téměř po jakékoliv plodině. Může se zařazovat po zlepšujících plodinách jako např. olejninách, okopaninách či vojtěšce a jeteli, ale většinou se tyto druhy nechávají pro plodiny, které jejich předplodinovou hodnotu ocení více. Běžně se tedy kukuřice seje po hustě setých obilninách či sama po sobě. Kukuřici lze též využít na proložení obilních sledů. Volba předplodiny většinou nemá na výnos výrazný vliv. Ten je u kukuřice silně ovlivněn ročníkem, především dostatkem vody. Na předplodinu tedy reaguje málo, zato dokáže velmi ocenit organické hnojení. Je jí tedy vhodné hnojit chlévským hnojem v dávce 30-50 t/ha, či jinými statkovými hnojivy, účelné je též v předešlém roce pěstování mezplodiny na zelené hnojení nebo alespoň zaorávka slámy předplodiny. Od dávky organického hnojení volíme dohnojení minerálním dusíkem, který aplikujeme buď jednorázově před setím, nebo děleně s přihnojením během vegetace v období 5-7 listu. Tuto operaci lze spojit s plečkováním porostu. Celková spotřeba dusíku vegetací je pro velkou produkci hmoty velmi vysoká. Kukuřice též velmi dobře reaguje na hnojení Amofosem či NPK hnojivy při setí pod patu (Diviš et al 2010).

Kukuřice jako jedna z mála plodin je nenáchylná k pěstování sama po sobě. V některých zemích je běžný monokulturní způsob pěstování po mnoho let. Tento způsob pěstování však není vhodný. Nebezpečí může skýtat tlak týž samých plevelů či chorob, ale především živočišných škůdců jako například bázlivce kukuřičného, čímž rostou náklady na ošetřování porostů. Její předplodinová hodnota silně závisí na způsobu a technologii jejího pěstování. Především dříve ovlivňovalo výběr a růst následné plodiny reziduální působení do kukuřice použitého herbicidu. Dále má vliv na následnou plodinu agrotechnika a způsob hnojení kukuřice. Pokud je hnojena statkovými hnojivy, zanechává půdu v lepším stavu, než když roste pouze na minerálních hnojivech (Kvěch et al. 1985). Na půdu není kukuřice nikterak náročná. Optimální pH pro její růst se udává jako 5,8-7,0, ale kukuřice zvládá i kyselější půdy. Ta by měla být v ideálním případě dobře záhřevná, aby mohl probíhat výsev zavčasu do 10. 5., ale při dostatečné teplotě substrátu 8-10 °C (Řeňč 2015). Zajímavým poznatkem při pěstování kukuřice je výnosová odezva na rozteč řádků plodiny. Při stejném počtu semen na hektar dává vyšší výnos kukuřice pěstovaná v užších řádcích na 38 cm než na standardních 75 cm (Cox & Cherney 2001). Další variantou pěstování kukuřice je tzv. řádkové zpracování půdy neboli strip-till, na který zrovna kukuřice reaguje relativně příznivě (Morrison 2002). Kukuřici podobnou plodinou je čirok. Ten je ještě teplomilnější, ale díky většímu hustšímu kořenovému systému dokáže růst i na chudších a sušších stanovištích, a může tak nahrazovat část produkce kukuřičné siláže v nepříznivých oblastech (Petříková & Weger 2015).

3.2.2 Olejninny

Olejninny jsou široká skupina plodin z různých rodů i čeledí, jejichž spojujícím faktorem je tvorba na tuky bohatých semen či jiných částí rostlin. Právě vysoký obsah tuků je důvodem jejich pěstování. V České republice jsou nejvýznamnějšími druhy řepka olejka, mák setý, slunečnice roční, sója a hořčice (Diviš et al. 2010). Zastoupení a výměry jednotlivých olejin se průběžně mění, například len se dnes pěstuje na výměře zhruba tisíc hektarů, zatímco dříve se jeho plochy, byť především lnu přadného, pohybovaly mezi 20 tisíci a 40 tisíci hektary. Především díky rozmachu pěstování řepky se plochy olejin v ČR výrazně zvýšily. V osevních postupech tak převzaly místo po ustupujících okopaninách a částečně i pícninách (Sálusová 2018).

Tím, že se jedná o několik na sobě nezávislých druhů, jejich nároky na pěstování se v lecčem liší. Spojuje je však několik společných vlastností. Řadí se mezi širokolisté plodiny a povětšinou se tedy používají na proložení obilních sledů. Mají vysoké nároky na výživu, především pak v poměru k hmotnosti sklízeného produktu. Dobře reagují na hnojení statkovými hnojivy, a proto je jejich užití při pěstování většiny olejin vhodné. Jsou to vesměs dobré až velmi dobré předplodiny, které zanechávají půdu v dobrém strukturním stavu, a na pozemku po nich zbývá velké množství posklizňových zbytků. Svými požadavky, výživou a zařazením v osevním postupu se podobají okopaninám (Kvěch et al. 1985).

3.2.2.1 Řepka olejka

Řepka olejka je celosvětově druhou nejpěstovanější olejinou. Jejím největším producentem i zpracovatelem je Evropská unie (Baranyk et al 2010). V severnějších částech

Evropy se jedná o zcela dominantní olejninu (Rathke et al. 2006). Na území České republiky je pěstována již několik set let a první rozmach jejího pěstování u nás nastal v druhé polovině 19. století, kdy byla každoročně vysévána na výměře několika desítek tisíc hektarů. To souviselo s potřebou olejů na mazání strojů v průmyslu a na svícení. Útlum jejího pěstování pak přišel po první světové válce, kdy se začaly ve velkém využívat výrobky získané rafinací ropy (Baranyket al. 2007). V meziválečném období se její výměra snížila až na pouhých 300 ha. Dalším milníkem ve vývoji jejího pěstování byl nárůst ploch za druhé světové války z důvodu nedostatku tuků. V tuto chvíli již byl řepkový olej určen pro lidskou spotřebu, ale kvalitativní parametry na to neměl. Na výměře mezi dvaceti a čtyřiceti tisíci hektary se držela až do 80. let, kdy postupně došlo k vyšlechtění jednonulových a dvounulových odrůd (odrůd se sníženým množstvím kyseliny erukové a glukosinulátů), což vedlo k prudkému nárůstu její osevní plochy (Sálusová 2018). Díky tomuto nárůstu se Česká republika stala ze země silně dovážející potravinářské oleje ze zahraničí zemí v produkci oleje plně soběstačnou až exportní (Baranyk et al. 2007). V dnešní době je řepka olejka druhou nejpěstovanější plodinou v ČR (Říčařová et al. 2016).

Řepka olejka není na půdu vybíravá plodina, dokáže si poradit s širokým rozptylem půdních podmínek. Nevhodné jsou pro ni pouze extrémně lehké a suché půdy, nebo naopak extrémně těžká a zamokřená stanoviště (Diviš et al 2010). Baranyk et al. (2010) udává, že řepka nejvíce ocení biologicky aktivní půdy s hlubokým orničním profilem a vysokou vodní kapacitou. Preferuje půdy s neutrální až mírně alkalickou reakcí. Pokud má být pěstována na kyselejších půdách, je vhodné před výsevem provést úpravu pH vápněním a na půdách lehkých a půdách s nižší úrodností poté provést zapravení organického hnojení pro zvýšení půdní úrodnosti. Hnojení statkovými hnojivy umí řepka náležitě ocenit a je pro ni velmi vhodné. Při pěstování na těžších pozemcích existuje nebezpečí, že půda nepůjde v letním období, kdy probíhá výsev řepky, zpracovat. V takovém případě hrozí špatná struktura setového lůžka, špatné zasetí a nevyrovnané a pomalé vzcházení plodiny (Baranyk et al 2010).

Volba předplodiny pro řepku se kvůli jejímu velmi brzkému setí, zhruba v polovině srpna, řídí trochu jinými pravidly než u jiných plodin. Nejdůležitějším faktorem pro volbu předplodiny u řepky je, kdy tato předplodina uvolní pozemek pro následnou přípravu na setí řepky ozimé. S nadsázkou lze říci, že dobrými předplodinami pro řepku jsou všechny ty, které se sklízí dostatečně zavčasu. Výběr předplodiny podle biologického druhu je spíše až druhořadé. Samozřejmě, že nejvhodnější volbou jsou jiné zlepšující plodiny jako luskoviny, rané brambory a víceleté pícniny. Po těchto plodinách je však zařazováno málokdy. Většinou se využívá jako přerušovač obilních sledů a nejčastěji tedy následuje po obilnině. Zde opět platí, že čím dříve je obilnina sklizena, tím lépe. Nejvhodnější se dle tohoto kritéria jeví ozimý ječmen, jenž se žne nejdříve. Následují pořadí podle času sklizně je obvykle ozimá pšenice, ozimé tritikále a nakonec žito. Po většině jarních obilnin jako jsou jarní tritikále, pšenice a oves se řepka ve většině let zasít v termínu nestihne. Z jařin ji tedy lze zasít pouze po jarním ječmenu, ovšem zde hrozí nebezpečí zaplevelení výdolem, který má jarní ječmen velmi agresivní (Diviš et al 2010).

Při pěstování po obilnině existuje hned několik nebezpečí, se kterými je nutné počítat. První je nejistota včasné sklizně a úklidu slámy. Dalším rizikem s tím souvisejícím je velké množství špatně rozložitelných rostlinných zbytků, když se nestihne sláma předplodiny

odvést z pole. Třetím rizikem je výskyt obilního výdrolu, který může být nejupornějším plevelem. Pro eliminaci výdrolu je vhodné jej nejprve přimět k vyklíčení, mechanicky ho rozptýlit a nakonec jej ideálně pluhem zaklopit. Ani pak se většinou řepka neobejde bez, často opakované, chemické likvida vzešlé obilniny. V neposlední řadě jsou rizikem rezidua herbicidů, hlavně sulfonylmočoviny, po ošetření obilní předplodiny, které mohou řepku inhibovat v růstu (Baranyk et al. 2007; Baranyk et al. 2010).

Pokud tedy není nutnost přerušovat řepkou obilní sledy, můžeme ji zařadit po nějaké zlepšující předplodině a mít tak sled dvou zlepšujících plodin po sobě. V tomto případě se však s podobnými problémy na výdrol předplodiny budeme setkávat i po zařazení řepky po jiných plodinách sklizených na zrno např. po hrachu. Navíc výdrol dvouděložných plodin v řepce je chemicky hůře likvidovatelný než výdrol obilí. V tomto ohledu se jako nejlepší předplodiny jeví víceleté pícniny. U nich navíc není nutné čekat na datum sklizně a je možno jejich vegetaci ukončit v libovolnou vhodnou dobu, když většinou po některé ze sečí. Jejich nevýhodou však je riziko vysušení půdního profilu v letním období, a z důvodu časného setí řepky nedoplnění vody v půdě. Toto se týká především vojtěšky v teplých a suchých oblastech. Mnohem vhodnější a také častější je zařazování řepky po jeteli či jetelotrávě ve vyšších a vlhčích oblastech, především v podhůří hor a na Vysočině. Při tomto postupu je velmi vhodné obrostlé trníště pícniny před zaoráním ošetřit totálním herbicidem, a tím si vyřešit problém především s vytrvalými plevele. V neposlední řadě ji lze pěstovat po sklizených ozimých meziplodinách jako je ozimé žito na zeleno či různé ozimé směsky (Baranyk et al. 2007; Baranyk et al. 2010).

Předplodinová hodnota řepky pro ostatní plodiny je velice vysoká. Jedná se o souhrn několika faktorů. Jedním je velmi dlouhá vegetační doba řepky, tedy téměř celoroční pokryv listový chránící půdu před vlivy počasí. Dalším je hluboký a větvený kořenový systém této plodiny, který pozitivně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy nejen v celém orničním profilu. Řepka je pro svůj mohutný vzrůst a nízký výnos hlavního produktu též zdrojem velkého množství dobře rozložitelné organické hmoty a značného množství živin, které se při a po jejím pěstování dostává do půdy. Rathke et al. (2005) udává, že výnos hlavního produktu, tedy semene, představuje pouze 28-50 % hmotnosti sušiny nadzemní biomasy. Zbytek suché hmotnosti nadzemní biomasy, tedy 50-72 % tvoří posklizňové zbytky. Výdrol řepky je potom v obilninách dobře likvidovatelný. Právě obilniny uvedené vlastnosti dokážou ocenit nejlépe. Její předplodinová hodnota se téměř plně rovná víceletým pícninám a hnojeným okopaninám. Proto je její nejčastější následnou plodinou ozimá pšenice jako nejnáročnější obilnina. Právě pro pšenici po řepce je udáván vliv na zvýšení výnosu o 10-19 % oproti pěstování pšenice po obilnině (Baranyk et al. 2007; Baranyk et al. 2010).

Sama po sobě je však značně nesnášenlivá. V osevním postupu by plocha její výměry neměla přesáhnout 17 % a na stejný pozemek by se měla dostat až po 6-7 letech. V současnosti se však díky možnostem dobré agrotechniky a chemické ochrany pěstuje běžně v intervalu 4-5 let a v některých podnicích zabírá i 25-33 % plochy. Toto je však velice vysoké zastoupení, které je z dlouhodobého hlediska špatně udržitelné a časem vede ke snižování výnosů řepky (Pospíšil & Líška 2008; Baranyk et al. 2010). Právě velké nároky na ochranu proti chorobám, škůdcům i plevelům není řepka vhodnou plodinou pro pěstování v ekologickém zemědělství (Urban et al. 2003). Vrchol jejího pěstování, způsobený její vhodností pro výrobu biopaliva MEŘO (anglicky FAME), má však již Česká republika za

sebou (Heneman & Červinka 2007). Na svém vrcholu byla pěstována v ČR na téměř 420 000 ha a 17 % orné půdy (Sálusová 2018). V roce 2022 byla v ČR pěstována na ploše 344 000 ha se zastoupením 14 % orné půdy (ČSÚ 2022).

3.2.2.2 Mák

Mák setý je v České republice plodina s velmi dlouhou pěstitelskou i spotřebitelskou tradicí. Po dlouhou dobu jeho roční produkce zhruba pokrývala spotřebu a nejednalo se o nijak významnou exportní komoditu. Až po velkých změnách v zemědělství po roce 1989, se kterými souvisí i pokles výměry víceletých pícnin, kvůli poklesu stavu hospodářských zvířat, a okopanin, zčásti zaujal jejich místo v osevních postupech a stal se druhou nejpěstovanější olejninou v ČR (Baranyk et al. 2010). V současnosti je ČR, spolu s Tureckem, největším exportérem potravinářského máku na světě a produkce v České republice ovlivňuje i jeho ceny na Evropské a Světové úrovni. Mák vypěstovaný v Česku se může pyšnit velmi vysokou kvalitou, dokonce má vlastní označená Český mák, a je upřednostňován před komoditou z jiných zemí. Největší poptávka po máku je spolu s Německem a Rakouskem v ostatních Slovanských zemích jako jsou Polsko Ukrajina a Rusko (Prochazka & Smutka 2012).

Mák je na pěstování velice náročnou plodinou. Je to světlomilná a dlouhodobní rostlina. Jelikož krátký den podporuje růst a dlouhý naopak urychluje vývoj, je potřeba mák sít velice brzy a tak, aby hustota vzešlého porostu byla okolo 50 rostlin na m². Na teplotu není mák nijak náročný. Dle Baranyk et al. (2010) mák v raných fázích růstu vydrží i záporné teploty až do výše -8° C. Teplo vyžaduje až v době kvetení a zrání. Naopak na vláhu je mák velmi náročný. Z důvodu velmi malého semena a pomalého vývoje už v době klíčení a dále spolu s nárůstem biomasy. Nároky na vodu se snižují až v době po odkvětu. Olejný mák na rozdíl od opiového vyžaduje spíše chladno a vlhko. Náročný je mák i na půdu. Ta by měla být středně těžká, hluboká a vzdušná s neutrální až zásaditou půdní reakcí (Diviš et al. 2010). Půdy by měly být bohaté na živiny i vláhu stanoviště by se měla nacházet v rovinném až mírně kopcovitém terénu a nadmořských výškách mezi 300 – 600 m. n. m. a tedy v řepařské až bramborářské výrobní oblasti. Pro mák jsou nevhodná suchá a písčítá stanoviště v aridních oblastech nížin nebo naopak zamokřená a studená stanoviště v horských oblastech. Z důvodu extrémně malého semínka by půda měla mít drobtovitou strukturu a především nesmí mít sklony k tvorbě půdního škraloupu (Kulovaná et al. 2001). Mák je zároveň plodinou s velmi malou odolností proti plevelům a zároveň velmi složitou ochranou proti nim. Z tohoto důvodu je žádoucí, aby pole, na které se má mák vysévat, bylo prosté vytrvalých plevelů, zejména pcháče, a dále pak laskavců merlíku, výdrolu řepky a vlčího máku (Baranyk et al. 2010).

Pro své nároky je mák nejlepší zařazovat po jiné zlepšující plodině ideálně luskovině nebo hnojem hnojené okopanině. V nížinách je velmi vhodný v tomto směru sled po cukrové řepě. V praxi se však velmi často zařazuje po obilnině či přímo jako přerušovač obilních sledů. V pěstování po obilnině hrozí pěstiteli nebezpečí podobné jako u řepky pěstované po obilnině. Sice odpadá nebezpečí pozdního setí kvůli opožděné sklizni předplodiny a neodklizení slámy, ale zůstává riziko konkurence obilního výdrolu a nebezpečí reziduí herbicidů. Velmi nevhodnou předplodinou pro mák je řepka. Prvním důvodem je silné riziko zaplevelením výdrolu řepky, který se z máku velmi složitě odstraňuje, a podaří-li se to, mák na použité herbicidy reaguje silně negativně. Dalším rizikovým faktorem při pěstování po

řepce je nebezpečí napadení hlízenkou. Ta napadá obě plodiny a mák by v tuto chvíli mohl být silně infikován. Celkově se společné pěstování řepky a máku v jednom osevním postupu z výše uvedených důvodů nedoporučuje. Ideálně by v podniku měly být vyčleněny samostatné osevní postupy pro mák a řepku s vlastními hony (Baranyk et al. 2010).

Následuje-li mák po obilnině, kdy již předtím nebylo delší dobu na poli zaoráno organické hnojení, je vhodné menší dávku hnoje aplikovat pod mák. Sám po sobě je z důvodu velkého množství chorob a škůdců nesnášenlivý a sám po sobě by měl následovat až po 5 letech (Diviš et al. 2010). Právě z důvodu velkého množství chorob a škůdců a nízké odolnosti máku je při jeho úspěšném pěstování fungicidní a insekticidní ošetření osiva (moření) takřka nezbytné (Kazda et al 2010).

3.2.2.3 Slunečnice

Slunečnice je plodina pocházející ze subtropických oblastí s teplým a suchým klimatem. Těmto podmínkám je dobře přizpůsobena. Disponuje mohutným kořenovým systémem, který sahá do značných hloubek, a díky tomu dobře přijímá živiny z půdy a je odolná nedostatku srážek (Diviš et al. 2010). Celosvětově patří slunečnice mezi pět nejpěstovanějších olejnin, přičemž svou, byť relativně krátkou historii pěstování má i v České republice, i když ta se nachází na nejzazší severní hranici pěstování této plodiny. První pole oseté slunečnicí se na území dnešní republiky objevilo v roce 1987 a na největší ploše se zde slunečnice pěstovala v roce 2003 (Baranyk et al. 2010). Od té doby její výměra kolísala a spíše klesala. Velký vliv na tento pokles má i zemědělská politika státu. Výměra slunečnice se v kuse snižovala od roku 2017, přičemž největší meziroční pokles nastal mezi lety 2018 a 2019, kdy se výměra její pěstební plochy z roku na rok zmenšila o 8 377 ha z 20 202 ha na 11 825 ha. V roce 2020 byla vyseta na 11 274 ha, a tedy na výměře o 551 ha menší. Tento skokový pokles byl způsoben zákazem předsklizňové desikace plodin (Honsová 2020).

Slunečnice jakožto teplomilná rostlina potřebuje pro svůj růst dostatek tepla. Z tohoto důvodu se pěstuje především v kukuřičné výrobní oblasti. Slunečnice pro svůj vývoj potřebuje sumu teplot alespoň 1600 °C, což odpovídá kukuřici o čísle FAO 280-300 (Urban et al. 2003). Vzhledem k výrazným postupům ve šlechtění, kdy na trh přicházejí velmi rané hybridy, je dnes možné pěstovat slunečnici v oblastech, kde lze pěstovat středně rané hybridy kukuřice na zrno. Na půdy nemá slunečnice výrazné nároky. Nesnáší však půdy těžké a zamokřené. Pozemek by měl mít ideálně mírnou jižní expozici a pH půdy by nemělo být nižší než 5,5 (Diviš et al. 2010).

Důvodem nevhodnosti podmáčených půd s vysokou hladinou podzemní vody je špatné prohřívání takového pozemku a problémy s jarní, včasnou a kvalitní přípravou pole. Na druhou stranu nevhodné jsou i lehké písčité půdy, nebo půdy často hnojené vysokými dávkami statkových hnojiv, které mohou pozemek silně zaplevelovat. Nejvhodnějšími pozemky pro pěstování slunečnice jsou pole s půdami černozemního a hnědozemního typu, s dostatečnou zásobou živin ve staré půdní síle a s pH 6-7,2. Ideální je dostatečně otevřená expozice s pokud možno alespoň částečně jižní orientací. Vhodné jsou zároveň velké pospolité výměry plodiny z důvodu menších škod zvěří. Nevhodná jsou tedy malá rozdrobená pole a z důvodu vyššího tlaku chorob i uzavřené lokality, kde se drží dlouho vlhkost (Baranyk et al. 2010). Právě na houbové choroby je slunečnice značně náchylná, přičemž největší škody

ji způsobuje houba *Sclerotinia sclerotinum* (Kazda et al. 2010). Z důvodu, že slunečnice je širokořádková plodina s malou kompenzační schopností, je pro zdařilé pěstování důležité především kvalitní založení porostu. Z půdozpracujících technologií je nejvhodnější klasická, kvalitně provedená orba, na minimalizaci a půdoochrané technologie slunečnice reaguje snížením výnosu. Pro vysoký výnos je v neposlední řadě důležitý včasný výsev ovšem do dostatečně prohřáté půdy (Baranyk et al. 2010). Při volbě hustoty výsevu je možné vycházet z výzkumu Hossam (2012), který zjistil, že průměr úboru, hmotnost tisíce semen a olejnatost je nejvyšší u nízkého výsevu 45 000 semen/ha, ale nejvyšší produkce sušiny na hektar, nejvyššího výnosu semen a oleje bylo dosaženo při středním výsevu 75 000 semen/ha.

Přestože má slunečnice v ideálních podmínkách značnou spotřebu vody, dokáže velmi dobře vzdorovat suchu. Ke zdárnému růstu jí během vegetace stačí 450-500 mm srážek. Díky hlubokému kořeni však nemusí všechny přijít během vegetace, ale slunečnice si vodu dokáže vzít z hlubších vrstev půdy. Navíc při období sucha dokáže s vodou velmi dobře hospodařit. Bez poklesu výnosu se zavadlými listy dokáže přežít sucho trvající i 4-6 týdnů. Navíc z důvodu vhodného postavení listů na lodyze dokáže velmi dobře využít i menších dešťových srážek. Díky tomu dokáže dát uspokojivý výnos i v letech, kdy za vegetaci spadne pouhých 240-340 mm srážek (Baranyk et al. 2010). Tak jako si svým mohutným kořenovým systémem dokáže zajistit vodu i z hlubších vrstev půdního profilu, dokáže si osvojit i živiny z málo přístupných forem. To se týká především draslíku. Zároveň tím, jak hluboko sahají její kořeny, dokáže přijímat živiny z hlubších vrstev půdy, ty zabudovává do své biomasy, která po sklizni zůstává na povrchu. Vynáší tak živiny z hlubších vrstev půdy, kam se jiné rostliny nedostanou, a tím je zpřístupňuje i ostatním plodinám (Vaněk et al. 2016).

Slunečnice je sama po sobě velice nesnášenlivou plodinou. Na stejném pozemku by měla mít rozestup v pěstování alespoň 5-7 let. Pro zdárné pěstování vyžaduje dodržování střídání plodin a kvalitní a bohatý osevni postup. Z důvodu přenosu stejných chorob, především Sclerotinie, je vhodné dodržovat odstup od jiných dvouděložných plodin. Od řepky olejky by se měla vysévat až po 3-5 letech a následovat by neměla ani po sóje, vojtěšce, cukrovce, či zelenině. Z tohoto důvodu jsou pro slunečnici jako vhodné uváděné jiné předplodiny než pro většinu ostatních plodin. Ideálně by měla následovat po obilninách a kukuřici. Tyto plodiny jsou zároveň vhodnými následnými plodinami po slunečnici, a ta je tak jejich vhodnou předplodinou (Baranyk et al. 2010; Diviš et al. 2010).

3.2.2.4 Hořčice bílá

Hořčice je v Evropě tradiční a dlouhou dobu pěstovaná plodina využívaná jako koření a pro výrobu produktu stejného jména. Písemné známky o jejím pěstování na území České republiky sahají do 16. století, přičemž nejvyššího zastoupení zde dosáhla v roce 2003, kdy byla pěstována na 67 500 ha. Její osevni plochy se však prudce mění, tak jak reagují na kolísavé výkupní ceny a zájem o množení certifikovaného osiva povětšinou od zahraničních množitelů firem (Baranyk et al. 2010). Častěji než s porostem na sklizeň semene se s hořčicí můžeme setkat jako se strniskovou letní mezipločinou na zelené hnojení. Má velmi dobré fyto-sanitární účinky především na choroby pat stébel u obilnin (Pospíšil & Líška 2008).

Hořčice je na půdní podmínky relativně nenáročnou plodinou. Dobré agroekologické podmínky jsou důležité především pro náležitou kvalitu semene. Může být tedy pěstována i

ve vyšších oblastech s horšími podmínkami ovšem, zde je riziko pozdní sklizně v podzimním období, což může být problém, jelikož hořčice pro rovnoměrné dozrávání potřebuje suché a teplé počasí. Půdy má ráda výživné, spíše těžší s neutrálním pH. Jelikož je hořčice dosti náročná na vláhu, nevhodné jsou pro ni výsušné pozemky s lehčími půdami. Velkým problémem při jejím pěstování je její nízká suchovzdornost. Pro svůj zdárný růst potřebuje dostatečný a pravidelný přísun vláhy. V osevním postupu je hořčice většinou zařazována jako přerušovač obilních sledů mezi dvě obilniny. Právě obilniny jsou pro ni přijatelně vhodnou předplodinou a ona sama je vhodnou předplodinou i pro ně. Nejnevhodnější plodina, po které by se hořčice vůbec neměla pěstovat, a naprosto ne její množitelské porosty, je řepka. Jednak z důvodu přenosu stejných chorob a škůdců, ale především kvůli značnému riziku zaplevelení a znečištění semene (Baranyk et al. 2010; Vaněk et al. 2016). S řepkou má pro shodné choroby a škůdce i podobné nároky na ošetřování, i když z brukvovitých plodin je na škůdce nejméně náchylná. Ze škůdců je nejhorší blýskáček, který v některých letech výrazně poškozuje poupata, a především pilatka řepková, jež může během vegetace způsobit až holožír (Kazda et al. 2010).

Hořčice má velmi dobrou osvojovací schopnost na živiny z půdy. Z tohoto důvodu se může pěstovat i na živiny chudých půdách, nebo bez přímého hnojení fosforem a draslem. Z tohoto důvodu se často pěstuje jako doběrná plodina s nízkou úrovní agrotechniky. To však pro uspokojivé výsledky není vhodný přístup. Jedinou podmínkou je striktně neutrální půdní reakce, hořčice totiž snáší kyselé pH půdy ze všech běžných plodin nejhůře. Pro svou velmi dobrou osvojovací schopnost je pro hořčici nevhodné přímé hnojení statkovými hnojivy, po kterých hrozí její prerůstání a polehání. Z tohoto důvodu by se mělo rozumě nakládat i s dusíkatým hnojením, kdy nejvyšší dávka dusíku by neměla překročit 80 kg/ha (Baranyk et al. 2010; Vaněk et al. 2016).

Co se zpracování půdy týče, hořčice má podobné nároky jako řepka. Pro svůj mohutný křovitý kořen potřebuje dostatečně hluboko zpracovanou půdu, nejlépe klasickou orbou. Na jaře následuje jednoduché a mělké urovnání půdy, pro zamezení ztráty vody. Setí by mělo proběhnout dle podmínek na konci března a počátku dubna. Pozdější setí razantně snižuje výnos (Baranyk et al. 2010).

3.2.2.5 Len

Len je typická horská a podhorská plodina s dlouhou tradicí pěstování, která však v ČR silně upadla. Zatímco ještě v 80. letech se pěstoval až na 25 000 ha, dnes se zde od roku 2011 nepěstuje žádný přádelný len a olejný jsou nízké jednotky tisíc hektarů (Sálusová 2018). Právě vlákno byl dříve hlavní důvod pěstování lnu. Lněné semínko bylo až druhotný produkt, z něhož se lisoval vysýchavý olej na výrobu barev a fermeží. Dnes má rostoucí trend poptávka po potravinářském využití lněného semínka, což vede k pěstování lnu olejnýho typu (Baranyk et al. 2010). Lněné semínko se mimo potravinářského a barvířského průmyslu využívá a v průmyslu farmaceutickém a krmivářském (Yasin et al. 2012).

Zatímco Baranyk et al. (2010) udává, že len má střední až vyšší nároky na teplotu se sumou teplot 1700 °C a nižší až střední nároky na vodu, a měl by se tedy pěstovat na úrodných pozemcích v nadmořské výšce 200-450 metrů, přičemž s rostoucí nadmořskou výškou a poklesem průměrných teplot se prodlužuje doba vegetace. Tak Diviš et al. (2010)

len zařazuje především do bramborářské a horské výrobní oblasti, z důvodu vysokých nároků lnu na vodu, kdy průměrné roční množství srážek by mělo být minimálně 600 mm. Dle tohoto autora má tato plodina menší nároky na půdu, která by měla být předem odplevelená a ve staré půdní síle. Vyhovují mu půdy hlinitopísčité až hlinité a dobrou zásobou humusu a s pH 5,5-7,0. S lehkými, propustnými hlinitopísčitými až hlinitými půdami a kyselou až neutrální půdní reakcí souhlasí i Baranyk et al. (2010), přičemž dodává, že zcela nevhodné jsou pro len těžké, silně kyselé a kamenité půdy s vysokou hladinou spodní vody. Vysoká hladina spodní vody je škodlivá z toho důvodu, že porost lnu je při ní silně nevyrovnaný, zmlazuje a nerovnoměrně dozrává.

Len se povětšinou zařazuje jako přerušovač obilních sledů a jako doběrná plodina v osevním postupu. Obilniny jsou pro něj dobré předplodiny, nevhodné jsou naopak víceleté pícniny, kukuřice, zaorané travní porosty a řepka. Po těchto předplodinách může len poléhat a být napadán kořenovými chorobami (Baranyk et al. 2010). Diviš et al (2010) souhlasí, že vhodnými předplodinami jsou zejména obiloviny, ale rozděluje vhodnost předplodiny dle výrobní oblasti. Zatímco ozimou pšenici a ozimé žito doporučuje především v bramborářské oblasti, v horské výrobní oblasti se mu jeví jako vhodné předplodiny i jetel a brambory. Jako nevhodné pak kromě kukuřice z důvodu reziduí herbicidů uvádí i jarní obilniny a ozimé směsky. Sám len je pak dobrou předplodinou, především díky nízkému odběru živin z půdy, a většinou se po něm zařazují obilniny.

Zařazován na stejné stanoviště by měl být s minimálně až po šesti letech, a to z důvodu lnové únavy. Kořeny lnu totiž produkují výměšky, které narušují půdní mikroflóru, což sám len špatně snáší. Lnová únava se projevuje sníženou vitalitou a vysokým výskytem fusarios a dalších chorob, což má vliv na snížení výnosu a kvality produkce. Dalším důvodem pro dodržení šestiletého odstupu je malá osvojovací schopnost lnu na živiny a slabá konkurence proti plevelům (Baranyk et al. 2010; Diviš et al 2010).

Půda pro len by měla být ve staré půdní síle s dostatkem přístupných živin, kdy není vhodné vápnit a hnojit PK hnojivy přímo ke lnu, ale v rámci celého osevního cyklu. Využívání živin ze staré půdní síly platí pro len částečně i u dusíku. Jeho dávky se měly dle předplodiny, výrobní oblasti a obsahu N_{min} v půdě pohybovat mezi 30-40 kg/ha v horších oblastech a na chudších půdách a 10-20 kg/ha v lepších oblastech a s vyšší zásobou dusíku v půdě. Pokud je dle rozborů v půdě více než 22 mg dusíku na kilogram zeminy, není vhodné tímto prvkem hnojit vůbec. Jako zpracování půdy se nejvhodněji jeví klasická orba s dodržением stejné hloubky zpracování půdy, a to pouze v rámci ornice, neboť len je silně citlivý na vyoraní mrtviny z podorničí. Jarní příprava by měla zajistit urovnání pozemku s mělkým prokypřením do 5 cm pro následný výsev, který se provádí do hloubky 2-3 cm ideálně v první dekádě dubna (Baranyk et al. 2010; Diviš et al 2010).

3.2.3 Luskoviny

Luskoviny získaly svůj český název podle pojmenování plodu, tedy lusku. Odborně se nazývají jménem pocházející z latiny – Leguminózy. Luskoviny se vyznačují značným množstvím bílkovin v zrnu, pro které jsou tak ceněny. Patří do čeledi bobovitých, pro které je typická symbiotická fixace vzdušného dusíku bakteriemi z rodu *Rhizobium* na útvech kořenů zvaných jako hlízy (Diviš et al. 2010). Právě díky fixaci vzdušného dusíku do půdy

jsou velmi důležitou součástí osevních postupů a jedná se o velmi dobré předplodiny. Dle Houba & Dostálová (2018) umožňují luskoviny svými vlastnostmi zvýšení výnosu následných plodin až o 20 %, což v případě ozimé pšenice může být až 1t/ha. Mimo fixace dusíku dokážou díky svému hlubokému kořenovému systému vynášet na povrch živiny, zejména fosfor a draslík, z hlubších vrstev půdy. Svým mohutným kořenovým systémem mají pozitivní vliv na půdní strukturu. Výhodou této skupiny plodin je její druhová rozmanitost, kdy se jednotlivé druhy uplatní v různých oblastech pěstování a zároveň možnost zařazovat jednotlivé plodiny za sebe. Rizikem při jejich pěstování je nebezpečí silného zaplevelení porostu z důvodu pomalého počátečního růstu (Pospíšil & Líška 2008). Přestože se jedná o plodiny zlepšující s nezastupitelnou úlohou v osevních postupech, jejich význam přerušovače obilních sledů, který dokáže fixovat vzdušný dusík, není v našem zemědělství dostatečně doceněn (Houba & Dostálová 2018).

Luskoviny nemají nikterak vyhraněné nároky na půdu. Nevhodné jsou pouze půdy extrémně těžké a slévavé, nebo, z důvodu značných nároků luskovin na vláhu, půdy velmi lehké a vysýchavé. Právě dostatečný přísun vláhy je důležitý po celou dobu vegetace. Přestože mezi luskoviny jsou druhy, které snášejí silně kyselou půdu jako např. lupina, pro správné fungování symbiotických bakterií je potřeba půda neutrální, maximálně slabě kyselá. Z tohoto důvodu luskoviny velmi dobře reagují na vápnění. Díky výše zmíněné fixaci dusíku není potřeba leguminózy výrazně hnojit dusíkem. Vhodná je pouze startovací dávka před setím, ideálně s jinými makroprvky v NPK hnojivech. Obecně však na přímé hnojení luskoviny výrazným zvýšením výnosu příliš nereagují. V jejich úspěšném pěstování hraje největší roli počasí. Jejich nevýhodou je tedy silná ročníková nestabilita a nejistota výnosů. Další nevýhody mají v citlivosti na napadení chorobami a škůdci, riziku poléhání, a tím špatné kvality sklizně a dlouhého časového rozestupu v jejich pěstování na témže pozemku (Diviš et al. 2010).

3.2.3.1 Hrách setý

Hrách setý je v České republice tradiční a nejpěstovanější luskovinou. Dříve se jeho výměra pohybovala až u hranice 100 000 ha, ale časem postupně klesala až na pouhých 13 000 ha v roce 2013. Takto razantní pokles byl zapříčiněn především nízkou rentabilitou jeho pěstování. Se změnou dotační politiky a nastavené podpoře luskovin jeho výměra začala opět stoupat (Houba & Dostálová 2018). V roce 2022 byl vyset na výměře 40 000 ha (ČSÚ 2022). Hrách je relativně tolerantní a přizpůsobivou luskovinou, který neprosperuje pouze na extrémních stanovištích (Diviš et al 2010). Přesto však dochází k silným výkyvům ve výnosu jak meziročně, tak i mezi státy a jednotlivými pěstiteli (Houba & Dostálová 2018). Nevhodné pozemky pro pěstování hrachu se vyznačují kyselou, těžkou a slévavou půdou, utuženým podorničím, nebo naopak nedostatkem srážek. Nejhodnější pozemky se pak vyznačují středně těžkou, strukturní a neslávavou půdou s neutrálním až slabě kyselým pH, s dostatkem rovnoměrně rozložených ročních srážek. Z důvodu rizika poléhání a tím obtížné sklizně nejsou pro výsev hrachu vhodné silně kamenité pozemky. Naopak jako vhodný postup jeho pěstování se jeví zaorávka slámy předplodiny při provádění hluboké orby (Diviš et al. 2010). Houba & Dostálová (2018) udává, že hrachu se daří vesměs ve všech polohách řepařské a obilnářské výrobní oblasti a nižších místech oblasti bramborářské. Obecně všude tam, kde se

nevyskytují extrémní počasí, tedy sucho a přílišné mokro. Půdy vyžaduje spíše lehčí, hlinitopísčité až písčitohlinité, přičemž nevyhovující pH (6 a méně), lze upravit přímým vápněním, které hrachu nevadí.

Jelikož je hrách relativně mrazuvzdorný, je vhodné jej vysévat brzy zjara, aby využil co nejvíce zimní vláhy. S tím souvisí i potřeba přípravy půdy tak, aby nedocházelo ke ztrátám půdní vláhy. Každopádně pro dobrou sklizeň je nutné připravit dokonale urovnaný povrch. Před setím je možno aplikovat startovací dávku dusíku, i když u hrachu to není tak potřeno jako např. u sóje. Pokud se hnojivo před setím aplikuje, je vhodné zvolit vícesložková NPK hnojiva. Dodání dusíku je příznivější u osiva, u kterého nedošlo k inokulaci. Postačí však pouze nízká dávka, neboť nadbytek dusíku utlumuje činnost hlízkových bakterií. Po zasetí je vhodné pozemek uválet, aby došlo k zatlačení kamenů (Houba & Dostálová 2018). Jako nevýhoda při pěstování hrachu se uvádí jeho možné polehání a následná složitá sklizeň. Toto riziko lze podstatně snížit pěstováním bezlistých tvz. Semileafless odrůd. Ty mají přeměněné sudozpeřené listy na úponky, kterými se rostliny navzájem přidržují. Kromě menšího polehání je výhodou těchto odrůd i lepší zdravotní stav díky vzdušnějšímu porostu. Nevýhodou pak silnější tlak plevelů z důvodu větší osvětlenosti. Ve výsledku však tyto úponkové odrůdy nemají i přes předpoklad nižší listové plochy nižší výnosy, ale naopak průměrný výnos těchto odrůd je vyšší než výnos odrůd klasických, především díky většímu prošlechtění a menšímu stáří těchto odrůd (Tran et al. 2022).

Hrách má velmi dobrý vliv na osevní postup, v němž je zastoupený. Jedná se o velice dobrou předplodinu. Má zlepšující účinky na půdu a jeho zařazením lze částečně snížit hnojení a jiné intenzifikační faktory ostatních plodin v osevním cyklu. Zlepšující účinky hrachu na následné plodiny lze považovat za tak významné, že mohou převažovat, vlastní ekonomicky relativně malý zisk z jeho prodeje. Bývá tak pěstován, i přesto, že nepatří mezi nejrentabilnější plodiny. Své fyto-sanitární účinky nejlépe zužitkuje v osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin. Nejčastěji se tedy zařazuje jako přerušovač obilních sledů. Po hrachu se většinou zařazuje ozimá pšenice, která na něj reaguje prokazatelným zvýšením výnosu. Sám se nejčastěji seje po obilninách, ale nejvyšších výnosu dosahuje po hnojem hnojených okopaninách. Jelikož je po sobě nesnášenlivý, na stejném pozemku by se měl vysévat nejdříve po čtyřech ale ještě lépe až po šesti letech (Diviš et al. 2010). Běžně se pěstuje i krmná forma hrachu tzv. peluška, která bývá odolnější než klasický hrách, a povětšinou se pěstuje buď ve směsích s obilninami na zrno, anebo ve směskách pro sklizeň na zeleno (Pospíšil & Líška 2008).

3.2.3.2 Sója luštinatá

Sója luštinatá je pro své zařazení, podobně jako kukuřice, problematickou plodinou. Jedná se o bobovitou dusík vázající plodinu, jejíž plodem je lusk, což by ji zařazovalo mezi luskoviny. Nicméně z důvodu vysokého obsahu oleje, pro který je povětšinou primárně pěstována, ji lze zařadit také mezi olejninu. Jedná se o velice teplomilnou plodinu, která je jako jedna z mála snášenlivá sama po sobě a nevadí ji monokulturní pěstování v čase. Zároveň je na rozdíl od ostatních luskovin dosti odolná vůči chorobám a škůdcům (Pospíšil & Líška 2008). Z celosvětového hlediska se jedná jak o s přehledem nejpěstovanější luskovinu, tak i, po palmě olejné, nejdůležitější olejninu. Pochází z ní třetina potravinového oleje a dvě

třetiny bílkovinného krmiva (Maxwell 2011). Jejimi největšími exportéry jsou Brazílie, Argentina a USA. V těchto zemích bylo na konci 20. století vypěstováno přes 90 % světové produkce sóji (Egli & Crafts-Brander 1996). Největšími importéry sójového oleje jsou Čína, Indie a Irán. Evropa je pak největším dovozce sójového šrotu (Wilcox 2004). V České republice se jedná po hrachu o druhou nejpěstovanější luskovinu s v posledních letech výrazně rostoucí výměrou (Baranyk et al. 2010; ČSU 2022). Většina vyprodukované sóji ve světě je použita jako krmivo pro hospodářská zvířata, pro lidskou spotřebu je určeno pouze asi 20 % produkce sóje (Ritchie & Roser 2021).

Sója je výrazně teplomilnou plodinou, které se daří v oblastech s průměrnou roční teplotou 8-9,5 °C a i nejranější odrůdy potřebují sumu teplot za vegetaci 2000-2300°C. Na druhou stranu díky velkým pokrokům ve šlechtění lze dnes sóju ve světě pěstovat až po 55° severní a jižní šířky a v tropických oblastech až do 2 000 m. n. m. (Brink et al. 2006). Vzhledem k původu sóje z monzunových oblastí Asie je značně náročná na vláhu. Roční úhrn srážek v dané oblasti by se měl pohybovat mezi 550-700 mm. Důležité je i jejich rovnoměrné rozdělení během vegetace. Jak udává Couch (2000), způsobuje sucho rostlinám značný stres a má negativní vliv na výnos. Sója preferuje hluboké úrodné půdy s neutrálním, maximálně slabě kyselým pH v rozmezí 6,5-7,2. Důležité je, aby půda byla dostatečně zásobena živinami, především draslem a fosforem, a byla bohatá na humus. Tzv. při staré půdní síle. Takováto kritéria splňují především černozemě a hnědozemě. Nejvhodnější jsou půdy středně těžké až těžší, ideálně jílovitohlinité. To však záleží na stanovišti. Těžší půdy jsou vhodné v sušších oblastech, jelikož lépe drží vodu, kdežto na lehčích půdách lze sóju pěstovat na vlhčích místech. I když je sója schopna symbiotické fixace dusíku, má ze všech luskovin nejvyšší nároky na umělé dodání dusíku hnojivy. Před setím by se k ní mělo zapravit 15-25 kg N/ha. Vzhledem k nárokům sóje i na ostatní dobře přijatelné makroprvky, je ideálním hnojivem před setím NPK (Baranyk et al. 2010). Houba & Dostálová (2018) udávají ještě vyšší startovací dávku dusíkatého hnojení, a to ve výši 20-30 kg/ha. Předset'ové hnojení dusíkem je u sóji nejvyšší a nejpotřebnější ze všech luskovin, neboť na počátku růstu nemají rostlinky vyvinuté hlízky pro fixaci vzdušného dusíku a jsou tak zcela odkázány na živinu z půdy. Pomocí si symbiózy si je sója schopna opatřit až zhruba 75 % potřeby dusíku (Barker et al. 2005) Pro zlepšení schopnosti fixace je velmi vhodné semena inokulovat. Specifickou bakterií žijící v symbióze na hlízkách sóje je *Bradyrhizobium Japonicum* (Oehler et al. 2000).

Sója nemá vyhraněné nároky na předplodinu. Jako nejvhodnější se pro ni jeví okopaniny, ale jelikož je sama velmi dobrou zlepšující plodinou, zařazuje se jako přerušovač obilních sledů. S obilninou jako předplodinou žádný problém nemá. Sama je pak pro obilninu (ale i jakoukoliv jinou plodinu) vynikající předplodinou. Suciú et al. (2019) udává, že sója zvyšuje výnos u následně pěstované kukuřice a pšenice v průměru o 10 % a přitom snižuje nároky těchto plodin na minerální hnojení dusíkem. Baranyk et al. (2010) udává zvýšení výnosu pšenice ozimé po sóje až o 18 % a vyzdvihuje její význam pro přerušování obilních sledů. Jelikož je sama po sobě dobře snášenlivá, běžně se, hlavně v USA a Kanadě, pěstuje ve dvou až tříletých cyklech. Přičemž v druhém roce pěstování dává zpravidla vyšší výnos, díky již namnoženým hlízkovitým bakteriím v půdě. Delší časová řada nepřetržitého pěstování však již není vhodná, jelikož následně dochází k zaplevelení převážně vytrvalými plevele a rozvoji houbových chorob, především hlízenky, a škůdců, hlavně svilušky.

3.2.3.3 Fazol

Fazol je po sóje ve světě druhá nejpěstovanější luskovina, avšak v České republice se téměř nepěstuje. Zároveň se nejedná o jeden rostlinný druh, ale zhruba 20 rozličných druhů, z čehož pro potravinářské účely jich je asi 12. V Evropě je nejpěstovanějším druhem Fazol obecný. Jedná se značně teplomilné rostliny vyžadující propustné, dostatečně vyživené a neutrální půdy. Ani těžké a slévavé, ani lehké, písčité a výsušné. Kromě vysokých nároků na teplo potřebuje dostatečné množství srážek. Živin potřebuje nemalé množství, a to v pohotové formě. Vhodná je i startovací dávka dusíku. Na předplodinu nejsou fazole náročné, snesou se i při výsevku po sobě, ale lepší nezařazovat je po sobě až v odstupu 3-4 roky (Houba & Dostálová 2018). Pospíšil & Líška 2008 jako nejvhodnější předplodiny uvádí olejninu, okopaniny a zeleninu.

3.2.3.4 Bob obecný

Bob se na našem území historicky pěstoval jako krmná plodina především v chladnějších a vlhčích oblastech. Často byl též využíván jako krycí plodina se sklizní na zeleno (Pospíšil & Líška 2008). Preferuje spíše těžší jílovitohlinité až hlinitojílovité půdy s neutrální reakcí a dostatkem vláhy. Jeho rozšíření sahá od řepařské do bramborářské výrobní oblasti. Potřebuje hluboké výsevní lůžko prokypřené do 8-10 cm a je k němu možno zvolit startovací dávku dusíku v rozmezí 20-40 kg/ha především v hnojivech obsahující i jiné živiny. Většinou se zařazuje mezi dvě obilniny jako přerušovač obilních sledů a na stejném místě by se měl vysévat v rozestupu čtyř let (Houba & Dostálová 2018).

3.2.3.5 Čočka jedlá

Čočka patřivala v Československu k tradičně pěstovaným luskovinám. Pro svou náročnost na agrotechniku a nízkou rentabilitu se však od jejího pěstování v tuzemsku povětšinou upustilo. Čočka je relativně teplomilnou plodinou s vysokými nároky na prostřední. Vyžaduje teplé a sušší oblasti s průměrnou roční teplotou nad 8 °C a s úhrnem srážek 500-550 mm. To u nás odpovídá kukuřičné a teplé řepařské výrobní oblasti. Dříve to byla typická plodina Třebíčska. Půdy vyžaduje lehké, hlinitopísčité a písčitoohlinité s neutrální půdní reakcí a dostatečnou zásobou vápníku v půdě. Naopak nesnáší půdy těžké. Půdy by měly být co nejméně zaplevelené. Jako nejvhodnější předplodina se udávají brambory. Nevhodné jsou pak jiné luskoviny a jeteloviny. Sama po sobě je značně nesnášenlivá a vyžaduje časový odstup v pěstování 4-5 let. Pozemek pro setí by měl být co nejlépe urovnaný a po zasetí se doporučuje pole uválet (Houba & Dostálová 2018).

3.2.3.6 Lupina

Lupina neboli vlčí bob je soubor mnoha druhů rostlin, z nichž nejpěstovanější jsou lupina bílá, žlutá a především lupina úzkolistá. Pěstují se hlavně pro krmné účely, neboť se vysokým zastoupením bílkovin blíží kvalitativním parametrům sóji. Na pěstování je nejnáročnější lupina bílá. Ta vyžaduje dostatek tepla i vláhy a půdy písčitoohlinité až jílovité s neutrálním pH. Méně náročná hlavně na vláhu je lupina úzkolistá. Ta vyžaduje především

vlhčí oblasti a snáší i kyselejší půdy. Nejméně náročná je lupina žlutá, která preferuje lehké a kyselé půdy s pH 4,5-6. Všechny tři druhy jsou po sobě nesnášenlivé, vyžadují rozestup v pěstování 3, ideálně 4-6 let. Obvykle nepotřebuje dusíkaté hnojení a z předplodin nejsou vhodné okopaniny z důvodu rizika napadení drátovci (Houba & Dostálová 2018).

3.2.4 Okopaniny

Okopaniny se vyznačují pěstováním rostlin v širokých řádcích a s nízkým počtem jedinců na jednotku plochy. Vzhledem k tomu, že mají relativně pomalý z počátku vegetace, je potřeba zbavovat porost plevelů, což se dříve provádělo okopáváním. Odtud tedy mají svůj název. Jednotlivé rostliny mají velikou listovou plochu, ale pro úspěšné pěstování potřebují rovnoměrné rozmístění po pozemku. Výpadek jedinců je silně nežádoucí, neboť jejich kompenzační schopnost je velmi nízká. Sklizené části rostlin jsou povětšinou schované pod zemí a vyznačují se nízkou sušinou. Jedná se o relativně mladé plodiny využívané pro výživu lidí i zvířat a též pro průmyslové účely. Vyznačují se velmi vysokým výnosem a dosahují téměř maximální možné produkce biomasy z jednotky plochy. Jedná se o různorodou skupinu plodin, složenou z různých botanických druhů. Jednotlivé plodiny se tak liší agrotechnikou i odlišnými postupy v pěstování, skladování či zpracování. Okopaniny jsou považovány za zlepšující články osevních postupů, hlavně díky jejich přímému hnojení statkovými hnojivy. Pokud nejsou sklizeny za špatného, především příliš vlhkého, počasí, zanechávají půdní strukturu v dobrém stavu (Diviš et al. 2010).

Okopaniny mají dlouhou vegetační dobu s postupným příjmem živin. Nejvyšší odběr ze všech živin mívají u draslíku. Jelikož hlavní období růstu připadá na nejteplejší měsíce roku, kdy běží mineralizace naplno, velmi dobře využívají živiny z organických hnojiv. Těmi lze hnojit ve značných dávkách. Standardní by mělo být hnojení dávkami okolo 40 tun hnoje na hektar (Kvěch et al. 1985). Organické hnojení lze vynechat, následují-li okopaniny po jiných zlepšujících plodinách, především víceletých pícninách jako jsou jeteliska či jetelotrávy (Černý et al. 1981). Kvůli svému vysokému výnosu odčerpávají z půdy velké množství živin, na které mají celkem dobrou osvojovací schopnost (Vaněk et al. 2016). Nevýhodou jejich pěstování je značné riziko eroze půdy, které je nutno brát na vědomí a snažit o jeho maximální snížení (Černý et al. 1981).

3.2.4.1 Brambory

Brambory se často udávají jako tradiční česká plodina a potravina. K rozvoji jejich pěstování v ČR však došlo až během 18. a 19. století, kdy se začaly uplatňovat jako potravina i krmivo pro hospodářská zvířata především chudších podhorských a horských oblastech. V dnešní době však jejich pěstební plochy klesly natolik, že nedokážou plně uspokojit tuzemskou poptávku (Vokál et al. 2013). K poklesu výměry brambor došlo nicméně ve většině států Evropy. Může za to zvýšení výnosu, pokles konzumní spotřeba a změna v jejich využití. Krmné brambory se dnes v tuzemsku již nepěstují, ke krmení se využívají odpadní brambory konzumních odrůd a k poklesu došlo i u škrobářenských brambor pro průmyslové využití. Přes to všechno jsou stále důležitou součástí osevních postupů, v nichž odplevelují půdu, vyrovnávají poměr živin v půdě a celkově zlepšují podmínky pro pěstování ostatních plodin (Diviš et al. 2010).

Přestože brambory nejsou teplomilnou rostlinou, mají velmi nízkou odolnost k chladu. Na druhou stranu mají velké nároky na vláhu, dají se nazvat doslova humifilní plodinou. Z tohoto důvodu se jim nejvíce daří v přímořských nebo vyšších vnitrozemských oblastech. Preferují propustné půdy s vyšším obsahem humusu a nízkým pH v rozmezí 5,5-6,5 (Diviš et al 2010). Z důvodu značného poklesu výměry brambor je dnes možno přizpůsobit výběr pole potřebám této plodiny i u specializovaných pěstitelů. U brambor jakožto širokořádkové plodiny hraje největší roli při volbě pozemku jeho sklonitost. Jejich pěstování je vyloučeno na takzvaném SEO (silně erozně ohrožených) plochách. Na MEO (mírně erozně ohrožených) pozemcích je možno brambory pěstovat se schválenou půdo ochranou technologií. Ty úředně schválené se mohou měnit dle rozhodnutí úřadů, ale běžně lze mezi protierozní postupy řadit odkameňování, sázení po vrstevnici, obsetí úvratí či využití přerušovacích a zasakovacích pásů. Nejjednodušší je však pro pěstování brambor vybrat pozemek erozně neohrožený, kde není nutné protierozní postupy uplatňovat (Vokál et al. 2013).

Z dalších faktorů ovlivňující výběr pozemku pro brambory lze zmínit skeletovitost. Hmotnost kamenů větších než 35 mm by neměla být v orniční vrstvě větší než 20 t/ha. Vzhledem k tomu, že u velkopěstitelů převažuje při pěstování technologie tzv. odkameňování, není již skeletovitost určujícím faktorem pro vhodnost pole. Vhodným půdním druhem pro brambory jsou lehké hlinitopísčité až písčitohlinité, středně hluboké hnědé půdy. Tyto půdy mají dobrou zpracovatelnost a propustnost pro vodu i vzduch. Jejich nevýhodou je nižší vodoržnost. To však lze eliminovat závlahami (především u raných brambor) či výsadbou ve vlhčích regionech. Brambory mají rády půdy dobře živěné se starou půdní silou a dostatkem přijatelných živin s pravidelným přísunem organické hmoty. Samy statková hnojiva velmi dobře využívají, a proto není problém je jimi přímo hnojit, ba naopak, je to žádoucí. Naopak velmi špatně snášejí přímé vápnění, proto i na půdách s reakcí pH nižší než 5,5 je potřebné vápnit až následným plodinám v osevním postupu (Vokál et al. 2013).

Brambory jsou jakožto okopanina náročné na provzdušněnost půdy. Při jejím zpracování se tedy používá klasická technologie s orbou. Pouze orba půdu řádně dostatečně hluboko prokypří, obrátí, zbaví povrch posklizňových zbytků a plevelů a zapraví statková, či jiná organická i minerální (PK) hnojiva, respektive zelené hnojení. Na jaře následuje nejprve urovnání povrchu půdy pro rozbití půdních agregátů a vyvolání klíčení plevelů. Před výsadbou pak probíhá jarní kypření půdy, nejlépe ve dvou sledech, nejprve mělčí do 10 cm a následně hlubší až do 20-22 cm. Místo této klasické jarní přípravy se dnes často používá technologie záhonového zkameňování. Zde se provádí nejprve rýhování, kdy se do půdy vytvoří cca 25 cm hluboké rýhy, a následně probíhá samotné odkameňování půdy mezi rýhami jejím proséváním. Takto zpracovaná půda je zbavená kamenů i hrud a je pro plodinu lépe provzdušněná. To má pozitivní vliv na kvalitu i výnos konzumních hlíz (Vokál et al. 2013).

Brambory lze charakterizovat jako plodinu v osevním postupu zlepšující a zároveň nenáročnou na vlastní předplodinu. Nejvhodnější předplodiny jsou všechny ty, které zanechávají půdu v dobrém strukturním stavu a to: jetel, vojtěška či víceleté trávy. Po zhoršujících meziplodinách, jako jsou obilniny, je vhodné zasít meziplodiny na zelené hnojení. Zároveň je vhodné provést aplikaci organických hnojiv například 30-40 t/ha hnoje, dále různých typů kejdy a kompostů a dobře rozřezané a zaorané slámy. Předplodina a množství dusíku obsažené v dodaných organických hnojivech určuje, dusíku bude třeba dodat

v hnojení minerálním. Jeho dávky se pak pohybují mezi 70-120 kgN/ha. Dle Duchenne et al. (1997) neovlivňuje dusík pouze růst brambor, ale i distribuci sušiny v rostlině a obsah dusíkatých látek a sušiny v hlízách. Nadbytek dusíku je tedy stejně škodlivým faktorem jako jeho nedostatek. Samy brambory jsou dobrou předplodinou, které díky organickému hnojení a silnému zpracování zanechávají půdy v dobrém strukturním stavu (Diviš et al. 2010; Vokál et al. 2013). Pro své fyto-sanitární účinky jsou brambory vhodnou předplodinou obilniny, a využívají se tak jako přerušovače obilních sledů. Samy po sobě by měly následovat až po 4-5 letech (Pospíšil & Líška 2008).

3.2.4.2 Cukrovka

Původ pěstování řepy lze vystopovat až do 3. tisíciletí př. n. l. do oblasti Mezopotámie. Jako listovou zeleninu i léčivou rostlinu ji znali i v antickém Řecku a Římě. Nicméně pro zvýšení obsahu cukru v bulvě ji začal šlechtit Franz Karl Achard až v roce 1784. Tomu se podařilo dosáhnout cukernatosti ve výši 5 % (Cooke & Scott 1993). Byť sladkost řepné šťávy objevil již roku 1605 Olivier de Serres a extrakci cukru z ní provedl Marrgraf roku 1747, byl to až Achard, kdo z řepy započal vařit cukr průmyslově a nazval ji jako řepa cukrová. Cukrovka je tedy jako technická plodina pěstována zhruba 200 let (Diviš et al. 2010).

Cukrovka je ze zemědělského hlediska dvouletou rostlinou. V Prvním roce intenzivně přijímá živiny a vytváří zásobní orgán. Následně v druhém roce vytváří květní stonek pro tvorbu generativních orgánů. Pro technické účely je tedy pěstována pouze jeden rok a výskyt kvetoucích rostlin v tomto prvním roce se hodnotí negativně a tyto rostliny se nazývají jako tzv. vykvetlice či vyběhlice (Diviš et al. 2010). Tak jako u brambor i u cukrovky došlo k poklesu její výměry. Na druhou stranu je cukrová řepa nejvýnosnější plodinou mírného pásu, co se celkové produkce suché hmoty na hektar týče. Její výnosy se v posledních letech a desetiletích velice rychle zvyšovaly, dnes se můžeme setkat i s výnosem bulv přesahující 100 t/ha. Díky tomu Česká republika produkuje stejně, Ne-li i větší množství cukru jako v dřívějších letech a zároveň mohlo dojít k soustředění jeho pěstování do nejvýhodnějších oblastí (Diviš et al. 2010; Vaněk et al. 2016).

Dnes je pěstování cukrovky koncentrováno především do Polabí, Povolaví a Poohří v Čechách a na Hanou a Dolnomoravský úval na Moravě. Jedná se o výrobní typy řepařské, řepařsko-obilnářské a kukuřično-řepařsko-obilnářské. Zatímco řepařská oblast se vyznačuje rovinnou až zvlněnou krajinou s nadmořskou výškou do 350 m. n. m., průměrnou roční teplotou 8-9 °C a sumou srážek 500-600 mm, kukuřičná oblast má s průměrnou teplotou přes 9 °C úhrn srážek pouze 500-600 mm a cukrovka zde bez dodatečné závlahy může trpět suchem. Během vegetace má totiž velké nároku na vodu. Nejvíce vláhy potřebuje v nejteplejších měsících červenci a srpnu. Naopak na podzim je přebytek srážek nevhodný. Bulvy sice více narůstají, ale mají nižší cukernatost, může se u nich objevit retrovegetace a hrozí i špatné podmínky pro sklizeň (Diviš et al. 2010).

Cukrovka potřebuje dobře provzdušněné půdy se správným vzdušným a vodním režimem. Ideálně černozemě a hnědozemě s neutrální až mírně zásaditou půdní reakcí. Půdy by neměly být studené, zamokřené či podzolové ani s kyselým pH. Dále jsou nevhodná pole s lehkou písčitou a vysýchavou zemí. Pozemek by měl být rovinný, maximálně velmi mírně svažité, a to nikoliv severním směrem. Hloubka ornice by měla dosahovat do hloubky

minimálně 30 cm, lépe však 35-40 cm a ani podorničí by nemělo být zhutnělé. Jako klasický postup přípravy půdy se uvádí systém tří oreb – podmítací, střední se zaorávkou hnoje a hluboké. Ten je však energeticky velmi náročný a postupně se od něj upouští. Každopádně kvalitně provedená a alespoň 30 cm hluboká orba je obvykle nezbytná (Diviš et al. 2010).

Řepa cukrová je velmi náročná na živiny v půdě a lze ji úspěšně pěstovat jen na opravdu úrodných půdách. Živiny potřebuje ve staré půdní síle a přímé hnojení minerálními hnojivy se neseťká s výraznou výnosovou odezvou. Dokonce na přímou výživu dusíkem z minerálních hnojiv reaguje z polních plodin nejméně. Důležité je pro ni hnojení statkovými hnojivy. Nejlepší je kvalitní a vyžralý chlévský hnůj v dávce 30-40 t/ha zaoraný dostatečně včas, aby nedocházelo k příliš pozdnímu uvolňování živin. Z dalších organických hnojiv je vhodná zaorávka slámy s kvalitní kejdou a zapravení zeleného hnojení. Velmi vhodné je i přímé vápnění půdy na podzim před setím, a to nejlépe dolomitickými vápenci, kterými lze dodat i hořčík. Minerální hnojení dusíkem by mělo být na úrovni 60-120 kgN/ha a určuje se podle kvality půdy, předplodiny, organického hnojení a množství dusíku v půdním profilu. Důležité je v první polovině vegetace, takže větší část dusíku se aplikuje před setím a menší část se dohnojí nejpozději do konce května. Vysoké množství dusíku v půdě v pozdních fázích vegetace je nežádoucí snižuje výnos bulev i jejich cukernatost. Naopak hnojení fosforem je k řepě, pro její horší osvojitelnost fosforu, vhodné. Fosforečná hnojiva by se měla zaorávat buď na podzim s hnojem, nebo se aplikovat včas před setím. Draslíku má cukrovka relativně velkou spotřebu, ale dokáže jej přijímat i z méně přijatelných forem. Vhodné je hnojení draslem na podzim a jeho zaorání společně s hnojem. V tomto případě je možné používat i méně koncentrované draselné soli, neboť ty obsahují i sodík, který na růst cukrovky působí příznivě (Vaněk et al. 2016).

Vzhledem k nárokům, který tato plodina má na úrodnost půdy, organické hnojení i zpracování půdy, volba předplodiny nemá na výnos výrazný vliv. Nevhodné jsou snad jen předplodiny ošetřované herbicidy s dlouho trvajícím rezidui. Zcela nejobvykleji se používá jako přerušovač obilních sledů. Nejčastější předplodinou cukrovky bývá pšenice ozimá. Po řepě pak většinou následuje jarní (sladovnický) ječmen, což bývá především v klasických řepářských oblastech standardní postup. Na stejném místě by se neměla pěstovat dříve než za 4 roky. Častější řazení sama za sebe vede k rozvoji háďátka řepného, pozdně jarních plevelů, škůdců, houbových chorob. Celkově se tento stav nazývá řepná únava půdy (Diviš et al. 2010). Jednou z posledních novinek při pěstování cukrové řepy je tzv. Convisosmart technologie založená na šlechtění odrůd s tolerancí vůči širokospektrálním herbicidům založených na ALS inhibítorech. Největším přínosem této technologie je redukce plevelných řep v porostech cukrovky, které klasické herbicidy do cukrovky nelikvidují. Nevýhodou pak nutnost mechanické likvidace vykvetlic, kvůli nebezpečí zaplevelení pozemku k ALS tolerantními řepami (Wegener et al. 2016).

3.2.5 Víceleté pícniny

Víceleté pícniny jsou hlavní zdroj přívodu organické hmoty do půdy. Ponejvíce z nich půdu obohacují vojtěška setá a jetel luční. Vojtěška ve vrchní půdní vrstvě do 0,6 m zanechá 6,0-10,0 t organické hmoty na hektar v kořenovém systému a celkem až 25,6 t/ha OH/ha za rok. Jetel pak obohatí svrchní 0,2 m půdy o 5,0 t/ha kořenové hmoty. Jen pro doplnění,

hmotnost sušiny kořenů obilnin je zhruba 2,4 t/ha a strniskových meziplodin 1 t/ha (Bajla et al. 2008). V rámci ekologického zemědělství jsou víceleté pícniny i stěžejním dodavatelem dusíku. Jednak přímo pro následné plodiny, ale i nepřímo jakožto krmivo pro dobytek tvořící hnůj. V rámci vzdušné fixace dusíku jsou nejlepšími plodinami opět vojtěška, která dokáže ročně zafixovat až 800 kg dusíku na hektar a jetel s možností fixace až 670 kgN/ha za rok. Nutno dodat, že průměrně za standardních podmínek obě plodiny naváží asi 250 kg dusíku na hektar ročně (Šarapatka et al. 2010). Neopomenutelné jsou i jejich fyto-sanitární účinky na půdu. Svým růstem negativně ovlivňují různé patogeny, ať už to jsou původci chorob pat stébel obilnin, háďátka řepného či fusarios u lnu. Velice důležitý je i jejich vliv na půdní strukturu, kdy svým hlubokým a mohutným kořenem půdu prokypřují, rozrušují a vynášejí k povrchu živiny z hlubších vrstev (Černý et al. 1981).

3.2.5.1 Vojtěška setá

Vojtěška setá je nejpěstovanější víceletá pícnina v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Je to dáno primárně jejími teplotními nároky. Zároveň je i značně náročná na vodu. Tu si však dokáže svým extrémně dlouhým kořenem zajistit i z velmi hlubokých vrstev půdy. Na druhou stranu, právě spotřeba vody může být problém pro její chápání jako vynikající předplodiny, kdy ona sama půdu velmi vysuší a následné plodiny pak v sušších oblastech mohou trpět nedostatkem vláhy. Sama vojtěška, kvůli hlubokému kořeni, vyžaduje hluboké a propustné půdy s neutrálním až slabě zásaditým pH a dostatkem vápníku. Půdní reakce by dle Uchida & Hue (2000) měla pohybovat v rozmezí 6,5-7,5 pH. Vojtěška se zakládá nejčastěji na jaře zhruba v době svátku sv. Vojtěšky, odkud má dle legendy své jméno. Existují však i pozdě letní až časně podzimní zásevy. Při jarním zásevu se nejčastěji zakládá do podsevu jiné plodiny, například obilniny či luskoviny. Pěstuje se nejčastěji na 2-3 užitkové roky a na stejný pozemek ji lze vyset 3-4 roky po jejím posledním pěstování (Pospíšil & Líška 2008).

3.2.5.2 Jetel luční

Naopak jetel luční je hlavní víceletá pícnina chladnějších a vlhčích míst především v bramborářské a horské výrobní oblasti. Na rozdíl od vojtěšky vyžaduje dostatečné množství vláhy, nemá totiž tak hluboký kořen. Nevadí mu však kyselejší, chudší a lehčí půdy s menší mocností a mělčejším profilem. Zakládá se na jaře do podsevu obdobně jako vojtěška. V čistosevu se však pěstuje nejčastěji pouze na jeden užitkový rok. Pokud je ve směsi s trávami jako tzv. jetelotráva, pak zůstává na stejném pozemku i déle. Sám po sobě je poměrně nesnášenlivý a vyžaduje rozestup v pěstování minimálně 4-5 let (Pospíšil & Líška 2008). Pěstované odrůdy jetele se rozlišují na tzv. diploidní a tetraploidní. Diploidní odrůdy se vyznačují vyšší sušinou a lepší stravitelností pro přežvýkavce, jsou tedy vhodné na sklizeň na seno. Tetraploidní pak mají výhodu ve vyšším výnosu zelené píce i sušiny z jednoho hektaru i vyšší výnosem proteinu a energie na jednotku plochy. Pro vyšší obsah vody ve sklizené hmotě jsou však vhodnější spíše na senážování (Zuk-Golaszewska et al. 2010).

3.2.6 Meziplodiny

Meziplodiny jsou zvláštním typem polních plodin. Nepěstují se jako hlavní plodiny, nýbrž mimo hlavní vegetační dobu. Mohou sloužit jako krmná základna, především pro objemnou píci, ale častěji se využívají pro zlepšování půdních podmínek (Kvěch et al. 1985). Limitujícími faktory v jejich zdárném pěstování je množství srážek a délka meziobdobí, to by mělo trvat alespoň 60-90 dní (Pospíšil & Líška 2008). Z tohoto důvodu je nutné s jejich zařazením počítat již při sestavování osevních postupů. Musí mít dostatečný čas pro požadovaný nárůst biomasy. Toho lze docílit časným setím po včas sklizené předplodině, nebo dostatečně pozdním setím následné plodiny, nejlépe když následuje jařina, aby nemusely předčasně opustit pozemek. V ideálním případě by se měly pěstovat na 10-12 % orné půdy (Černý et al. 1981). Jejich pěstování má řadu výhod jako např. zvýšení diverzity osevního postupu a zvýšení organické hmoty v půdě, omezení eroze a naopak zpřístupnění živin, využití srážek pro tvorbu biomasy v meziporostním období a zástin půdy, redukce plevelů, zlepšení půdní struktury, fytosanitární působení a zvýšení ekologické stability stanoviště. Aby bylo dosaženo více pozitivních efektů najednou, je vhodné pěstovat jako meziplodinu směs více odlišných druhů plodin. Jako ideální kombinace uvádí Couedel et al. (2018) směs brukvovitých a bobovitých plodin, které kombinují schopnosti bobovitých vázat do půdy dusík, a brukvovitých, které dokážou zabránit jeho vyplavování. Pěstování meziplodin však může mít i své stinné stránky. Mezi jejich nevýhody, především v suchých oblastech, patří vysoký odběr vody z pozemku, a tím jeho vysušení pro následné plodiny. Při špatné zvládnuté agrotechnice a jejich pozdnímu zapravení se mohou stát zaplevelujícími rostlinami. Dále při špatném zpracování půdy během jejich pěstování pak místo toho, aby obsah humusu a půdní strukturu zlepšily, ji naopak zhorší. Nezanedbatelným negativem, kdy je špatně zvolen druh a zařazení meziplodiny, je fakt, že mohou podporovat výskyt škůdců, chorob a plevelů (Kvěch et al. 1985; Pospíšil & Líška 2008).

3.2.6.1 Letní meziplodiny

Letní meziplodiny jsou ze všech u nás pěstovaných meziplodin nejrozšířenější. Mají několik účelů. Mohou sloužit jako doplňkový či nouzový zdroj píce. Častěji jsou však vysévány za účelem ochrany půdy proti erozi a na zelené hnojení. Vysévají se po sklizni hlavní plodiny a jejich vegetační období tak trvá od vrcholného až pozdního léta do podzimu. Rané letní meziplodiny mají jistější výnos. Je to dáno delší dobou růstu, která může trvat až 14 týdnů i tím, že se sejí dříve, než přijdou vysoké teploty. To je obvykle na konci června a počátku července. Svě místo tak mají po rané zelenině, raných bramborách a jarních směskách. Nejčastěji se jedná o kukuřici a slunečnici. Dále jimi může být oves, bob, peluška, vikev či jejich směsky.

Strniskové letní meziplodiny se sejí v druhé polovině července a v srpnu. Následují tak po ozimém i jarním ječmeni, ozimé pšenici a žitě. Pěstují se primárně na zelené hnojení a ochranu půdy vegetačním pokryvem. Pro svůj růst mají málo času, často pouze 50-60 dnů a úspěšnost jejich pěstování není zaručena. Záleží na regionu. Pro svůj růst vyžadují alespoň 60-70 mm srážek, což bývá splněno obvykle jen ve dvou až třech letech z pěti. Nejčastěji se po nich pěstují jarní plodiny. Nejrozšířenější strniskové meziplodiny jsou především

brukvovité rostliny např. hořčice bílá, ředkev olejná, řepice olejná či řepka. Mimo tuto čeleď pak svazenka vratičolistá. U obou skupin letních meziplodin jsou lepší jejich směsky. Kukuřice se slunečnicí v prvním případě či hořčice se svazenkou v druhém. Tyto porosty jsou výnosově jistější, lépe využívají prostor a prokořeňují půdu a kvalita jejich hmoty bývá vyšší (Kvěch et al. 1985; Pospíšil & Líška 2008).

3.2.6.2 Ozimé meziplodiny

Jako ozimé meziplodiny se nejčastěji pěstují obilniny, jejich směsky s bobovitými rostlinami nebo krmné brukvovité plodiny. Vysévají se především za účelem zajištění píče v co nejdřívějším jarním období. Z obilnin se takto nejčastěji pěstuje ozimé žito, které z nich poskytuje nejvyšší výnos zelené hmoty. Navíc je poměrně nenáročné na pěstování a nemá vyhraněné požadavky na půdní podmínky. Mezi brukvovitými má přední pozici řepice ozimá, která poskytuje nejranější píči (Kvěch et al. 1985). Ozimé meziplodiny se sejí na konci léta či začátku podzimu. Jejich hmota narůstá až do počátku zimního období a následně ihned od oteplení na začátku jara. Při mírných zimách rostou i během ní. Díky tomu se sklízí od počátku května do června. Samy nejsou na předplodinu náročné a uvolňují pozemek dostatečně zavčasu, aby se po nich mohly vysévat později hlavní plodiny. Nejčastěji se jedná o kukuřici na siláž a pozdní brambory. Výnos takto seté hlavní plodiny může být i nižší, než kdyby byla seta bez těchto meziplodin, ale součet výnosů hmoty musí být vyšší (Pospíšil & Líška 2008).

3.2.6.3 Podsevové meziplodiny

Principem podsevových meziplodin je zakládat je společně s hlavní plodinou mezi její řádky. Popřípadě je dosévat mezi řádky o něco později. Mívají pomalý počáteční růst a nepřerůstají tak hlavní plodinu. Rychlý růst následují až po uvolnění pozemku sklizní hlavní plodiny. Jejich nejdůležitější funkcí je ochrana pozemku proti erozi. Dále mají za úkol omezovat zaplevelení a zlepšovat strukturu půdy a její úrodnost. Z ekonomického hlediska by se mělo jednat o nejlevnější meziplodiny, neboť odpadá nutnost samostatné přípravy a setí. Nejčastěji se jedná o méně rostoucí druhy jetelů jako např. jetel plazivý či zvrhlý, nebo jednoletý jílek. Opět to můžou být i jejich směsky (Brant et al. 2008).

3.2.6.4 Mulčovací meziplodiny

Jako mulčovací se označují ty strniskové či podsevové meziplodiny, jejichž hlavním úkolem je omezení doby, po kterou by se půda nacházela bez pokryvu, společně s využitím minimalizační technologie. Tyto narostlé rostliny se ponechávají na poli bez zaorávky, pouze se mohou zmulčovat. Do umrtveného či neumrtveného mulče se poté provádí výsev hlavní plodiny. Nejdůležitějším úkolem mulčovacích meziplodin je ochrana půdy proti erozi, především u širokořádkových plodin, a zabránění vyplavování živin z půdy (Brant et al. 2008).

4 Metodika

V rámci vlastního výzkumu byla získána data z několika zemědělských podniků, které byly ochotny poskytnout potřebné údaje. V každém z nich byly poptávány informace ohledně polohy farmy, půdních a klimatických podmínek, dále na strukturu zemědělské výroby a s ní související strukturu rostlinné výroby a převažující osevní postupy. Zároveň byl zjištěn a popsán průběh počasí (průměrné měsíční teploty a srážky) v letech sběru dat v krajích, kde sledované podniky leží. Průběh počasí nebyl popsán v absolutních číslech, ale vztažen k průměrným hodnotám pro dané kraje. Podstatnými údaji pro tuto práci však byly osevní sledy na jednotlivých honech v posledních letech a výnosy zde pěstovaných plodin minimálně pět let zpětně. Sběr dat probíhal různě, buď se na podniku vedla evidence s plodinou a jejím výnosem na každém poli v jednotlivých letech. Nebo, což bylo častější, se vypsaly osevní postupy daného podniku a k jednotlivým honům se pak přiřadil výnos, který byl veden zvlášť. Následně proběhlo vyhodnocení sesbíraných dat. Nejprve bylo třeba vypsát osevní sledy vždy dvou plodin (předplodiny a k ní zkoumané následné hlavní plodiny), k nim doplnit výnosy a ty pro danou dvojici zprůměrovat. To vše nejdříve na úrovni jednotlivých podniků a následně pak mezi podniky. U každého sledu došlo k započítání četnosti, plošné výměry a výnosu hlavní plodiny. Četnost a výměra sledu byly zjišťovány pouze informativně, např. plocha pole neměla na váhu zjištěného výnosu žádný vliv. Každé pole se sledem předplodina – plodina mělo stejnou váhu. Po sesbírání vstupních dat proběhlo jejich vyhodnocení. Byla vytvořena tabulka u každé plodiny. Tam byly uvedenými všechny zjištěné předplodiny s průměrným výnosem hlavní plodiny po ní ze všech podniků, počtem opakování a celkovou výměrou. Z dat této tabulky byl sestaven graf. Nakonec byla provedena statistická analýza. Z té byly vyloučeny hodnoty ze sledů s pouze jedním opakováním. Pro analýzu byl zvolen Tukeyův test s homogenními skupinami. Tam je vidět i výnos sledované plodiny pro jednotlivý podnik či výnos po jednotlivých předplodinách.

4.1 Počasí na daných lokalitách ve sledovaných letech

Celkem byla sebrána data o výnosech z pěti podniků. Čtyři z nich leží v kraji Pardubickém, jeden v kraji Královehradeckém. Drtivá většina dat pochází z let 2018-2022. U každého podniku jsou uvedena data ohledně podnebí na daném místě, jednak dle klimatického regionu, ale např. srážky i konkrétně, dle měření agronomů na farmách. Pro specifikaci počasí a jeho vlivu na výnosy, zde budou uvedeny meteorologické údaje ohledně teploty a srážek pro oba kraje, ze kterých získaná data pochází. Přesný průběh počasí pro sledovaná místa ve sledovaných letech dohledat nešlo.

Dle ČHMÚ byl rok 2018 v Pardubickém kraji teplotně nadnormální a srážkově silně podnormální. Průměrná roční teplota dosáhla 9,8 °C a byla tedy o 1,9 °C vyšší než dlouhodobý průměr. Srážek spadlo 458 mm, a tedy pouze 65 % normálu. Z měsíců mající největší vliv na výnos byl teplotně podprůměrný pouze březen a to o 2,1 °C. Všechny následující měsíce až do konce roku byly teplotně nadnormální. Ponejvíce duben o 5,0 °C a srpen o 3,8 °C. U srážek byly podprůměrné všechny měsíce kromě prosince, který však již výnos v roce 2018 ovlivnit nemohl. Z měsíců březen až srpen byly nejsušší letní měsíce červenec a srpen, kdy spadlo pouze 30, respektive 35 % průměru, následované dubnem a

březnem se 49 respektive 60 % průměru. Naprosto totožný průběh počasí měl i sousední Královeshradecký kraj.

I rok 2019 byl Pardubickým a Královeshradeckém kraji teplejší než činí průměr a to shodně o 1,7 °C. Srážkově byly oba kraje opět podprůměrem, i když již ne tak výrazně. V Pardubickém spadlo 94 % normálu srážek. V kraji sousedním 88 % průměru. Silně teplotně nadprůměrné byly měsíce březen a květen a to o 2,9 °C a 4,8 °C v prvním z krajů, respektive o 2,7 °C a 5,1 °C v druhém. Březen byl v obou krajích srážkově normální se 106 a 102 % a květen srážkově nadnormální (156 a 132 % průměru). Měsíce duben, červen a červenec byly silně srážkově podnormální s hodnotami jen okolo 50 % průměru.

Teplé a suché počasí ukončil rok 2020. V obou krajích byl sic teplotně nad průměrem o 1,3 °C, ale srážkově byl v Královeshradeckém kraji průměrný se 101 % a v Pardubickém kraji nadprůměrný se 128 % průměru. Měsíce březen a duben byly sice o 1-1,2 °C teplejší než je průměr a s průměrnými srážkami 78 a 40 % průměru, respektive 60 a 44 %. Nutno dodat, že tyto měsíce však následovaly po extrémně srážkově bohatém únoru, kdy zde spadlo 246 respektive 213 % normálu. Květen však byl již srážkově průměrný a červen extrémně nadnormální s 281, respektive 230 % průměru. Následoval srážkově podnormální červenec a nadprůměrný srpen. Květen byl přitom srážkově pod průměrem o 2,2, respektive 2,4 °C a červen a červenec průměrné. Srpen pak nad průměrem o 1,5 °, respektive 1,7 °C.

Rok 2021 byl v obou krajích o 0,4 °C chladnější, než činí průměr a srážkově takřka průměrný s úhrnem 96 respektive 94 % normálu. Měsíce březen, duben i květen byly teplotně značně podnormální (-0,7 °C; -3,3 °C; -2,5 °C respektive -1,0 °C; -3,2 °C; -2,7 °C) a srážkově březen a duben podnormální (59 %; 87 % respektive 60 %; 76 %) a květen nadnormální (132 % respektive 152 % průměru). Červen pak byl srážkově normální (100 a 90 % průměru), červenec a srpen nadnormální (140 a 116 % normálu respektive 126 a 123 %). Teplotně pak byl červen teplejší o 2,4 °C, červenec teplotně normální a srpen o 1,9 °C podnormální.

Březen roku 2022 byl v obou krajích teplotně průměrný a srážkově podprůměrný s 34 respektive 39 % normálu. Duben pak o 2,1 a 2,3 °C chladnější ale s průměrným množstvím srážek na úrovni 95 % normálu v Pardubickém kraji a 119 % průměru v kraji Královeshradeckém. Květen byl o 1,0 a 0,8 °C teplejší než zde činí průměr a srážky dosáhly 88 či 83 % průměru. Červen byl v obou krajích o 2,1 °C teplejší a spadlo v něm 105 respektive 121 % srážek oproti průměru. Červenec byl naopak s 64 respektive s 60 % průměru srážek sušší, ale teplotně zcela normální. Srpen pak byl v Pardubickém kraji se 121 % průměru srážkově mírně nadnormální, Královeshradecký kraj pak průměrný. Oba kraje pak byly v tomto měsíci teplejší o 1,3 respektive 1,6 °C.

4.2 Farma Opatov

4.2.1 Středisko Opatov

Farma Opatov se skládá ze dvou středisek. Větší z nich leží v obci Opatov na Svitavsku a menší v místní části Červená (dříve Rotnek) u Letohradu. Středisko v Opatově obhospodařuje 860 ha orné půdy, zhruba 100 ha luk a pastvin na katastrech obcí Opatov v Čechách a Dětrichov u Svitav v okrese Svitavy. Zdejší se pozemky nachází v nadmořské

výšce 430-530 metrů s průměrnou roční teplotou 6-7 °C a ročním úhrnem srážek zhruba 700-750 mm. Údaje dle ČHMÚ jsou průměrná roční teplota 6,2 °C, úhrn srážek 740 mm. Zdaleka tak převažuje mírně teplý, vlhký, a tedy sedmý klimatický region. Půda je zde převážně středně těžká písčitohlinitá až hlinitá, na menší části katastru Opatov pak těžká, jílovitohlinitá až jílovitá. Převažujícím půdním typem je kambizem, na nejlepších místech přecházející až do hnědozemě. Na těžkých půdách se pak rozkládají pseudogleje. Úřední cena půdy se zde pohybuje od 3 do 12 Kč/m² (průměrně 5 Kč/m²).

Velikosti jednotlivých polí se silně různí. Je to dáno především tím, že se zde nacházejí velké, rovné, málo přerušované plochy orné půdy, které jsou však rozdělené lesy, zatravněnými údolími a zalesněnými koryty potoků. Z těchto důvodů je zde mnoho polí menších než 10 hektarů, či dokonce i 5 hektarů. Zároveň však i zhruba 10 polí větších než 30 hektarů, kterých se týká dělení půdních celků, včetně 7 pozemků větších než 50 hektarů. Dvě největší pole mají dokonce 82 a 86 hektarů. Dělení polí je mnohde problém, neboť např. již zmíněné pole o rozloze 86 ha se nahází uprostřed lesů s jedinou pro techniku použitelnou přístupovou cestou.

Zdejší středisko disponuje bioplynovou stanicí o výkonu 1200 kW a doplňkovým chovem masného skotu plemene limousine ve dvou stádech s celkovým počtem dvou plemenných býků a 65 matek. Struktura rostlinné výroby je tak zcela podřízena produkci dostatečného množství biomasy pro BPS. Píci pro ni zabezpečuje zhruba 300-350 ha jetelotravních porostů se 70-80 % zastoupení jetele lučního pěstovaných na dva produkční roky (tři včetně roku zásevu) a 250-300 ha silážní kukuřice. Na zbytku výměry orné půdy (cca 250-300 hektarů dle roku) se pěstuje pšenice především pšenice ozimá a ječmen jarní. Sporadicky, v letech s dostatkem píce, je po jetelotrávách zařazována řepka ozimá. Zatímco jarní sladovnický ječmen se seje téměř výhradně po kukuřici, málokdy pro něj zbude místo po ozimé pšenici, pšenice ozimá následuje po zlepšujících plodinách – jetelotrávě a případně řepce – a z části po kukuřici. Kukuřice zde bývá často pěstována ve dvou letech po sobě. Každoročně bývá obnovována 1/3 jetelotravních porostů (cca 100 ha), a to do podsevu jarní pšenice či jarního ječmene. Tato směs je obvykle sklizena v mléčné zralosti jako GPS. V letech s dostatkem senážní hmoty v jámách, se však může nechat dozrát na zrno a kombajnovou sklizeň.

Osevní postup je tak zde velmi jednoduchý. Jedná se o víceletou pícninu (jetelotrávu) následovanou ozimou pšenicí. Po ní přichází kukuřice, povětšinou 2x po sobě. Po kukuřici je pak set jarní ječmen nebo ozimá pšenice, v některých letech i pšenice jarní. Následuje buď opět jetelotravní směs (GPS), nebo se po vložení obilnině zařadí opět kukuřice a osevní sled se pak zdvojí. V letech s dostatkem píce po jetelotrávě před pšenicí zařazena ozimá řepka, nebo po ozimé pšenici jarní ječmen.

4.2.2 Středisko Letohrad

Středisko Letohrad je podstatně menší. V roce 2023 pod něj patří okolo 130 hektarů orné půdy a 80 ha luk a pastvin. Rozkládá se však na katastrech více obcí a to Červená u Letohradu, Kunčice u Letohradu, Hnátnice, Žampach a Písečná. Vše v okrese Ústí nad Orlicí a v nadmořské výšce 380-500 m. n. m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje v rozmezí 6-7 °C a roční úhrn srážek okolo 750 až 800 mm, v některých letech i více. Jedná se opět o sedmý

a tedy mírně teplý, vlhký klimatický region. Půda je zde podstatně lehčí než v okolí Opatova. Jedná se převážně o hlinitopísčité, písčitohlinité až hlinité kambizemě s úřední cenou 3-5 Kč/m². Mimo k. ú. Kunčice se jedná vesměs o červené písky pocházející z permokarbonského pískovce, který je zde dominantní horninou.

Výměra jednotlivých polí a luk je zde výrazně menší. Krajina je zde kopcovitá a velmi členitá. Často se tak střídají pole, louky a lesy, navíc rozdělené mnoha potoky. Většina polí má výměru mezi 5 a 10 hektary, největší pole se rozkládá na 22 hektarech. Na zdejším středisku se nachází jedno stádo limousinského masného skotu s jedním plemenným býkem a 26 krávami – matkami. Veškerá píce pro ně je zajišťována obhospodařováním zdejších TTP, na orné půdě se pro ně žádné pícniny pěstovat nemusí.

Struktura rostlinné výroby je zde velice jednoduchá, skládá se vesměs z ozimé pšenice, řepky a jarního ječmene. Zdejší osevní postup pak vypadá následovně. Řepka ozimá – pšenice ozimá – ječmen jarní. Do tohoto sledu pak dle podmínek a potřeby bývají zařazeny ještě oves a silážní kukuřice na objednávku sousedních podniků. Tento osevní postup není vhodný jednak z vysokého zastoupení obilnin i častému pěstování řepky po sobě. Ve snaze je tak zařazení jiných tržních plodin. Nabízí se možnost vysévat mák setý a hrách, což jsou plodiny v této oblasti běžně pěstované. Dále by bylo vhodné zařadit do osevního sledu víceletou pícninu. Zde je možnost pěstovat jetel luční buďto na píci pro BPS v Opatově nebo sousední podniky s bioplynovou stanicí či významným chovem mléčného skotu, nebo jako porost na semeno.

Výnosy plodin na obou střediscích se příliš neliší. V Opatově mají půdy lepší vodoržnost a jsou obecně kvalitnější, ale trpí nedostatečným hnojením statkovými hnojivy, kyselou půdní reakcí a nízkou zásobou živin na některých polích. V Letohradě jsou půdy více organicky hnojené, ale bonitou nejsou tak kvalitní a v suchých letech se na výnosu plodin může výrazně projevit sucho. Průměrné výnosy hlavních tržních plodin za sledované období dosahovaly u ozimé pšenice 7,6 t/ha, u jarního ječmene 6,5 t/ha a u ozimé řepky 4,0 t/ha.

4.3 Zemědělské obchodní družstvo Opatovec

ZOD Opatovec má sídlo v obci Opatovec v okrese Svitavy. Obhospodařuje pozemku v Opatovci a okolních vesnicích vesměs v blízkosti města Svitavy v okrese Svitavy. Mezi tyto obce patří např. Mikuleč, Moravský Lačnov, Janov, Kukle, Čistá u Litomyšle, Vendolí, Dětrichov u Svitav, Koclířov a Svitavy. Družstvo obhospodařuje přes 2000 ha zemědělské půdy, z toho zhruba 1850 ha orné a 240 ha TTP. Tyto pozemky se nachází v nadmořské výšce 440-550 m. n. m. Průměrný úhrn srážek v tomto podniku se pohybuje okolo 700 mm ročně a průměrná roční teplota je v rozmezí 6-8°C. Družstvo tak hospodáří v místech, která spadají do mírně teplé, vlhké a mírně teplé, mírně vlhké oblasti v klimatických regionech 5 a 7 s průměrnou úřední cenou půdy 7-13 Kč/m². Pozemky na větší části výměry podniku jsou spíše rovinaté, pouze v obcích Javorník a Mikuleč jsou více svažité.

Družstvo se zabývá chovem masného skotu v počtu 560 dojnic a s ním spojeného výkrmu býků. Veškeré krmivo pro dobytek se podnik snaží vypěstovat sám a díky tomu má velmi vhodně rozloženou strukturu rostlinné výroby. Nejpestovanější plodinou je zde pšenice ozimá s každoroční výměrou okolo 600 ha. Následuje řepka ozimá s 350 ha a jarní sladovnický ječmen s 300 ha. Krmivo pro dobytek zajišťuje zhruba 170 ha kukuřice a 150 ha

jetelotravních směsí. Dále je zde pěstován ozimý ječmen na 100 ha, mák setý na 50 ha a hrách a sója každý na zhruba 40 ha. Sója je zde poměrně novou plodinou. Pěstují ji od roku 2021. Dříve její místo v osevním postupu i v rámci složky v krmné směsi pro dobytek zaujímal lupina úzkolistá.

Zdejší družstvo dosahuje velmi dobrých výnosů hlavních tržních plodin. U ozimé pšenice bylo za dobu sledování dosaženo průměrného výnosu 8,2 t/ha, u ozimého ječmene 7,4 u jarního ječmene 6,6 t/ha a u řepky 4,2 t/ha. Z méně pěstovaných plodin stojí za zmínku průměrný výnos maku s hodnotou 1,2 t/ha a sóje s 2,5 t/ha.

4.4 Zemědělsko-obchodní družstvo Žichlínek

ZOD Žichlínek je největším podnikem v rámci této práce. Hospodaří na výměře více než 6 000 hektarů v k. ú. Helvíkov, Třík, Rychnov na Moravě, Květná, Luková, Žichlínek, Krasíkov, Tatenice, Lubník, Sázava u Lanškrouna, Albrechtice u Lanškrouna, Rudoltice u Lanškrouna, Lanškroun, Dolní Třešňovec, Damník, Třebovice, Anenská studánka, Strážná a Rybník. Většina pozemků náleží k okresu Ústí nad Orlicí, často jsou však těsně na hranici s okresy Svitavy a Šumperk. Převážná část pozemků se nachází v sedmém, mírně teplém a vlhkém klimatickém regionu s průměrnou roční teplotou 6-7°C a ročním úhrnem srážek 650-700 mm. Nadmořská výška je u takto rozlehlého podniku značně rozdílná a pohybuje se v rozmezí 350-600 m. n. m., avšak většina pozemků je v rozmezí 360-420 m. n. m. V těchto místech jsou pole převážně rovinatá až mírně zvlněná a dosahují značných výměr, velikost DPB zde často přesahuje 100 ha. Půda, na které družstvo hospodaří, je vesměs středně těžká písčitohlinitá, hlinitá až jílovitohlinitá, kvalitní a úrodná s úřední cenou okolo 10 Kč/m². Půdním typem se jedná o hnědozemě až kambizemě, místy pseudogleje.

ZOD Žichlínek má velice širokou škálu působnosti, i co se týče struktury výroby podniku. Kromě přidružené výroby jako je pneuservis a autoservis, prodej hutního materiálu, písku a kameniva, jídelna s rozvozem jídla a kompostárna, disponuje dvěma bioplynovými stanicemi na střediscích Žichlínek a Luková, chová 4000 VDJ skotu s 1800 kusy dojených krav a tomu odpovídajícím stádem jalovic i výkrmem býků. Dále se pyšní velkým odchovem selat.

Zemědělská půda se k roku 2023 skládá ze 4876 ha orné půdy, 1138 ha TTP a 77 ha dočasných travních porostů. Zdejší družstvo se specializuje na pěstování olejnin, především řepky olejky. Ta se každoročně vysévá na zhruba 1040 hektarech. Druhou nejrozšířenější plodinou je ozimá pšenice s 880 ha. Následuje kukuřice pro dobytek i BPS s 850 ha a porosty jetele s 870 ha. Dále se pěstuje tritikále pro krmné účely na výměře 320 ha, ozimý a jarní ječmen s plochou 250, respektive 260 ha. Významná je též výměra cukrové řepy se 120 hektary. Zbytek výměry doplňují hrách s 60 ha, mák se 70 ha a luskobilní směsky s 30 ha. Typickým rysem osevního postupu je střídání obilniny s širokolistou plodinou, přičemž její druh i druh obilniny se obměňuje. Lze uvést příklad pšenice ozimá – hrách – ječmen ozimý – řepka ozimá – Tritikále – mák – pšenice ozimá. Specifikem místních osevních postupů je zařazování řepky olejky po jeteli a cukrovky po máku a tedy dvou zlepšujících plodin za sebe. Další sledy např. ozimá pšenice po řepce a ječmen jarní cukrovce či kukuřici jsou již běžné.

Takto rozsáhlý podnik má výnosy silně variabilní. Přesto průměrné výnosy za sledované období jsou obecně nadprůměrné. Pšenice ozimá i ječmen jarní mají průměrný výnos 7,6 t/ha, ječmen ozimý pak 7,2 t/ha. Tritikále 6,8 t/ha, řepka 4,0 t/ha a mák 1,0 t/ha.

4.5 Silyba Dolní Dobrouč

Silyba a. s. Dolní Dobrouč je jedním z nástupnických podniků po rozpadlém JZD Letohrad. Sídlo společnosti se nachází v obci Dolní Dobrouč v okrese Ústí nad Orlicí a obhospodařované pozemky se dále rozkládají na území obcí Horní Dobrouč, Lanšperk a Černovír. Pozemky se zde vyznačují značnou sklonitostí, neboť krajina je zde výrazně kopcovitá. Půda je převážně lehká hlinitopísčítá až písčitohlinitá. Stejně jako na středisku Letohrad Farny Opatov zde převažují červené písky pocházející z permokarbonského pískovce. V údolí řeky Tiché Orlice se rozkládají fluvizemě, které bývají často značně podmaččené. Bonitovaná cena půdy se pohybuje okolo 5 Kč/m². Dolní Dobrouč se nachází v mírně teplém, vlhkém a tedy sedmém klimatickém regionu s průměrnou roční teplotou 6-7 °C a ročními srážkami obdobně jako v Letohradě 750-800 mm. Průměrná nadmořská výška podniku je 350-440 m. n. m. Obdobně jako i jinde v okolí Letohradu jsou zde půdní celky relativně malé, většina větších bloků orné půdy má mezi 10 a 20 hektary, ale mnoho polí je menší než 10 ha.

Podnik Silyba a. s. Dolní Dobrouč je stoprocentním vlastníkem společnosti SilEnerg, spol. s r. o. která disponuje bioplynovou stanicí o výkonu 750 kW. Dále chová okolo 150 VDJ masného skotu a ročně vykrmuje přibližně 1500 ks prasat. Těmto potřebám se přizpůsobuje i struktura rostlinné výroby. Podnik hospodaří na více než 900 ha zemědělské půdy, z čehož je 976 ha orné půdy a 327 ha TTP. Nejpěstovanější plodinou na orné půdě jsou víceleté pícniny, především jetel se zastoupením 160-200 ha ročně následovaný silážní kukuřicí se 100-115 ha. Podnik dále pěstuje okolo 80 ha ozimé pšenice, dále 50-80 ha ozimé řepky. Významné zastoupení má i jarní ječmen s výměrou 50-80 ha, jarní pšenice s 30-40 ha a tritikále s 30 ha. Doplnkovou výrobou je pěstování brambor s výměrou 4 ha ročně pro samosběr. Do roku 2018 se firma pyšnila pěstováním ostropestřece mariánského na zhruba 40 ha, který zde byl tradiční plodinou a dal podniku i jméno. Od pěstování této plodiny bylo upuštěno z důvodu zákazu předsklizňové desikace. Firma se dnes specializuje na pěstování kukuřice metodou aktivního strip-tillu. Vlastní dvě frézy a kromě vlastního setí s nimi jezdí i na služby k okolním podnikům.

Typickým rysem místních osevních postupů je zařazování kukuřice po víceletých pícninách. To probíhá setím strip-till frézou přímo do na jaře umrtveného jeteliska. Po jeteli se zde často zařazuje i řepka olejka, po níž následuje ozimá pšenice. Další zajímavostí zdejších osevních postupů je zařazování ozimé pšenice po jarním ječmeni, který byl pěstován po kukuřici. Nejpřekvapivějším sledem je pak pěstování jetele sám po sobě, kdy se jetel založí do podsevu, následně je ponechán na jeden užitkový rok a pak je znova vyset na stejném místě v podsevu a pěstován na jeden užitkový rok. Výnosy plodin ve zdejším podniku se pohybují okolo celorepublikového průměru a odpovídají místním podmínkám a kvalitě půdy. Průměrný výnos pšenice ozimé ve sledovaném období bylo 5,5 t/ha, u tritikále pak 5,1 t/ha. Ječmen jarní poskytoval 4,5 tuny zrna na hektar a ozimá řepka 3,6 t/ha. Ještě lze doplnit výnos pšenice jarní a ovsa, který se pohyboval na úrovni 4,1 respektive 3,44 t/ha.

4.6 Farma Tichý a spol. Záměl

Farma Tichý a spol. a. s. Záměl je zemědělský podnik hospodařící na zhruba 710 ha půdy v obci Záměl v okrese Rychnov nad Kněžnou. Kromě sídlení obce se jimi obhospodařované pozemky nachází v k. ú. Merklovice, Vamberk, Vyhnánov, Doudleby nad Orlicí, Kostelec nad Orlicí a Potštejn. V okolí obce Potštejn jsou pozemky značně svažité a klasifikované jako silně erozně ohrožené. Zde je dosahováno nejvyšší nadmořské výšky až 430 m. n. m. Směrem k Doudlebám a Kostelci nadmořská výška klesá až na 280 m. n. m., reliéf krajiny se mění na úplnou rovinu a bonita půdy roste. Půdy jsou zde převážně středně těžké až těžší. Půdním typ přechází od málo úrodné a silně svažité kambizemě s úřední cenou půdy od 1 Kč/m² přes pseudogleje s cenou 5-10 Kč/m² až po kvalitní luvické hnědozemě s úřední cenou přes 12 Kč/m². Farma hospodaří v 5. a 7. a tedy mírně teplém a mírně vlhkém až vlhkém klimatickém regionu s průměrnou roční teplotou 6-8 °C a ročními srážkami 600-700 mm. Ty jsou však silně rozdílné dle ročníku i lokace stanoviště. Více srážek spadne v kopcích u Potštejna než na rovině v okolí Doudleb. Pole jsou zde středně velká, nejběžnější velikost DPB je mezi 10 a 20 hektary, ale větší bloky nejsou výjimečné. Největší hon má výměru přes 40 ha.

Z celkové výměry 710 ha je 620 ha orné půdy a 90 ha TTP. Živočišná produkce farmy se zaměřuje na chov červenostrakatého skotu s tržní produkcí mléka s užitkovostí 8300 l ročně. Celkem se zde chová okolo 220 krav a 160 jalovic. Býčci se prodávají jako zástav. Rostlinná výroba je velice bohatá a rozmanitá. Podnik má velmi různorodou skladbu pěstovaných plodin se značným množstvím minoritních plodin a plodin pěstovaných na semeno. Pro zabezpečení píce pro dobytek farma pěstuje zhruba 80 ha kukuřice, z čehož na siláž sklízí zhruba 50 ha a zbytek nechává dozrát na zrno. Kukuřici doplňují víceleté pícniny zastoupené 40 ha jetele a 35 ha vojtěšky. Základní tržní plodinou je pšenice ozimá se zhruba 110 ha ročně, doplňovaná přibližně 30 ha jarní pšenice. Z obilnin je dále pěstován oves se 70 ha, ječmen ozimý se 60 ha a tritikále se 40 ha. Řepka olejka zde dříve byla s 80 ha podstatně rozšířenější než s dnešními 20 ha. Podobný osud potkal semenářské porosty hořčice bílé, jejíž plochy poklesy z dřívějších 40 ha na dnešní jednotky hektarů pro vlastní potřebu. Dále zde býval značně zastoupen mák se 70 hektary, který se již vůbec nepěstuje. Totéž potkalo i svazenko pěstovanou na osivo, byť ta měla výměru nižší zhruba 20 ha. Dnes je místo nich pěstována sója se zhruba 70 ha a stále se zde pěstuje len olejný na cca 60 ha a peluška s 25 ha. Poslední významnější plodinou s kolísající výměrou je semenný porost pohanky.

Častým znakem zdejšího osevního postupu je zařazování obilnin do sledů na dva až tři roky za sebe. Prvním rokem bývá pěstována ozimá pšenice, po níž se zařazuje ozimý ječmen nebo tritikále. Případně se po zlepšující plodině zařazuje tritikále následované ozimým ječmenem. Skládá-li se obilní sled ze tří plodin, je na jeho konci pěstován oves jako doběrná plodina. Dalším typickým znakem je dvouletý sled pěstování sóje po sobě. Posledním rysem zdejších osevních postupů je pěstování více zlepšujících plodin po sobě, jako např. len a sója nebo len a jetel a zařazování kukuřice po zlepšující plodině, především sóje.

5 Výsledky

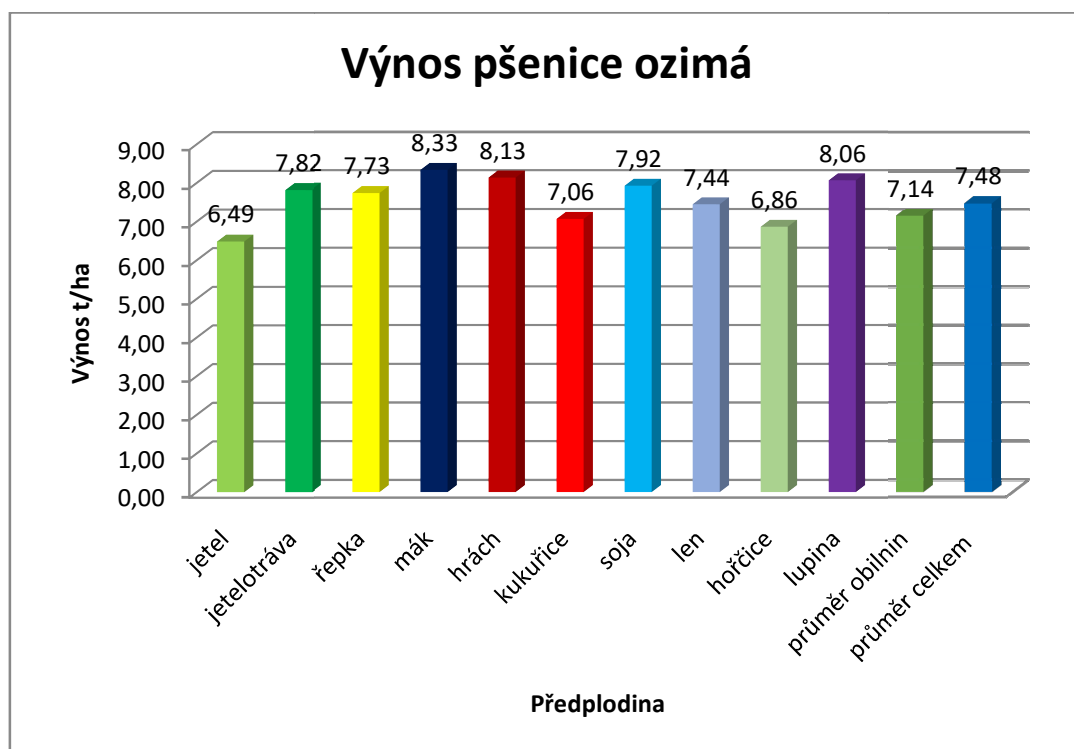
Celkem bylo vyhodnoceno 109 různých sledů předplodiny a hlavní plodiny v celkem 564 opakování, které se týkaly více než 12 424 hektarů. Nejčastější sled, jak do počtu opakování tak výměry, bylo řazení pšenice ozimá po řepce olejce. Tento sled se opakoval 70x na celkem 1 735 hektarech. Sledy plodin s jejich předplodinami jsou uvedeny po jednotlivých hlavních plodinách. Vyhodnoceny však nejsou všechny. Sledy s malým počtem opakování jsou sice v tabulce uvedeny, ale nejsou zahrnuty do grafického či statistického vyhodnocení. Z tohoto důvodu zvětšení množství opakování je pak v grafickém znázornění uváděna obilnina jako jedná společná předplodina.

5.1 Pšenice ozimá

Pšenice ozimá byla v rámci výzkumu hodnocena ve 186 případech a na téměř 4 340 hektarech. Ponejvíce byla zařazována po řepce olejce. Celkem v 70 případech a na 1735 ha. Nejvyššího výnosu pšenice bylo dosaženo po máku a to s výnosem 8,33 t/ha, kde však počet opakování nebyl úplně nejvyšší. Průměrný výnos pšenice zde byl 7,48 t/ha a výnos po obilní předplodině pouze 7,14 t/ha. Zajímavým výsledkem je výnos pšenice po jeteli, který je velmi nízký, dokonce i nižší než po obilní předplodině, což jde zcela proti informacím v literatuře. Důvodem, proč tomu zde tak je, je fakt, že většina opakování tohoto sledu pochází z podniku, ve kterém je dosahováno z půdně-klimatických důvodů nižších výnosů než v jiných podnicích. Výnosy pšenice ozimé po zjištěných předplodinách jsou uvedeny v tabulce č. 1 a znázorněny v grafu č. 1. Ve statistickém vyhodnocení vyšlo najevo, že vliv předplodiny na výnos pšenice ozimé není statisticky průkazný, viz tabulka č. 2. Bylo proto provedeno vyhodnocení vlivu podniků na výnos a zde vyšel statisticky průkazný rozdíl mezi výnosy v Dolní Dobrouči a všemi ostatními podniky, toto je uvedeno v tabulce č. 3. Následovalo vyhodnocení vlivu předplodiny s vyřazením dat ze Syliby Dolní Dobrouč, která měla výnosy pšenice ozimé statisticky významně odlišné, a zde vyšlo, že existuje statisticky významný rozdíl ve vlivu mezi řepkou a kukuřicí na výnos ozimé pšenice. Mezi ostatními předplodinami statisticky významný rozdíl nebyl nalezen, viz tabulka č. 4. U této plodiny, stejně jako u řepky a jarního ječmene, byla provedena i statistická analýza vlivu předplodiny na výnos i u každého podniku zvlášť. V Dolní Dobrouči, Opatově, Opatovci i Záměli nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly ve vlivu předplodiny (tabulky č. 5, 6, 7, 8). Statisticky významný rozdíl byl nalezen u výnosu pšenice v družstvu Žichlínek při zařazení po kukuřici a řepce viz tabulka č. 9.

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
13	230,14	pšenice ozimá po jeteli	6,49
19	494,91	pšenice ozimá po jetelotrávě	7,82
70	1735,33	pšenice ozimá po řepce	7,73
6	251,76	pšenice ozimá po máku	8,33
2	50,48	pšenice ozimá po hrachu	8,13
32	722,56	pšenice ozimá po kukuřici	7,06
6	119,24	pšenice ozimá po sóje	7,92
7	99,72	pšenice ozimá po lnu	7,44
3	25,81	pšenice ozimá po hořčici	6,86
5	127,81	pšenice ozimá po lupině	8,06
3	124,05	pšenice ozimá po pšenici ozimé	7,78
2	72,17	pšenice ozimá po ječmenu ozimém	7,15
9	156,15	pšenice ozimá po ječmeni jarním	6,59
1	12,13	pšenice ozimá po tritikále	7,72
8	117,38	pšenice ozimá po ovsu	7,45
23	481,88	pšenice ozimá po obilovině	7,14
186	4339,64	pšenice ozimá celkem	7,48

Tabulka č. 1 – Výnos pšenice



Graf č. 1 – Výnos pšenice

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 2,3368, sv = 170,00		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
13	ostropestřec	5,140000	****
1	jetel	6,490769	****
5	ječmen jarní	6,586667	****
14	hořčice	6,863333	****
4	kukuřice	7,062500	****
11	ječmen ozimý	7,150000	****
16	len	7,438571	****
15	oves	7,446250	****
6	tritikále	7,720000	****
3	řepka ozimá	7,773623	****
7	pšenice ozimá	7,780000	****
2	jetelotráva	7,818421	****
8	sója	7,921667	****
10	lupina	8,058000	****
12	hrách	8,135000	****
9	mák	8,331667	****

Tabulka č. 2 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,6881, sv = 181,00			
	Prom3	Prom2 Průměr	1	2
2	Dolní Doboruč	5,691765		****
3	Záměl	7,631290	****	
4	Opatov	7,690000	****	
5	Žichlínek	8,102400	****	
1	Opatovec	8,108571	****	

Tabulka č. 3 – Analýza mezi podniky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 1,4821, sv = 137,00			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
13	hořčice	7,005000	****	****
11	ječmen ozimý	7,150000	****	****
4	kukuřice	7,207241	****	
5	ječmen jarní	7,355000	****	****
15	len	7,438571	****	****
14	oves	7,570000	****	****
6	tritikále	7,720000	****	****
7	pšenice ozimá	7,780000	****	****
2	jetelotráva	7,818421	****	****
1	jetel	7,878750	****	****
8	sója	7,921667	****	****
10	lupina	8,058000	****	****
12	hrách	8,135000	****	****
9	mák	8,331667	****	****
3	řepka ozimá	8,418824		****

Tabulka č. 4 – Předplodiny s vyloučením Dolní Dobrouče

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 2,2609, sv = 27,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	jetel	4,270000	****
5	ostropetřec	5,140000	****
3	kukuřice	5,663333	****
2	řepka ozimá	5,945556	****
4	ječmen jarní	5,972000	****

Tabulka č. 5 – Dolní Dobrouč

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,6380, sv = 31,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
3	jetelotráva	7,627333	****
2	kukuřice	7,726250	****
1	řepka ozimá	8,872727	****

Tabulka č. 6 – Opatov

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,5207, sv = 40,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
5	pšenice ozimá	7,780000	****
1	jetel	7,902500	****
2	řepka ozimá	8,034348	****
8	lupina	8,058000	****
7	mák	8,072500	****
3	kukuřice	8,090000	****
4	jetelotráva	8,535000	****

Tabulka č. 7 – Opatovec

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,5194, sv = 23,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
4	hořčice	7,005000	****
7	len	7,438571	****
5	oves	7,570000	****
6	sója	7,766000	****
3	kukuřice	7,770000	****
1	jetel	7,855000	****
2	řepka ozimá	8,770000	****

Tabulka č. 8 – Záměl

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,0302, sv = 19,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
2	kukuřice	6,515000	****	
3	ječmen jarní	7,500000	****	****
1	řepka ozimá	8,628667		****
4	mák	8,850000	****	****

Tabulka č. 9 - Žichlínek

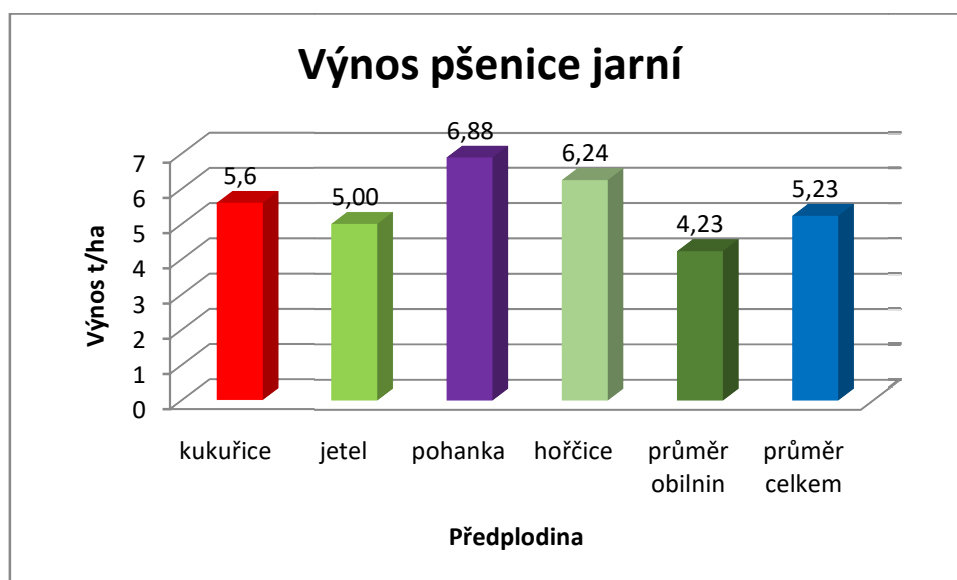
5.2 Pšenice jarní

Pšenice jarní byla v této práci spíše doplňková plodina, o čemž svědčí výměra pouhých 180 ha. Stejně tak tomu je i v rámci České republiky. Častěji byla pěstována v letech s vlhkým podzimem, kdy bylo obtížné zasít pšenici ozimou. Nejčastěji následovala po kukuřici, po níž měla i relativně pěkný výnos 5,6 t/ha. Její průměrný výnos dosahoval 5,23 ha, po obilovině pak pouze 4,23 t/ha. Její výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 10 a grafu č. 2, avšak z důvodu malého množství opakování nejsou vypovídající. V rámci statistické analýzy

nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly ve vlivu předplodiny na výnos jarní pšenice (tabulka č. 11), ani ve výnosu mezi sledovanými podniky (tabulka č. 12).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
7	99,96	pšenice jarní po kukuřici	5,60
1	10,12	pšenice jarní po jeteli	5,00
1	6,98	pšenice jarní po pohance	6,88
1	17,66	pšenice jarní po hořčici	6,24
2	16,15	pšenice jarní po ječmenu jarním	4,04
1	9,58	pšenice jarní po ječmeni ozimém	5,24
2	20,22	pšenice jarní po pšenici ozimé	3,91
5	45,95	pšenice jarní po obilnině	4,23
15	180,67	pšenice jarní celkem	5,23

Tabulka č. 10 – Výnos pšenice jarní



Graf č. 2 – Výnos pšenice jarní

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,4309, sv = 8,0000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
2	pšenice ozimá	3,910000	****
1	ječmen jarní	4,035000	****
3	ječmen ozimý	5,240000	****
4	kukuřice	5,607143	****

Tabulka č. 11 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,0499, sv = 11,000		
	Prom3	Prom2 Průměr	1
1	Dolní Dobrouč	4,381429	****
4	Záměl	5,652000	****
3	Opatovec	6,290000	****
2	Opatov	6,640000	****

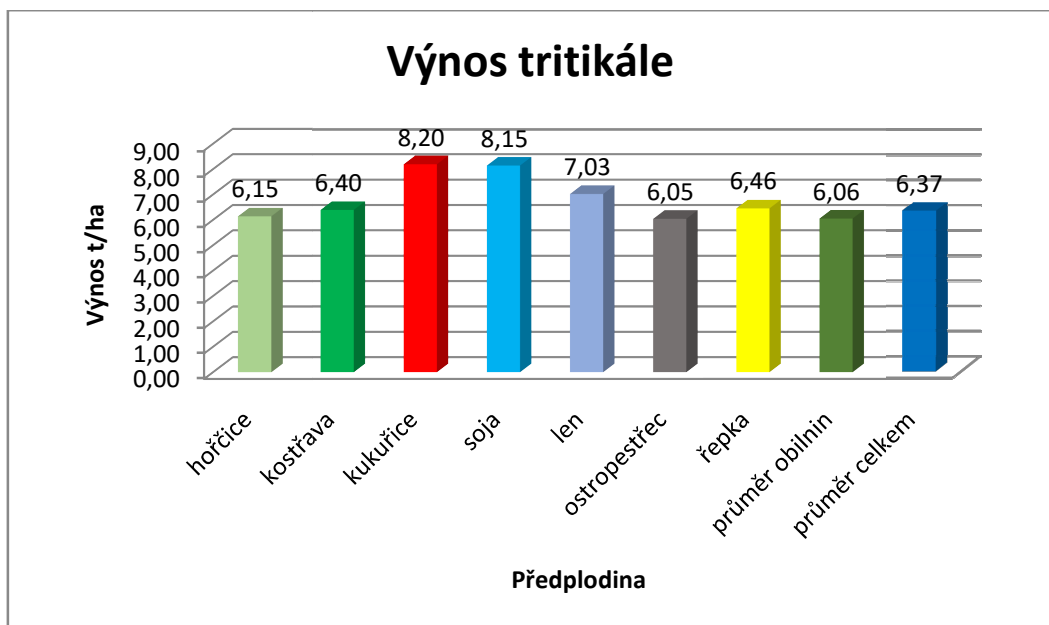
Tabulka č. 12 – Analýza mezi podniky

5.3 Tritikále

Tritikále bylo pěstováno ve třech sledovaných podnicích ve 36 opakování. Jeho předplodiny byly velice různorodé. Z tohoto důvodu není předplodinou hodnota většiny zlepšujících předplodin vypovídající. Jelikož polovina sledovaných výnosů následovala po obilní předplodině, jako hlavní výstup bude v tomto případě porovnání obilní a neobilní předplodiny. Výnosy tritikále jsou uvedené v tabulce č. 13 a grafu č. 3. V rámci statistické analýzy nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly ve vlivu předplodiny (tabulka č. 14) a sledovaného podniku (tabulka č. 15).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	12,8	tritikále po hořčici	6,15
1	10,88	tritikále po kostřavě	6,40
1	18,48	tritikále po kukuřici	8,20
1	25,55	tritikále po sóje	8,15
3	38,64	tritikále po lnu	7,03
2	20,76	tritikále po ostropestřeci	6,05
9	463	tritikále po řepce	6,45
4	40,4	tritikále po ovsu	6,97
1	5,66	tritikále po ječmenu ozimém	6,21
11	162,12	tritikále po pšenici ozimé	5,94
1	10,31	tritikále po ječmeni jarním	2,65
1	11,05	tritikále po pšenici jarní	7,03
18	229,54	tritikále po obilnině	6,06
36	819,65	tritikále celkem	6,37

Tabulka č. 13 – Výnos tritikále



Graf č. 3 – Výnos tritikále

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,0197, sv = 24,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	pšenice ozimá	5,936364	****
3	ostropestřec	6,050000	****
4	řepka ozimá	6,450000	****
2	oves	6,967500	****
5	len	7,033333	****

Tabulka č. 14 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,57157, sv = 27,000		
	Prom3	Prom2 Průměr	1
1	Dolní Dobrouč	5,610000	****
3	Žichlínek	6,529167	****
2	Záměl	6,940000	****

Tabulka č. 15 – Analýza mezi podniky

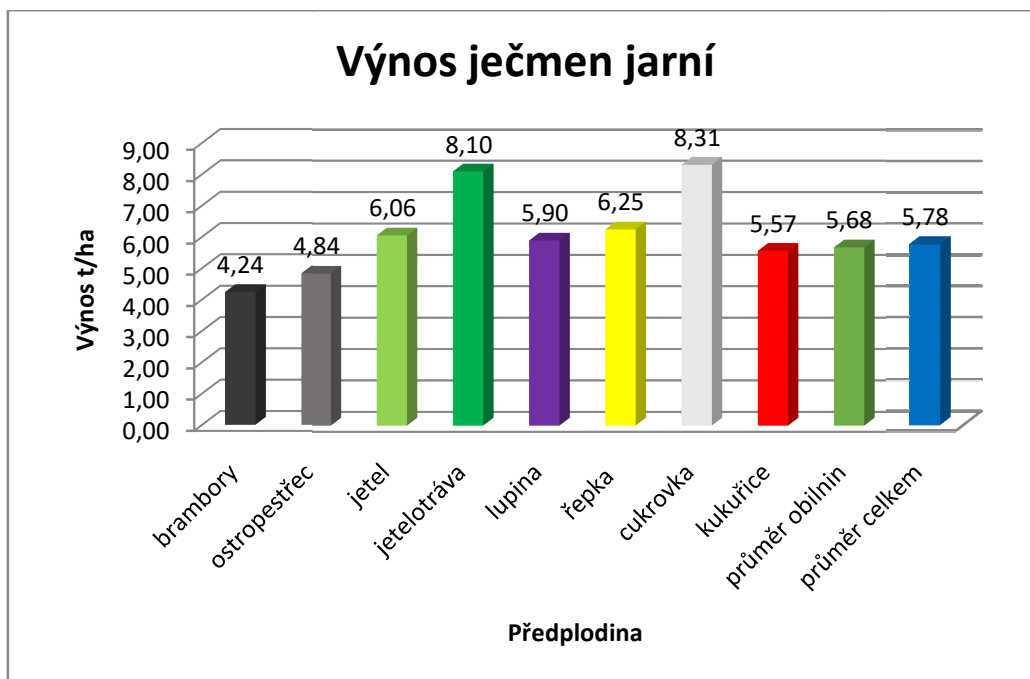
5.4 Ječmen jarní

Na rozdíl od výše uvedené plodiny byl ječmen jarní pěstován ve čtyřech podnicích a v podstatně větším množství sledování. Celkem se jednalo o 76 opakování, z toho 26 jich bylo po obilnině, z nichž nejčastěji, sedmáctkrát, následoval po pšenici ozimé. Nejčastěji však byl vyséván po kukuřici a to v 39 případech. Po ní dosahoval výnosů srovnatelných s průměrem obilní předplodiny. Jako nejvhodnější předplodina se zde projevila s velkým

přehledem cukrovka, i když pouze ve třech opakování, následovaná jetelotravní předplodinou ve dvou opakování. Jeho výnosy jsou uvedené v tabulce č. 16 a grafu č. 4. Ve statistickém zhodnocení vyšlo, že existuje statisticky významný rozdíl ve výnosu jarního ječmene po cukrovce a kukuřici, mezi ostatními plodinami ve srovnání všech podniků statisticky významný rozdíl zjištěn nebyl (tabulka č. 17). Významné rozdíly byly nalezeny mezi jednotlivými sledovanými farmami. Bez významných rozdílů měly výnosy v Opatově a Opatovci, kdežto jak Žichlínek, tak Dolní Dobrouč měly výnosy významně statisticky odlišné (tabulka č. 18). S vyloučením podniku v Dolní Dobrouči, který měl významně nižší výnosy oproti ostatním, se projevil významný statistický rozdíl ve výnosu ječmene jarního po cukrovce a pšenici ozimé (tabulka č. 19). Následovalo statistické zhodnocení vlivu předplodiny v rámci jednotlivých farem. V Dolní Dobrouči statisticky významný rozdíl mezi předplodinami nalezen nebyl (tabulka č. 20). V Opatově byl nalezen statisticky významný rozdíl ve výnosu po pšenici ozimé a jetelotrávě (tabulka č. 21). V Opatovci byly porovnávány pouze dvě předplodiny a to pšenice ozimá a kukuřice a statisticky významný rozdíl mezi nimi nalezen byl (tabulka č. 22). Zato v Žichlínce žádný statisticky významný rozdíl ve vlivu předplodiny nalezen nebyl (tabulka č. 23).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	7,74	ječmen jarní po bramborech	4,24
1	22,26	ječmen jarní po ostropestřeci	4,84
1	3,59	ječmen jarní po jeteli	6,06
2	36,81	ječmen jarní po jetelotrávě	8,10
1	62,00	ječmen jarní po lupině	5,90
2	43,95	ječmen jarní po řepce	6,25
3	125,00	ječmen jarní po cukrovce	8,31
39	459,76	ječmen jarní po kukuřici	5,57
17	298,02	ječmen jarní po pšenici ozimé	5,96
1	3,58	ječmen jarní po ovsu	3,60
6	82,26	ječmen jarní po tritikále	5,44
2	36,2	ječmen jarní po ječmeni jarním	5,04
26	420,06	ječmen jarní po obilovině	5,68
76	1181,17	ječmen jarní celkem	5,78

Tabulka č. 16 – Výnos ječmene jarního



Graf č. 4 – Výnos ječmene jarního

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 2,0882, sv = 65,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	ječmen jarní	5,040000	****	****
3	tritikále	5,440000	****	****
5	kukuřice	5,574500	****	****
2	pšenice ozimá	5,955294	****	****
6	řepka ozimá	6,250000	****	****
4	jetelotráva	8,100000	****	****
7	cukrovka	8,306667		****

Tabulka č. 17 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,1525, sv = 73,000				
	Prom3	Prom2 Průměr	1	2	3
1	Dolní Dobrouč	4,530968		****	
2	Opatov	6,230000	****		
3	Opatovec	6,504737	****		
4	Žichlínek	7,667778			****

Tabulka č. 18 – Analýza mezi podniky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,0406, sv = 38,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
7	Lupina	5,900000	****	****
2	pšenice ozimá	6,05385	****	
6	řepka ozimá	6,250000	****	****
5	kukuřice	6,507727	****	****
1	ječmen jarní	7,430000	****	****
3	Tritikále	7,950000	****	****
4	jetelotráva	8,100000	****	****
8	cukrovka	8,306667		****

Tabulka č. 19 – Předplodiny s vyloučením Dolní Dobrouče

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,98838, sv = 23,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
2	Tritikále	4,185000	****
3	kukuřice	4,433889	****
1	pšenice ozimá	5,630000	****

Tabulka č. 20 – Dolní Dobrouč

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,1295, sv = 15,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	pšenice ozimá	5,395000	****	
3	kukuřice	6,597500	****	****
2	jetelotráva	8,100000		****

Tabulka č. 21 – Opatov

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,52676, sv = 15,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
2	kukuřice	6,258333	****	
1	pšenice ozimá	7,112000		****

Tabulka č. 22 – Opatovec

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,27653, sv = 4,0000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
2	kukuřice	7,645000	****
1	tritikále	7,950000	****
3	cukrovka	8,306667	****

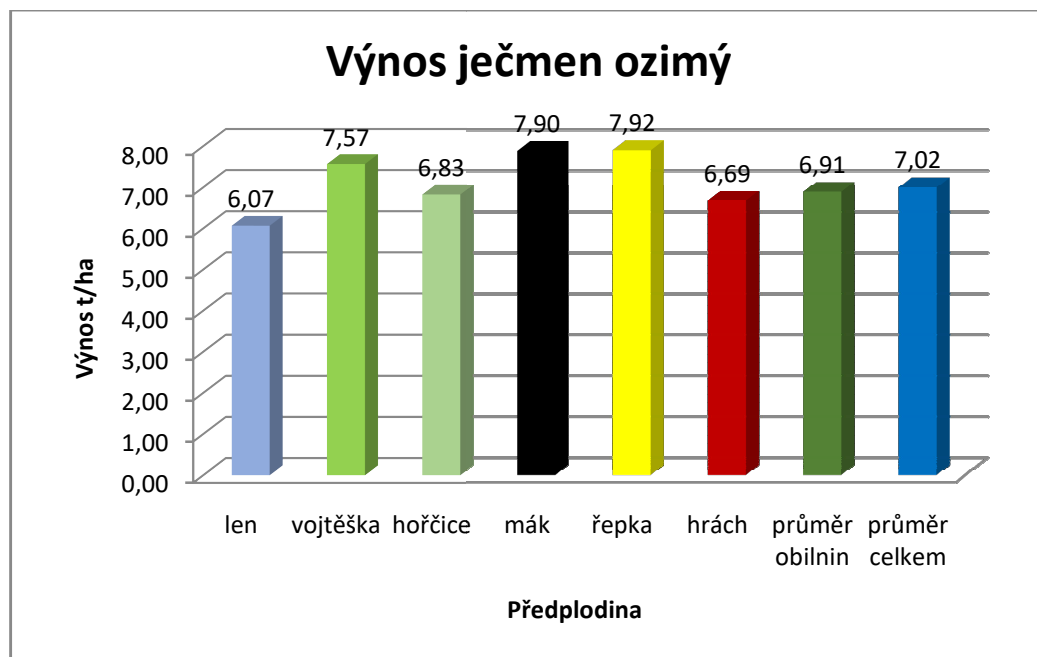
Tabulka č. 23 - Žichlínek

5.5 Ječmen ozimý

I ječmen ozimý byl pěstován ve čtyřech sledovaných podnicích. Absolutně nejvyššího výnosu dosáhl po pšenici jarní, avšak pouze v jednom opakování, což není směrodatné. Takovýto případ následoval i u jiných předplodin. Z tohoto důvodu je nejdůležitější porovnání obilní a neobilní předplodiny. Zde je vidět pouze minimální rozdíl ve výnosu. Z toho vyplývá, že ozimý ječmen je na předplodinu nenáročnou plodinou, což odpovídá i jeho charakteristice. Výnosy ječmene ozimého po sledovaných předplodinách jsou uvedeny v tabulce č. 24 a grafu č 5. Ve statistickém zhodnocení nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl ve výnosu ječmene ozimého po různých předplodinách ani mezi sledovanými podniky viz tabulky č. 25 a 26.

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	22,57	ječmen ozimý po lnu	6,07
1	17,24	ječmen ozimý po vojtěšce	7,57
2	15,24	ječmen ozimý po hořčici	6,83
4	200	ječmen oz po máku	7,90
2	85	ječmen oz po řepce	7,92
5	211	ječmen oz po hrachu	6,69
19	400,41	ječmen ozimý po pšenici ozimé	6,83
1	19,5	ječmen ozimý po pšenici jarní	9,20
1	4,65	ječmen ozimý po ovsu	6,93
3	51,11	ječmen ozimý tritikále	6,44
2	59,69	ječmen ozimý po ječmenu jarním	7,26
26	535,36	ječmen ozimý po obilnině	6,91
41	1086,41	ječmen ozimý celkem	7,02

Tabulka č. 24 – Výnos ječmene ozimého



Graf č. 5 – Výnos ječmene ozimého

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,1915, sv = 30,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
3	tritikále	6,443333	****
7	hrách	6,690000	****
8	hořčice	6,825000	****
2	pšenice ozimá	6,830000	****
1	ječmen jarní	7,260000	****
6	mák	7,902500	****
4	řepka ozimá	7,920000	****
5	pšenice jarní	9,200000	****

Tabulka č. 25 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,1614, sv = 34,000		
	Prom3	Prom2 Průměr	1
1	Opatov	6,000000	****
3	Záměl	6,787857	****
4	Žichlínek	7,354545	****
2	Opatovec	7,493333	****

Tabulka č. 26 – Analýza mezi podniky

5.6 Oves

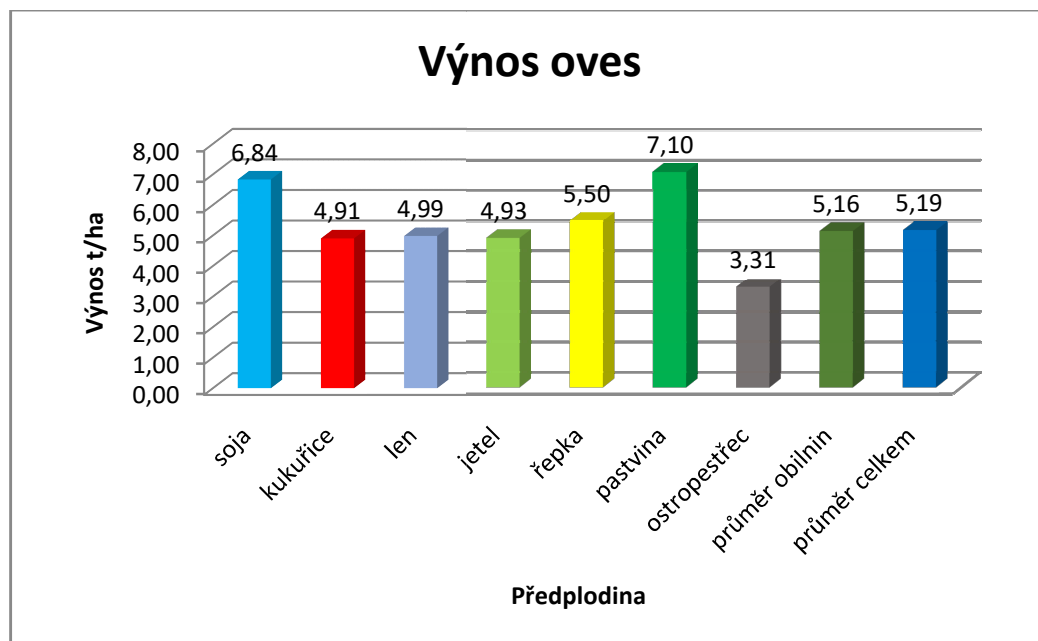
Tak jako i jinde v ČR nebyl oves ani v této práci příliš rozšířenou plodinou, i když více než jarní pšenice. Pěstován byl na 380 ha v 31 opakování, z toho 14 jich bylo po obilní předplodině. Opět se zde projevuje jeho zařazování po velkém počtu předplodin a tím nedostatek opakování po každém z nich. Nejvyššího výnosu dosáhl jednak po sóje, jakožto zlepšující plodině, a po zaorané pastvině. Právě výnos po zaoraném travním porostu je zajímavý a dokládá jeho na obilninu dobrou schopnost využívat živiny uvolňované z organické hmoty, tak jak píše literatura. Jinak je oves na předplodinu nenáročný, což se zde projevuje srovnatelnými výnosy po obilninách a ostatních plodinách. Je tak vhodný jako doběrná plodina a i v rámci této práce byl také takto často zařazován. Jeho výnosy jsou uvedeny v tabulce č. 27 a grafu č. 6. V rámci statistické analýzy nebyl u častěji se opakujících předplodin nalezen žádný statisticky významný vliv na výnos (tabulka č. 28), ale byl nalezen statisticky významný rozdíl ve výnosech v podnicích Dolní Dobrouč a Záměl (tabulka č. 29).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
2	41,05	oves po sóje	6,84
7	71,15	oves po kukuřici	4,91
3	44,6	oves po lnu	4,99
2	23,29	oves po jeteli	4,93
1	19,83	oves po řepce	5,50
1	9,58	oves po pastvině	7,10
1	6,36	oves po ostropestřeci	3,31
2	14,06	oves po ječmeni jarním	3,69
1	2,24	oves po ovsu	4,23
4	45,83	oves po tritikále	5,86
2	39,91	oves po ječmenu ozimém	5,85
5	61,54	oves po pšenici ozimé	5,10
14	163,58	oves po obilnině	5,16
31	379,44	oves celkem	5,19

Tabulka č. 27 – Výnos ovsa

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,3189, sv = 19,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	ječmen jarní	3,690000	****
6	kukuřice	4,908571	****
5	jetel	4,930000	****
7	len	4,986667	****
2	pšenice ozimá	5,102000	****
4	ječmen ozimý	5,850000	****
3	tritikále	5,862500	****
8	sója	6,835000	****

Tabulka č. 28 – Předplodiny ze všech podniků



Graf č. 6 – Výnos ovsa

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,88093, sv = 29,000			
	Prom3	Prom2 Průměr	1	2
1	Dolní Dobrouč	3,793750	****	
2	Záměl	5,681739		****

Tabulka č. 29 – Analýza mezi podniky

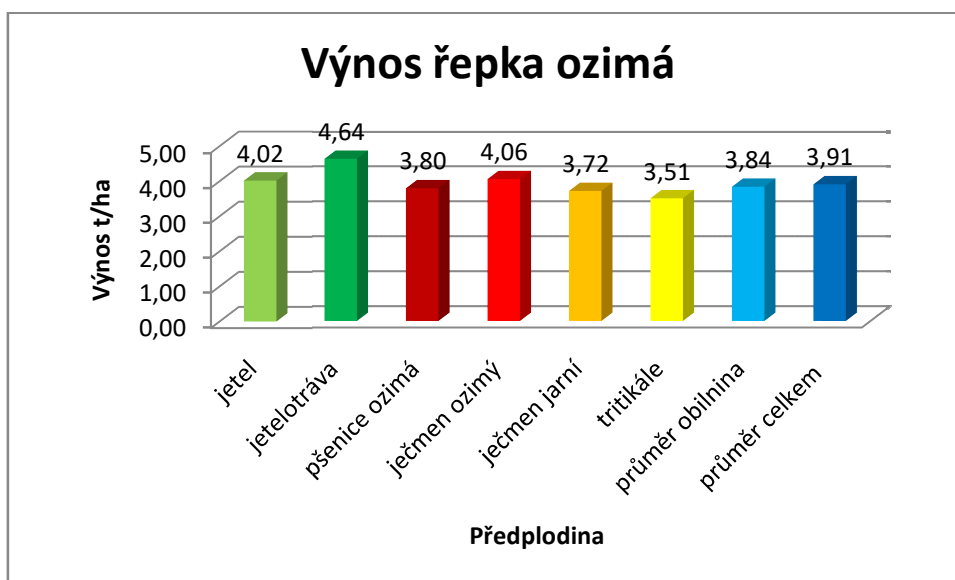
5.7 Řepka ozimá

Řepka ozimá byla v rámci práce druhou nejpěstovanější plodinou. Byla sledována na 2 770 ha ve 103 opakování a na rozdíl od ostatních sledovaných plodin po relativně malém množství předplodin a hlavně po obilninách. Nejčastěji se pěstovala po pšenici ozimé, kterou následovaly ječmen jarní a ječmen ozimý. Ve třech sledovaných podnicích z pěti, pak byla často zařazována po víceleté pícnině, ať už jeteli či jetelotrávě. Po nich, jakožto zlepšujících plodinách, by měla dosahovat nejvyšších výnosů. Zde se to jednoznačně nepotvrdilo, neboť tak jako pšenice ozimá často následovala po jeteli v podniku s celkovými nižšími výnosy. Výnosy řepky ozimé jsou uvedeny v tabulce č. 30 a grafu č. 7. V rámci statistické analýzy mezi všemi podniky nebyl nalezen žádný statisticky významný vliv předplodiny na výnos řepky ozimé (tabulka č. 31). Naopak se projevil statisticky významný rozdíl ve výnosu mezi podnikem v Dolní Dobrouči a podniky v Žichlítku, Opatovu a Opatovci. Tyto tři farmy pak mezi sebou žádný významný rozdíl neměly. Podnik v Záměli neměl statisticky významný rozdíl s žádným s ostatních podniků (tabulka č. 32). Při vyloučení dat z podniku v Dolní Dobrouči, který měl statisticky významně nižší výnosy oproti třem ostatním, se přesto žádný statisticky významný vliv předplodiny na výnos řepky neprojevil (tabulka č. 33). Při sledování výnosů v rámci jednotlivých farem nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl ve výnosech v Dolní Dobrouči (tabulka č. 34), Opatovci (tabulka č. 35), Záměli (tabulka č.

36), ani Žichlítku (tabulka č. 37). Jediný podnik, ve kterém se projevil statisticky významný vliv předplodiny na výnos řepky, byla farma Opatov. Tam byl nalezen významný rozdíl ve výnosu po ječmeni jarním a jetelotrávě. Zde se tedy projevil kladný vliv víceleté pícniny na výnos řepky (tabulka č. 38).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
21	848,55	řepka ozimá po jeteli	4,02
4	63,62	řepka ozimá po jetelotrávě	4,64
30	645,83	řepka ozimá po pšenici ozimé	3,80
22	720,31	řepka ozimá po ječmenu ozimém	4,06
24	460,76	řepka ozimá po ječmeni jarním	3,72
2	31,98	řepka po tritikále	3,51
78	1858,88	řepka po obilnině	3,84
103	2771,05	řepka celkem	3,91

Tabulka č. 30 – Výnos řepky ozimé



Graf č. 7 – Výnos řepky ozimé

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,40111, sv = 97,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
6	tritikále	3,505000	****
2	ječmen jarní	3,726250	****
4	pšenice ozimá	3,797333	****
1	jetel	4,025714	****
5	ječmen ozimý	4,060909	****
3	jetelotráva	4,640000	****

Tabulka č. 31 – Předplodiny ze všech podniků

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,31711, sv = 98,000			
	Prom3	Prom2 Průměr	1	2
1	Dolní Dobrouč	3,250000		****
4	Záměl	3,422500	****	****
5	Žichlínek	3,919459	****	
2	Opatov	4,119500	****	
3	Opatovec	4,258000	****	

Tabulka č. 32 – Analýza mezi podniky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,33477, sv = 81,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	ječmen jarní	3,885789	****
5	jetel	4,025714	****
4	ječmen ozimý	4,060909	****
2	pšenice ozimá	4,064000	****
3	jetelotráva	4,640000	****

Tabulka č. 33 – Předplodiny bez Dolní Dobrouče

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,31237, sv = 19,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	ječmen jarní	3,120000	****
2	pšenice ozimá	3,249231	****
3	tritikále	3,505000	****
4	jetel	3,943333	****

Tabulka č. 34 – Dolní Dobrouč

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,37248, sv = 22,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	ječmen jarní	3,872000	****
2	pšenice ozimá	4,272727	****
3	ječmen ozimý	4,454444	****

Tabulka č. 35 – Opatovec

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,86590, sv = 2,0000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	pšenice ozimá	3,040000	****
2	ječmen jarní	3,550000	****

Tabulka č. 36 – Záměľ

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,24558, sv = 33,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
2	pšenice ozimá	3,200000	****
3	ječmen ozimý	3,860000	****
4	jetel	4,025714	****
1	ječmen jarní	4,093333	****

Tabulka č. 37 – Žichlínek

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,13128, sv = 17,000			
	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	ječmen jarní	3,835455	****	
2	pšenice ozimá	4,328000	****	****
3	jetelotráva	4,640000		****

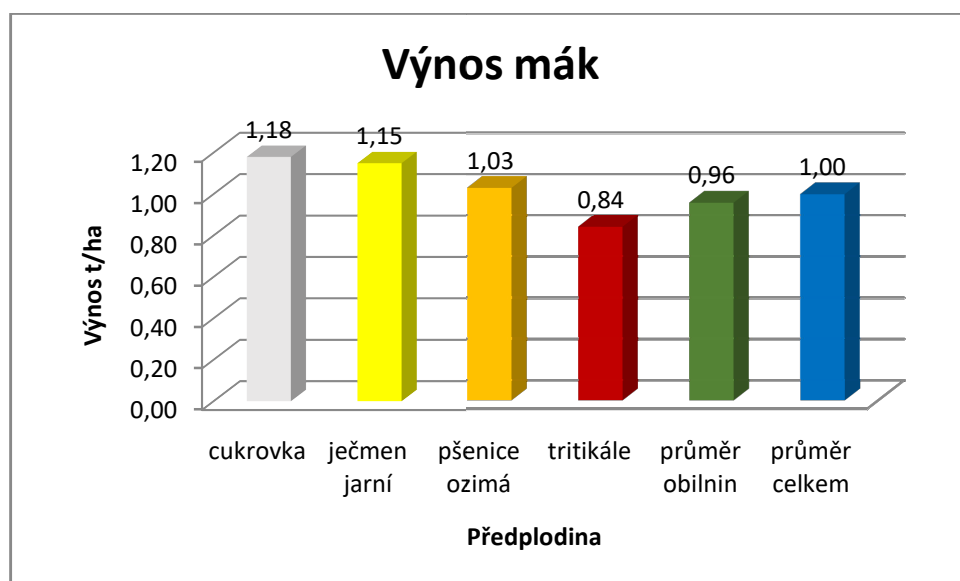
Tabulka č. 38 - Opatov

5.8 Mák

Mák byl v této práci relativně hodně pěstovanou plodinou, co se výměry týče. Jelikož jej ale pěstovaly hlavně větší podniky, množství opakování u něho není vysoké. Byl vyséván především po obilní předplodině a dvakrát po cukrové řepě. Po ní bylo dosahováno nejvyššího výnosu, ovšem nijak výrazně. Jeho výnosy jsou uvedené v tabulce č. 39 a grafu č. 8. Při statistickém vyhodnocení nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl ve výnosech mezi sledovanými předplodinami (tabulka č. 40), ale byl nalezen statisticky významný rozdíl ve výnosech mezi podniky v Opatovci a Žichlíneku (tabulka č. 41).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
2	114	mák po cukrovce	1,18
2	64,35	mák po ječmeni jarním	1,15
4	155,41	mák po pšenici ozimé	1,03
5	262	mák po tritikále	0,84
11	481,76	mák po obilnině	0,96
13	595,76	mák celkem	1,00

Tabulka č. 39 – Výnos máku



Graf č. 8 – Výnos máku

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,04896, sv = 9,0000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
4	tritikále	0,842000	****
2	pšenice ozimá	1,025000	****
1	ječmen jarní	1,150000	****
3	cukrovka	1,175000	****

Tabulka č. 40 – Předplodiny všechny podniky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,04067, sv = 11,000			
	Prom3	Prom2 Průměr	1	2
2	Žichlínek	0,908889	****	
1	Opatovec	1,195000		****

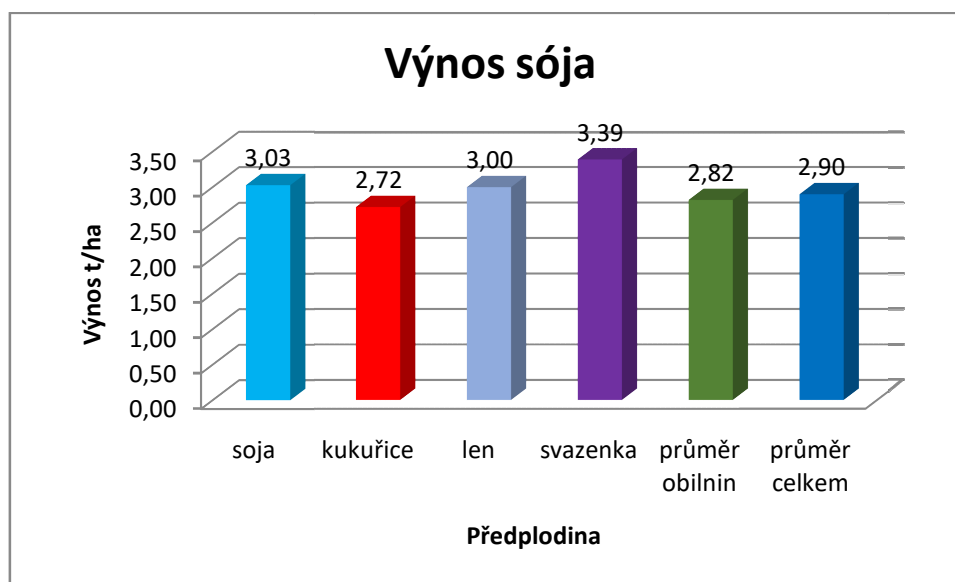
Tabulka č. 41 – Analýza mezi podniky

5.9 Sója

Naproti tomu sója byla pěstována po velkém množství předplodin v malém počtu opakování. Většina výsledků pochází z jednoho podniku, který sóju pěstuje již mnoho let. Nejčastěji byla zařazována sama po sobě, na což reagovala poměrně pozitivně vysokým výnosem. Naopak zařazení po kukuřici se projevilo spíše nevhodně. Celkově neměl výběr předplodiny v absolutních číslech na výnos sóje velký vliv. Její výnosy jsou uvedeny v tabulce č. 42 a grafu č. 9. Ve statistické vyhodnocení nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly ve výnosech sóji po různých předplodinách (tabulka č. 43) ani mezi podniky, které ji pěstují (tabulka č. 44).

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
7	126,48	sója po sóje	3,03
4	77,72	sója po kukuřici	2,72
1	18,48	sója po lnu	3,00
1	8,22	sója po svazence	3,39
2	35,26	sója po ovsu	3,21
1	10,93	sója po ječmenu ozimém	2,80
1	25,55	sója po tritikále	2,52
2	29,27	sója po pšenici ozimé	2,84
2	30,84	sója po ječmenu jarním	2,55
8	131,85	sója po obilnině	2,82
21	362,75	sója celkem	2,90

Tabulka č. 42 – Výnos sóje



Graf č. 9 – Výnos sóje

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,23433, sv = 12,000		
	Prom1	Prom2 Průměr	1
1	ječmen jarní	2,550000	****
3	kukuřice	2,720000	****
2	pšenice ozimá	2,840000	****
5	sója	3,027143	****
4	oves	3,210000	****

Tabulka č. 43 – Předplodiny všechny podniky

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,18015, sv = 19,000		
	Prom3	Prom2 Průměr	1
1	Opatovec	2,533333	****
2	Záměl	2,965556	****

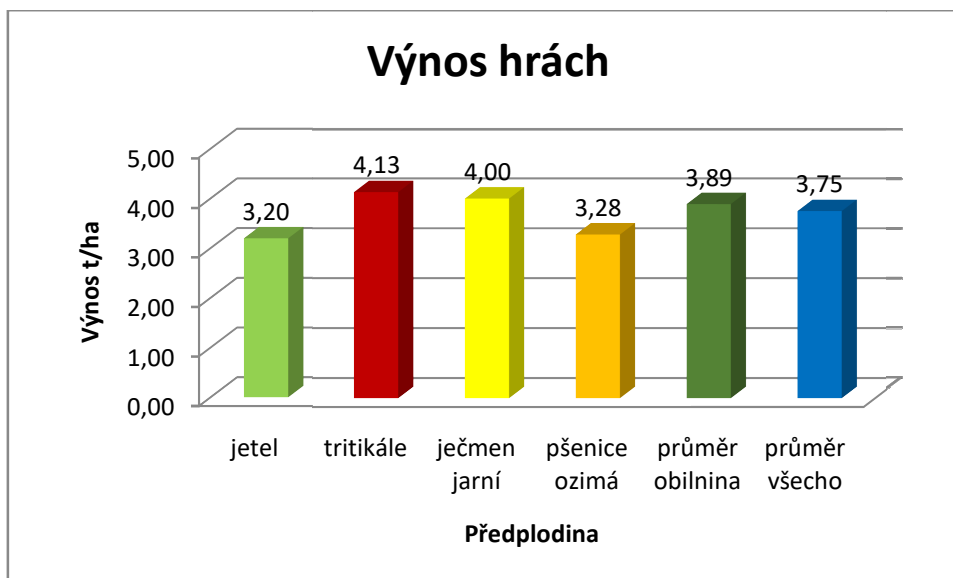
Tabulka č. 44 – Analýza mezi podniky

5.10 Ostatní plodiny

Zde jsou uvedené plodiny, které se vyskytly ve zkoumaných osevních postupech a jsou z nich k dispozici údaje, ale jelikož se jedná především o minoritní plodiny, nebo o plodiny s malým množstvím opakování, není k nim vytvořen statistický a slovní výstup. V Tabulce č. 45 a grafu č. 10 jsou uvedeny výnosy hrachu. V tabulce č. 46 a grafu č. 11 jsou uvedeny výnosy hořčice. V tabulce č. 47 a grafu č. 12 jsou uvedeny výnosy lnu. V tabulce č. 48 jsou uvedeny výnosy lupiny a v tabulce č. 49 výnosy ostropestřce.

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	40	hrách po jeteli	3,20
2	81	hrách po tritikále	4,13
1	21,3	hrách po ječmenu jarním	4,00
1	10,48	hrách po pšenici ozimé	3,28
4	112,78	hrách po obilnině	3,89
5	152,78	hrách celkem	3,75

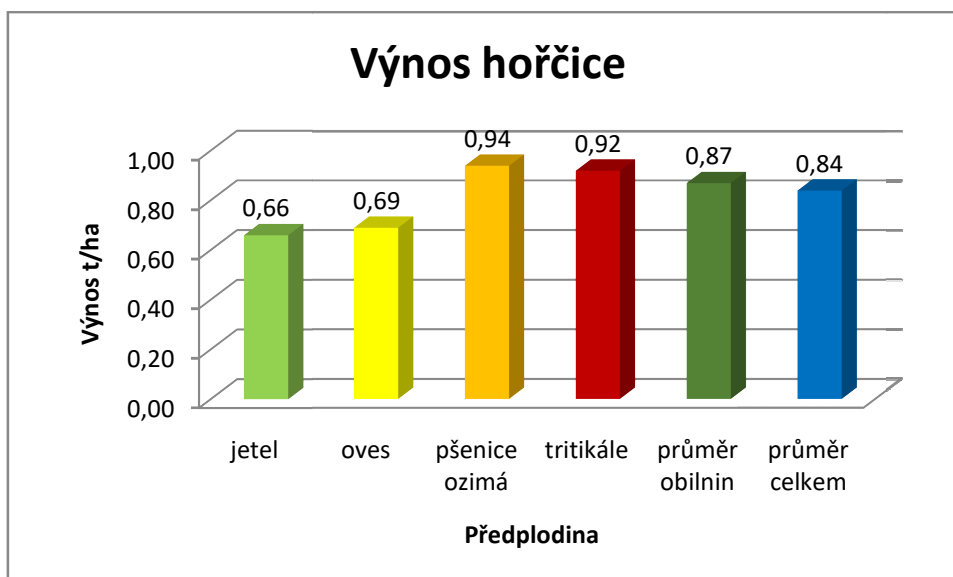
Tabulka č. 45 – Výnos hrachu



Graf č. 10 – Výnos hrachu

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	9,54	hořčice po jeteli	0,66
2	29,28	hořčice po ovsu	0,69
4	42,13	hořčice po pšenici ozimé	0,94
1	11,62	hořčice po tritikále	0,92
7	83,03	hořčice po obilnině	0,87
8	92,57	hořčice celkem	0,84

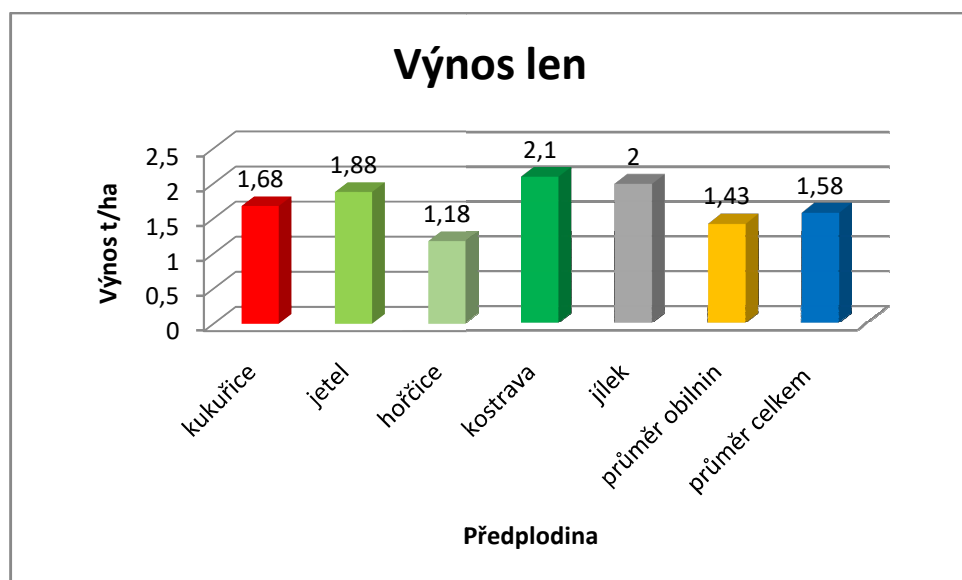
Tabulka č. 46 – Výnos hořčice



Graf č. 11 – Výnos hořčice

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
5	100,54	len po kukuřici	1,68
1	7,19	len po jeteli	1,88
1	6,98	len po hořčici	1,18
1	10,12	len po kostřavě	2,1
1	4,65	len po jílku	2
2	27,38	len po tritikále	0,8
1	22,1	len po pšenici ozimé	1,49
3	37,22	len po ovsu	1,41
1	17,66	len po pšenici jarní	1,72
2	23,24	len po ječmenu ozimém	1,91
9	127,6	len po obilnině	1,43
18	257,08	len celkem	1,58

Tabulka č. 47 – Výnos lnu



Graf č. 12 – Výnos lnu

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
1	62	lupina po tritikále	1,90
3	61,08	lupina po ječmenu jarním	2,93
2	37,14	lupina po pšenici ozimé	2,87
6	160,22	lupina celkem	2,74

Tabulka č. 48 – Výnos lupiny

Počet opakování	Výměra	Sled	Výnos průměr všech pozemků
2	24,45	ostropěstřec po kukuřici	0,27
2	20,79	ostropěstřec po ovsu	0,36

Tabulka č. 49 – Výnos ostropěstřece

6 Diskuze

V dnešní době se stabilními osevními postupy již téměř nesetkáváme. Může za to mnoho faktorů. Jedním z nich třeba nejistota ohledně výměry zemědělské půdy. V České republice je většina zemědělských pozemků propachtovaná a zemědělec, který na daném pozemku hospodaří, může o půdu z důvodu výpovědi přijít. To vede například k omezenému zásobnímu hnojení nebo vápnění pro úpravu půdní reakce, což může mít za následek ovlivnění struktury pěstovaných plodin. Například jarní ječmen nebo mák preferují neutrální půdy s dostatečným množstvím dobře přístupných živin (Zimolka et al. 2006; Baranyk et al. 2010). Dalším důvodem omezení stálých a dlouhodobých osevních postupů jsou výrazné výkyvy ve výkupních cenách zemědělských komodit. Zemědělci tedy upravují skladbu plodin podle aktuálních potřeb trhu. V neposlední řadě strukturu pěstovaných plodin ovlivňují nejrůznější omezení a požadavky na hospodaření ze strany veřejných orgánů. To se týká především širokořádkových plodin, nebo plodin se specifickými nároky na ošetřování např. desikaci porostů. To vše vede k využívání tzv. volného střídání plodin, kdy se pěstují plodiny dle aktuální potřeby a hledí se převážně pouze na sled po sobě jdoucích plodin a jejich předplodinovou hodnotu (Pospíšil & Líška 2008). Dalším faktorem dnešního zemědělství je zkracování osevních postupů a zužování palety pěstovaných plodin. Tři dnes nejpěstovanější plodiny pšenice, ječmen a řepka zabírají přes 60 % výměry orné půdy (Sálusová 2018). Z těchto důvodů je více než kdy dříve potřebné vytvořit vhodný sled plodin tak, aby došlo k omezení negativních vlivů a využití pozitivních vlivů předplodin na výnos následných hlavních plodin. Na to se tato práce snažila alespoň částečně odpovědět.

V rámci práce byly sesbírány údaje o osevních postupech a výnosech hlavních zemědělských plodin v pěti zemědělských podnicích s různou strukturou zemědělské a rostlinné výroby v odlišných půdně klimatických podmínkách. Ukázalo se, že každý ze sledovaných podniků má své vlastní vyzkoušené a často se opakující sledy plodin. Jednotlivé subjekty je mají často dost odlišné a občas i vskutku netradiční. Někdy jdou i proti faktům z odborné literatury. Ovšem některé sledy jsou využívány napříč podniky, a dá se tedy předpokládat, že v praxi dobře fungující. Jedním z takových dnes obecně méně častých, ale v rámci sledovaných podniků dosti rozšířených sledů bylo zařazování řepky olejky po zapravené víceleté pícnině. Dnes se totiž nejčastěji zařazuje jako přerušovač obilních sledů (Baranyk et al. 2007). Jedná se pravděpodobně o pozůstatek z doby, kdy byla výměra řepky nižší, a i literatura ji doporučovala zařazovat po zlepšující plodině. Výhodou tohoto sledu je možnost včasného výsevu řepky a výborné využití dusíku navázaného po jetelovině v půdě, neboť řepka má podstatně vyšší spotřebu v podzimním období než např. pšenice (Vaněk et al. 2016). Nevýhodou pak mohou být škody způsobené hraboši, kteří po víceleté pícnině na pozemku zůstávají ve značném počtu. Sled víceletá pícnina – řepka ozimá se vyskytoval hned ve třech z pěti sledovaných subjektů. Čtvrtý ji takto nepěstoval a pátá farma řepku vysévala jen minimálně. Tento postup dosahoval v absolutních číslech ve zhodnocení mezi všemi podniky vyššího výnosu po jeteli i jetelotrávě oproti průměru všech plodin i oproti průměru obilnin. Statisticky to sice celkově jako významný benefit nevyšlo, ale na farmě Opatov byl nalezen statisticky významný rozdíl ve výnosu řepky zaseté takto po jetelotrávě oproti řepce zaseté po jarním ječmeni.

Jinak se každý podnik vyznačoval svými specifickými sledy. V Záměli lze najít relativně časté pěstování různých obilnin ve víceletých sledech po sobě, často proložených ovsem, nebo dvouleté pěstování sóje za sebou. Pro Dolní Dobrouč je zase typické setí kukuřice po jeteli, často metodou striptill a vskutku zajímavé zakládání nového jeteliska po starém, což jde zcela proti doporučení literatury, neboť jetel je po sobě nesnášenlivá plodina (Pospíšil & Líška 2008). Opatovec má vesměs klasické střídání plodin ve smyslu obilnina a širokolistá plodina. Pouze snad s výjimkou občasného setí stejné obilniny po sobě např. pšenice po pšenici a ječmen po ječmeni. V Opatově je pak běžné opakované pěstování silážní kukuřice po sobě a Žichlínek se vyznačuje relativně ucelenými a dlouhodobými, téměř až klasickými osevními postupy, které se běžně opakují. Pyšní se též nejvyšším zastoupením olejnin ze sledovaných podniků.

Hlavním cílem práce bylo najít nejvhodnější sled dvou po sobě jdoucích plodin. Nejdůležitějším a jediným kritériem zde byl výnos následné plodiny. K jednotlivým hlavním plodinám tak byly hledány předplodiny, po nichž hlavní plodiny dosahují nejvyššího výnosu hlavního produktu. V praxi je však nutné zohlednit, na jaké výměře lze případnou dobrou předplodinu pěstovat, neboť pšenice ozimá má například po máku výrazně vyšší výnosy než po kukuřici, ale výměra máku v podniku s živočišnou výrobou nebo BPS většinou nedosahuje takového zastoupení jako kukuřice. Výsledky zkoumání můžeme interpretovat několika způsoby.

Prvním způsobem může být váha, kterou přiřadíme statistickému vyhodnocení. Pokud bychom předplodinovou hodnotu brali pouze ze statistického zhodnocení, pravděpodobně bychom moc rozdílů ve vlivu předplodiny na výnos nenašli. Při zhodnocení všech předplodin ze všech podniků vyšel statisticky významný rozdíl pouze mezi pár předplodinami. Pozitivní je zde však fakt, že se jednalo o nejčastěji využívané sledy a výsledky odpovídaly literatuře. Statisticky významný rozdíl ve výnosu pšenice ozimé vyšel, byť pouze při vyřazení podniku s nejnižšími výnosy, při jejím zařazení po kukuřici versus řepce olejce, kdy řepka měla významně pozitivní vliv na výnos pšenice na rozdíl od kukuřice, což udává i Kvěch et al. (1985), Zimolka et al. (2005), Hejzman et al. (2012) a mnoho dalších autorů a publikací.

Dalšími takovými sledy se statisticky potvrzenými vlivy na výnos následných plodin měly cukrovka a kukuřice ve vlivu na výnos ječmene jarního. Zde se opět potvrzují informace z literatury např. Zimolka et al. (2006), Diviš et al (2010) že cukrovka je pro jarní ječmen velmi vhodnou předplodinou a v rámci této práce ji lze označit za statisticky významně lepší předplodinu oproti kukuřici. S vyřazením dat z podniku s nejnižšími výnosy lze objevit i statisticky významný rozdíl ve výnosu jarního ječmene po cukrovce a ozimé pšenici, což opět odpovídá literatuře, že sledy obilnin po sobě nejsou vhodné. Další statisticky významné rozdíly předplodin ve vlivu na výnos následných plodin se v mezipodnikovém porovnání neobjevily.

Lze je však někdy spatřit při vyhodnocení dat ze samostatných podniků. V Opatově tak vyšlo statisticky významně lepší pěstovat řepku ozimou po jetelotrávě než po ječmenu jarním. Podobně to zde vyšlo i pro jarní ječmen, kdy statisticky významně lepší výnos dával opět po jetelotrávě oproti zařazení po pšenici ozimé. V Opatovci pak měl pro změnu statisticky významně lepší výnosy po pšenici ozimé oproti pěstování po silážní kukuřici. Pro jiné sledy předplodin a následných plodin statisticky významné rozdíly v této práci nevyšly.

Mnohem větší, či respektive častější, vliv na výnosy jednotlivých plodin zde statistické vyhodnocení přisoudilo podniku, ze kterého data o výnosu pocházejí. To byl i důvod, proč se u některých plodin provádělo mezipodnikové srovnání s vyřazením podniku se statisticky významně nižšími výnosy a vnitropodnikové srovnání vlivu předplodiny na výnos následné plodiny pro pšenici ozimou, řepku a jarní ječmen. U těchto tří plodin a k tomu u ovsa a máku měl podnik původu dat statisticky významný vliv na výnos. Pověšinou tak, že jeden z podniků měl statisticky významně nižší vliv na výnos než ostatní podniky. Pravděpodobně z půdně-klimatických podmínek, neboť nejčastěji takto „ustřelený“ podnik v Dolní Dobruči rozhodně nedisponuje starou a nedokonalou strojní technikou, nebo rozhodně nemá nedostatečnou úroveň agrotechniky. Zato především půdní a svažitostní podmínky jsou zde opravdu náročné.

Kromě vlivu původu dat by na výnos měl určitě statisticky významný vliv i ročník, ve kterém byly jednotlivé výnosy získávány. Většina dat o výnosech pochází z let 2018-2022, část pak ještě z let 2017 a 2016. Pravděpodobně by se projevil rozdíl mezi suchými (2018) a mokřými lety (2020) a lety více odpovídající normálu. Tento průzkum by ze sesbíraných dat udělat šel, ale nebyl cílem této práce. Co by však ze vstupních dat vytvořit nešlo, ale na výnos by mělo zcela jistě ohromný vliv, by bylo porovnání výnosů plodin na jednotlivých půdních typech, respektive porovnání bonity půdy s dosahovanými výnosy.

Kromě statistického zhodnocení si lze obrázek o vlivu předplodiny na výnos následné plodiny udělat i z absolutních čísel a následného grafického zhodnocení. Zde totiž lépe vynikne, že byť statisticky nevýrazný, ale zato patrný rozdíl ve výnosu po jednotlivých předplodinách, lze nalézt téměř všude. Samozřejmě, že z výsledků této práce nelze sestavit posloupnost nejvhodnějších předplodin ke každé hlavní plodině. Na to je počet získaných dat s výnosy stále příliš nízký. V tomto se jedná spíše stále jen o zajímavost s informativním charakterem. Lze však relativně pěkně vysledovat reakce plodin na pěstování po zlepšující, tj. neobilní a obilní předplodině. Zde bývá i jednotlivých kategorií již dostatečný počet dat. V této práci je to interpretováno jako průměrný výnos plodiny po obilnině versus průměrný výnos plodiny po všech předplodinách. Je logické, že pokud bude průměrný výnos po obilnině nižší než průměrný výnos po všech předplodinách, dosahuje daná plodina po širokolisté (neobilní) předplodině vyššího výnosu. Obecně lze z těchto absolutních dat získat informaci, že dusík vázající plodiny mají výrazně pozitivní vliv na výnos následné plodiny, jak píše Houba & Dostálová (2018).

V tomto porovnání je dobře patrný rozdíl, zkoumám-li výnos obilniny či jiné obvykle dvouděložné plodiny. Zatímco u dvouděložných plodin je výnos po obilní předplodině takřka stejný jako po neobilní a v některých případech, s malým množstvím vstupních dat, i nepatrně vyšší (hořčice, mák). U obilnin je reakce na obilní předplodinu výraznější a vždy negativní. Všechny sledované obilniny tak měly výnos po obilní předplodině nižší než svůj výnos průměrný. U některých obilnin byla reakce na obilní předplodinu výraznější (pšenice, tritikále) u jiných zcela zanedbatelná (oves). Toto opět pěkně odpovídá literatuře (Diviš et al. 2010) i obecným poznatkům. Zjištění, že u ovsa a především dvouděložných plodin nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly, znamená, že tyto plodiny reagují na jednotlivé předplodiny méně citlivě, či téměř vůbec.

Zcela specifickým případem je pěstování sóji po sóje. Tato plodina dosahovala v druhém roce pěstování při zařazení po sobě v této práci povětšinou lepších výnosů než

v prvním roce. To lze vyčíst i z výsledků práce, kde je průměrný výnos sóji po sóje vyšší, než je průměrný výnos po všech předplodinách. Opět tak došlo k výsledkům odpovídající literatuře. Nejnižší výnos sóji následoval po kukuřici. Může to být dáno zhoršenou strukturou půdy po sklizni kukuřice anebo rezidui po použití některých herbicidů.

7 Závěr

- Tato práce ukázala, jak velké množství sledů plodin jednotlivé sledované podniky pěstují. Odpovídá to tomu, že dnes již nejsou běžné ustálené osevní postupy, ale plodiny se pěstují dle tržní potřeby a dochází tak ke sledům, které neodpovídají teoreticky správným postupům. Každý podnik měl zároveň nějaké své vyzkoušené sledy, které by se mohly zdát na první pohled podivné, ale zřejmě v místních podmínkách dobře vycházejí.
- Výsledky práce se vesměs dobře shodují s obecně udávanými fakty v literatuře. U většiny sledovaných plodin se potvrdilo, že jejich správné zařazení v osevním postupu, vede k lepším výnosům, než pokud jsou pěstovány po nevhodných předplodinách. Při dnešní úrovni agrotechniky je sice možné nedostatky předplodiny vyvážit lepší ochranou rostlin a vyšším hnojením, vede to však k nárůstu nákladů. Většina rozdílů ve výnosech sice nebyla příliš výrazná, jednalo se většinou o změny v řádech stovek kilogramů, ale našly se i předplodiny, mezi nimiž byl vliv na výnos následné plodiny statisticky významný. Testovaná hypotéza se tedy potvrdila především u pšenice ozimé a ječmene jarního, částečně pak, v jednom podniku, u řepky ozimé. Na výnos ostatních sledovaných plodin neměla předplodina průkazný vliv.
- Práce též ukázala, že větší vliv předplodiny na výnos následné plodiny se projevuje u obilnin než u dvouděložných plodin. Především pšenice reagovala na pěstování po zlepšující plodině výrazněji vyšším výnosem. Například průměrný výnos pšenice ozimé ze čtyř podniků po kukuřici byl pouze 7,2 t/ha, kdežto po řepce 8,4 t/ha. Projevila se u ní též výnosová deprese při zařazení po jiné obilovině, kdy průměrný výnos po všech předplodinách vykazoval hodnotu 7,35 t/ha, kdežto průměrný výnos po obilnách předplodinách pouze 6,65 t/ha. Podobně na obilní předplodinu reagovalo tritikále, ale například u ovsa nehrál výběr předplodiny příliš velkou roli. U ječmene jarního se pro změnu výrazně pozitivně projevilo zařazení po cukrovce, po níž následoval průměrný výnos hodnot 8,3 t/ha oproti kukuřici, na níž ječmen reagoval výnosem 5,6 t/ha. Dvouděložné plodiny pak na obilní předplodinu oproti neobilní téměř nereagovaly. Obecně však lze říci, že pozitivní vliv na výnos následných plodin měly dusík vázající plodiny jako například sója, hrách, lupina či jetel a jetelotráva.
- Při shrnutí této práce lze ovšem říci, že na výnos sledovaných plodin neměl takový vliv výběr předplodiny, ale podnik, ze kterého data pochází. Práce tedy ukázala, že významnější vliv na výnos plodin, než je výběr předplodiny, má například úroveň agrotechniky, případně množství hnojiva či způsob ošetřování. A především půdně-klimatické podmínky, kterým jsou pěstované rostliny vystaveny, jako je půdní typ a půdní druh, průměrný úhrn srážek a průměrná teplota na dané lokalitě.

8 Literatura

- Bajla J, Hrubý D, Líška E, Žembery J. 2008. Systémy obrábění půdy. Pages 79 – 155 in Líška E, et al, editors. Všeobecná rostlinná výroba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.
- Baranyk P, et al. 2010. Olejniny. Profi press, s. r. o. Praha.
- Baranyk P, et al. 2007. Řepka – pěstování – využití – ekonomika. Profi press, s. r. o. Praha.
- Barker DW, Sawier JE. 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy Journal* **97**:615 – 619.
- Bertholdsson NO. 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. Elsevier. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030198000434> (accessed February 2023).
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. Meziplodiny. Kurent s. r. o. České budějovice.
- Brink M, Belay G. 2006. Cereals and Pulses: Plant resources of Tropical Africa. PROTA.Wageningen
- Cantale C, Petrazzuolo F, Correnti A, Farneti A, Felici F, Latini A, Galeffi P. 2016. Triticale for Bioenergy Production. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. Volume 8. **2016**:609-616
- Cooke DA, Scott RK. 1993. The sugarbeet crop. Chapman & Hall, London.
- Couédel A, Alletto L, Tribouillois H, Justes É. 2018. Cover crop crucifer-legume mixtures provide effective nitrate catchcrop and nitrogen green manure ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **254**:50-59.
- Couch Ch. 2000. Stop the stress. *Thefurrow* **7**:23-24
- Cox WJ, Cherney DJR. 2001. Row Spacing, Plant Density, and Nitrogen Effects on Corn Silage. *Agronomy Journal* **93**:597-602.
- Černý V, Křišťan F, Skala J, Strnad P, Šimon J, Vrkoč F, Baláš J. 1981. Osevní postupy základ intenzivní rostlinné výroby. Okresní výbor socialistické akademie v Ústí nad Orlicí, Ústí nad Orlicí
- ČSÚ. 2022. Soupis ploch osevů k 31. 5. 2022. Český statistický úřad. Praha. Available from https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&pvo=ZEM02A&evo=v551_!_ZEM02A-2022_1 (Accessed January 2023)
- Diviš J, Jůza J, Moudrý J, Vondryš J, Bárta J, Štěrba Z. 2010. Pěstování rostlin. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta. České Budějovice. Available from: <file:///C:/Users/Farma/Desktop/vej%C5%A1ka/Pestovani-rostlin-ZF-JU-ucebni-texty.pdf>. (Accessed January 2023)

- Duchenne T, Machet JM, Martin M. 1997. Potatoes. Pages 119-130 in Lemaire G, editor. Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops. Springer, Berlin, Heidelberg, Berlin.
- Egli DB, Crafts-Brander SJ. 1996. Soybeans – Photoassimilate distribution in plants and crops. Lexington Kentucky University, Kentucky.
- Faměra O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha.
- Gregg JS, Izaurrealde RC. 2014. Effect of crop residue harvest on long-term crop yield, soil erosion and nutrient balance: trade-offs for a sustainable bioenergy feedstock. Biofuels. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4155/bfs.09.8> (accessed February 2023).
- Geiger HH, Miedaner T. 2009. Rye Breeding. Pages 157 – 182 in Carena MJ, editor. Cereals. Springer – Verlag, New York
- Haberle j, Vlček V, Kohout M, Středa T, Dostál J, Svoboda P. 2015. Bilance a určení dostupné vody v kořenové zóně plodin. Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i. Praha
- Hejčman M, Kunzová E, Šrek P. 2012. Sustainability of winter wheat production over 50 years of crop rotation and N, P and K fertilizer application on illimerized luvisol in the Czech Republic. Elsevier. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429012003322> (accessed February 2023).
- Heneman P, Červinka J. 2007. Energy crops and bioenergetics in the Czech Republic. Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture No 51 (Agricultural Engineering) **200(7):73–78**.
- Herink J. 2011. Tvorba výnosových prvků ozimé pšenice v podmínkách ekologického zemědělství. [MSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice
- Honsová H. 2020. Slunečnice u nás ubývá. Agromagazín **21:9-10**.
- Hossam MI. 2012. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density. APCBEE Procedia. Volume **4:175-182**
- Houba M, Dostálová R. 2018. Luskoviny – charakteristika – pěstování – využití. Profí press, s. r. o. Praha.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profí press s. r. o. Praha.
- Konvalina P, Moudrý J. 2008. Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Kvěch O, Baláš J, Kos M, Křišťan F, Skála J, Strnad P, Šimon J, Vrkoč F. 1985. Osevní postupy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Kulovaná E. 2001. Agrotechnika máku. Úroda. Praha. Available from <https://www.uroda.cz/agrotechnika-maku/> (Accessed January 2023).

- Kunzová E, Hejman M. 2009. Yield development of Winter beat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. Elsevier. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429008002505> (accessed February 2023).
- Krause J, Machek O. 2018. A komparative analysis of organic and conventional farmers in the Czech Republic. *Agric. Econ. – Czech*, **64**:1-8.
- Křen J, Neudert L. 2013. Zásady střídání plodin a osevní postupy. Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF MENDELU. Available from https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/nove/Agrolesnictvi/Osevni_postupy.pdf (accessed February 2023).
- Líška E. 2008. Všeobecná rostlinná výroba. Pages 3 – 13 in Líška, et al, editors. Všeobecná rostlinná výroba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.
- Maxwell JE. 2011. Soybeans: cultivation, uses and nutrition. Nova Science Publishers. Hauppauge, New York
- Miedaner T, Hübner M, Koch S, Seggl A, Wilde P. 2010. Biomass yield of self-incompatible germplasm resources and their testcrosses in Winter rye. *Plant Breeding*. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0523.2010.01777.x> (accessed January 2023)
- Morrison JE. 2002. Strip tillage for no-till row crop production. *Applied Engineering in Agriculture*. **18**(3):277–284
- Mühleisen J, Piepho HP, Maurer, HP, Longin CFH, Reif JCh. 2014. Yield stability of hybrids versus lines in wheat, barley, and triticale. *Theoretical and Applied Genetics* **127**:309–316.
- Oehler NW, Karr DB, Kremer RJ, Emerich DW. 2000. Enhanced attachment of *Bradyrhizobium japonicum* to soybean through reduced root colonization of internally seedborne microorganisms. *Canadian Journal of Microbiology*. **46**(7)600-606
- Petr J, Černý V, Hruška L. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN, Praha
- Petr J, Beneš F, Lachman J, Martínek P, Mudřík Z, Poláčková J, Příhoda J, Říha K, Váňová M. 2008. Žito a tritikále. Profi press, s. r. o. Praha.
- Petr J. et al. 1987. Počasí a výnosy. SZN Praha, Praha
- Petrová B. 2008. Budoucnost je v biopalivech druhé generace. Tiskové oddělení MŽP. Available from https://www.mzp.cz/cz/news_tz080425biopaliva (accessed February 2023).
- Petříková V, Weger J. 2015. Pěstování plodin pro energetické a technické využití. Profi Press s. r. o. Praha

- Pospíšil R, Líška E. 2008. Striedanie plodín a oševné postupy. Pages 335 – 417 in Líška E, et al, editors. Všeobecná rastlinná výroba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.
- Potratz DJ, Mourtzinis S, Gaska J, Lauer J, Arriaga FJ, Conley SP. 2020. Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seedyield. *Agronomy Journal*. **112**:72– 80.
- Prochazka P, Smutka L. 2012. Czech Republic as an Important Producer of Poppy Seed. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*. Available from <https://ageconsearch.umn.edu/record/131361/> (accessed January 2023).
- Rathke WG, Behrens T, Diepenbrock W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seedyield, oilcontent and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassicanapus L.*). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume **117**, Issues **2–3**: 80-108
- Rathke WG, Christen O, Diepenbrock W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassicanapus L.*) grown in different crop rotations. *Field Crops Research*. Volume **94**, Issues **2–3**: 103-113
- Ritchie H, Roser M. 2021. Forests and Deforestation. *Ourworld in data*. Available from <https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation> (accessed March 2023).
- Řeňč j. 2015. Setí – Základ úspěchu pěstování kukuřice. Úroda. Profi Press. Available from <https://uroda.cz/seti-zaklad-uspechu-pestovani-kukurice/> (accessed January 2023)
- Říčařová V, Kazda J, Singh K, Ryšánek P. 2016. Clubroot caused by *Plasmodiophorabrassicae* Wor.: a review of emerging servus dinase of oilseed rape in the Czech Republic. *Plant Protect Science* **52**:71-86
- Sall AT, Chiari T, Legesse W, Ortiz R, Ginkel M, Bassi, FM. 2019. Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.): Origin, Cultivation and Potential Expansion in Sub-Saharan Africa. *Agronomy*. Available from <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/5/263> (accessed January 2023)
- Sálusová D. 2018. České zemědělství očima statistiky 1918 – 2017. Český statistický úřad. Praha. Available from <https://www.czso.cz/documents/10180/78834602/27021918.pdf/df8812aa-f530-4f43-83f7-7d56566ec3e3?version=1.0> (Accessed January 2023).
- Suciu V, Rusu T, Rezi R, Urda C. 2019. Agrotechnic, Economic and Environmental Advantages of the Soybean Crop. *Pro Environment Promediu*. Vol. **12** Issue 38: 112-115
- Šarapatka, B. Urban, J. et al. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ve spolupráci s MŽP ČR, Šumperk.
- Špánik F, Líška E, Žembery J. 2008. Přírodní prostředí a jeho charakteristika. Pages13 – 79 in Líška E, et al, editors. Všeobecná rastlinná výroba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.

- Šťastná M, Peřinková V, Pokorná P, Vaishar. 2019. A. New Approach to Sustainability in Rural Areas Comprising Agriculture Practices – Analysis of Demonstration Farms in the Czech Republic. Sustainability. Available from <https://doi.org/10.3390/su11102906> (accessed January 2023)
- Šarapatka B, et al. 2010. Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut, Olomouc.
- Tran CT, Becker HC, Horneburg B. 2022. Agronomic performance of normal-leafed and semi-leafless pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. Crop Science. **62**:1430 – 1442
- Uchida R, Hue NV. 2000. Soil Acidity and Liming. Pages: 101 – 111 in. Silva JA and Uchida R, editors. Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, Manoa.
- Urban J, Šarapatka B, et al. 2003. Ekologické zemědělství. Ministerstvo životního prostředí a PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi press, s. r. o. Praha.
- Vašák J, Honz J. 1993. Výběr plodin a osevní postupy pro rodinný zemědělský podnik. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, Praha.
- Vokál B, et al. 2013. Brambory – šlechtění – pěstování – užití – ekonomika. Profi press, s. r. o. Praha.
- Wang et al. 2021. Performance of Modern and Traditional Spelt Wheat (*Triticum spelta*) Varieties in Rain-Fed and Irrigated, Organic and Conventional Production Systems in a Semi-Arid Environment; Results from Exploratory Field Experiments in Crete, Greece. Agronomy. Available from <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/5/890> (accessed January 2023)
- Wegener M, Balgheim N, Klie M, Stibbe C, Holtschulte B. 2016. CONVISOR® SMART –an innovative approach of weed control in sugarbeet. Sugar Industry / Zuckerindustrie **141**:8:517-524.
- Wilcox JR. 2004. World Distribution and Trade of Soybean. Pages 1-14 in Shibles RM, Harper JE, Wilson RF, Shoemaker RC, editors. Soybeans: Improvement, Production, and Uses. American Society of Agronomy, Madison.
- Yasin M, Waqas M, Kaleem A, Ali A, Syed AH. 2012. ROLE OF BIO-FERTILIZERS IN FLAX FOR ECO-FRIENDLY AGRICULTURE. Agriculture. Available from https://www.researchgate.net/publication/278849197_ROLE_OF_BIO-FERTILIZERS_IN_FLAX_FOR_ECO-FRIENDLY_AGRICULTURE (accessed February 2023)
- 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, s. r. o. Praha.
- Zimolka J, et al. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v ČR. Profi press, s. r. o. Praha.

- Zhou MX. 2009. Barley Production and Consumption. Springer, Berlin, Heidelberg. Available from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-01279-2_1#citeas (accessed January 2023)
- Zuk-Golaszewska K, Purwin C, Pyser B, Wierzbowska J, Golaszewski J. 2009. Yields and quality of green forage from red Dover di-and tetraploid forms. *Journal of Elementology*. **2010**:15:4:754-770.

