



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta zemědělská a technologická

Katedra rostlinné výroby

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**VÝNOS A KVALITA JARNÍHO JEČMENE V ZÁVISLOSTI
NA HNOJENÍ DUSÍKEM**

Autorka práce: Bc. Tereza Machalová

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Štěrbá, Ph.D.

České Budějovice

2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorkou této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

.....
Bc. Tereza Machalová

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá dusíkatým hnojením u jarního ječmene pro sladovnické účely. Cílem práce bylo porovnat dva typy hnojení, plošné a variabilní aplikace, u odrůdy *Laudis 550*. Rozdíl byl nejenom v technice hnojení, ale také byly různé předplodiny. Jeden pozemek měl za předplodinu kukuřici s využitím na siláž a druhý pozemek pozdní konzumní brambory. Vyhodnocení probíhalo pomocí polního měření výnosových prvků, laboratorního měření a ekonomického zhodnocení. Při závěrečném vyhodnocení se došlo k výsledku, že variabilní aplikace dusíkatých hnojiv jsou u ječmenu jarního pozitivním agrotechnickým postupem. Variabilní aplikace mají za výsledek lepší hospodářský výnos a sladovnickou kvalitu.

Klíčová slova: precizní zemědělství, variabilní aplikace, ječmen jarní
sladovnický, *Laudis 550*, výživa rostlin

ABSTRACT

This diploma thesis deals with nitrogen fertilization of spring barley for malting purposes. The aim of this work was to compare two types of fertilization, areal and variable applications, variety *Laudis 550*. There were different pre-crops, the first option had corn and the second potatoes as a pre-crop. The result took place using field measurements of yield elements, laboratory measurements and economic evaluation. In the final assessment of the data from this experiment, it was found that variable applications of nitrogen fertilizers are a positive agrotechnical procedure in spring barley. Variable applications result in higher yield and malting quality.

Keywords: precision agriculture, variable applications, spring malting barley,
Laudis 550, plant nutrition

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Tereza MACHALOVÁ
Osobní číslo: Z20467
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Zemědělské inženýrství – Prvovýroba
Téma práce: Výnos a kvalita jarního ječmene v závislosti na hnojení dusíkem
Zadávací katedra: Katedra rostlinné výroby

Zásady pro vypracování

Cíl práce: Zjistit vliv plošného a variabilního hnojení na výnos zrna a sladovnickou kvalitu jarního ječmene.

- 1) Úvod – stručný nástin významu tématu
- 2) Literární přehled – nové poznatky na základě studia doporučené i další získané literatury
- 3) Metodický postup – založit poloprovozní pokus s plošným a variabilním hnojením dusíkem
 - a. Zemědělský podnik „Vysočina“ Želiv – charakteristika podniku
 - b. Charakteristika stanoviště (půdní druh, půdní typ), ročníku a zvolené agrotechniky
 - c. Popis založených variant
 - d. Popis hodnocené odrůdy jarního ječmene
 - e. Metody hodnocení sladovnické jakosti – vlhkost, podíl předního zrna, obsah bílkovin, klíčivost, energie klíčivosti
 - f. Sledování nástupu jedn. růstových a fází, sledování výskytu škodlivých činitelů
- 4) Výsledková část – hodnocení výnosu zrna, sladovnické jakosti, uspořádání do tabulek a grafů včetně slovního komentáře a ekonomického zhodnocení variant
- 5) Závěr – shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy opatření
- 6) Seznam literatury

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 50 stran

Rozsah grafických prací: 5 – 10 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

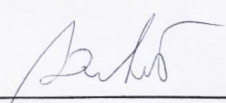
Martin, J. H., Waldren, R. P., Stamp D. L.: Principles of field crop production. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, p. 954, New Jersey, 2006.
Prugar J. a kol: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS a Komise jakosti rostlinných produktů ČÁZV, Praha, 2008.
Zimolka, J.: Ječmen – formy a užitkové směry v ČR. Proffii Press Praha, 2006.
Ječmenářská ročenka 2015-2017, VÚPS Brno.
Sborníky z konferencí a seminářů
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Agromagazín, Zemědělec
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.**
Katedra rostlinné výroby

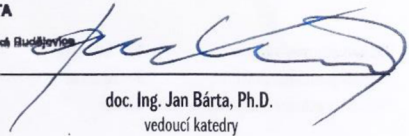
Datum zadání diplomové práce: **25. února 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2022**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLÉSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Právníká 166A, 250 06 Česká Budějovice



doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. února 2021

Poděkování

Zde bych chtěla poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Zdeňkovi Štěrbovi, Ph.D. za cenné rady, odborné informace a ochotu při zpracovávání této práce. A také panu Ing. Františkovi Vašákovi, za možnost zpracování diplomové práce v Zemědělském družstvu „Vysočina“ Želiv.

OBSAH

1.	Úvod.....	3
2.	Literární přehled	4
2.1.	PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ.....	4
2.1.1.	Variabilní aplikace v zemědělství	7
2.1.2.	Variabilní hnojení dusíkatými hnojivy.....	10
2.2.	PĚSTOVÁNÍ JEČMENE JARNÍHO	12
2.2.1.	Požadavky na prostředí	12
2.2.2.	Fenologické fáze	13
2.2.3.	Zařazení v osevním postupu	14
2.2.4.	Výživa a hnojení	15
2.2.5.	Sklizeň, posklizňová úprava	18
2.2.6.	Ekonomika pěstování sladovnického ječmene.....	19
2.3.	SLADOVNICKÉ ODRŮDY JEČMENE JARNÍHO	20
3.	Cíl práce	21
4.	Metodický postup	22
4.2.	CHARAKTERISTIKA STANOVÍŠTĚ	25
4.3.	POPIS ZALOŽENÝCH VARIANT	26
4.4.	CHARAKTERISTIKA ROČNÍKU.....	31
4.5.	AGROTECHNICKÝ POSTUP	32
4.6.	POPIS HODNOCENÉ ODRŮDY JARNÍHO JEČMENE.....	37
4.7.	SLEDOVÁNÍ VARIANT BĚHEM RŮSTU.....	38
4.7.1.	Pozemek – předplodina kukuřice	38
4.7.2.	Pozemek – předplodina brambory	41
4.8.	METODY HODNOCENÍ TVORBY HOSPODÁŘSKÉHO VÝNOSU.....	44
4.9.	METODY HODNOCENÍ SLADOVNICKÉ KVALITY	45

4.9.1.	Klíčovost.....	45
4.9.2.	Podíl předního zrna.....	45
4.9.3.	Obsah sušiny	46
4.9.4.	Obsah N-látek	47
4.10.	METODY HODNOCENÍ EKONOMICKÉHO VÝSLEDKU	49
5.	Výsledková část	50
5.1.	VÝSLEDKY TVORBY HOSPODÁŘSKÉHO VÝNOSU	50
5.2.	VÝSLEDKY MĚŘENÍ SLADOVNICKÉ KVALITY	58
5.2.1.	Přístroj NIR Analyzátor – <i>Inframatic 9200</i>	58
5.2.2.	Klíčovost.....	60
5.2.3.	Podíl předního zrna.....	61
5.2.4.	Obsah sušiny	62
5.2.5.	Obsah N-látek	63
5.3.	EKONOMICKÝ VÝSLEDEK	64
6.	Diskuse.....	66
7.	Závěr	70
8.	Příloha.....	72
9.	Seznam použité literatury	73
10.	Seznam obrázků.....	79
11.	Seznam tabulek	80
12.	Seznam grafů	81

1. Úvod

V posledních letech se systémy precizního zemědělství a firmy, které tuto službu nabízejí velmi rychle rozrůstají. Většina moderních zemědělských strojů dokáže být bez problému propojena s terminálem pro variabilní aplikace.

Největší součástí precizního zemědělství je udržitelnost. Mezi výhody tohoto technologického způsobu, které tento systém má je šetření pohonných hmot, šetření pojezdů po poli, to vede k menšímu utužování půdy. Také správné využití hnojiv a ochranných látek, které jsou aplikovány přesně tam, kde jsou potřeba. U variabilního setí jde o správné zajištění rostlin na jednotku plochy a tím k jistějšímu výnosu a jeho odpovídající kvalitě.

Precizní zemědělství a s tím spojené variabilní aplikace jsou určitě velkou budoucností současného zemědělství a plochy, které jsou tímto systémem obhospodařovány se budou nadále zvětšovat. Tlakem pro používání precizního systému zemědělství bude i legislativa a nařízení České republiky a Evropské unie.

Obilovinami je každoročně oseto okolo 55 % ploch v České republice. Ječmen jarní je po pšenici ozimé nejvíce pěstovanou obilovinou. V roce 2021 bylo v České republice oseto 216 tis. ha ječmenem jarním (Hartman, Psota 2021).

Jarní ječmen pro sladovnické účely je velmi typická česká plodina, která je velmi ceněná pro její využití pro výrobu piva. Zároveň je to plodina velmi dobře ekonomicky rentabilní při správném agrotechnickém postupu. Velká část sklizeného zrna nebo zpracovaného sladu je exportní plodinou do ostatních států.

2. Literární přehled

2.1. PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

Precizní zemědělství je koncept založený na snímání nebo pozorování a reagováním na prostorovou a časovou variabilitu plodin. Snímání je základní složka konceptu precizního zemědělství. Konvenční systém precizní technologie je spojována s geolokací prostřednictvím GPS (*global positioning system*) nebo GNSS (*global navigation satellite system*) (Taylor, Francis, 2016).

Precizní zemědělství či *smart farming* je označováno digitální revolucí v zemědělství, jde ale jen o postupné zavádění moderních technologií, které se samozřejmě používáme již nějakou dobu v běžném životě. Hlavním cílem je zvýšit efektivnost pracovních operací, zkvalitnit hospodaření v krajině směrem k udržení produkční schopnosti půd a omezení enviromentálních rizik (Lukas a kol., 2020).

Přestože je precizní zemědělství zaměřeno především na hospodaření na orné půdě lze v budoucnu očekávat jeho širší uplatnění. Už nyní je patrné, že také při jiných zemědělských aktivitách je možné zlepšovat rozhodovací procesy s využitím rozsáhlým, ale cílených dat a jejich zpracování. Tak lze rovněž rozvíjet chov jednotlivých druhů hospodářských zvířat v živočišné produkci (Neudert, Lukas, 2015).

Přestože je precizní zemědělství postaveno na využívání nejmodernějších technologií, základní principy ve výživě rostlin zde zůstávají stále platné. Vychází se z bilančního přístupu, tzn. že živiny odebrané pěstovanými plodinami, respektive následně odvezené z pozemku ve formě sklizených

produktů, je třeba do půdy navrátit ve formě hnojiv (statkových nebo minerálních) (Neudert, Lukas, 2017).

Technologie precizního zemědělství se v současnosti již etablují v praxi a řada technických prvků je často součástí standartní výbavy na trh nově uváděné mechanizace (Neudert, Lukas, 2015).

Klíčovým prvkem v oblasti precizního zemědělství jsou senzory a algoritmy pro správu a interpretaci dat. Řada senzorů je dnes nabízena komerčně, celá řada senzorové techniky se vyvíjí (Kroulík, 2021).

Zavádění postupů precizního zemědělství je spojeno s celou řadou nákladů jako náklady spojené se získáváním dat, náklady na správu dat, systémy podpory rozhodování, náklady na aplikační a navigační techniku (Neudert, Lukas, 2015).

Některé zemědělské podniky v České republice si už hospodaření podle zásad precizního zemědělství vyzkoušely. Různé metody se ověřují v mnoha pokusech, v současnosti se v ČR podle zásad precizního zemědělství hospodaří asi na 5 % výměry (Honsová, 2020).

Použití postupů precizního zemědělství v ochraně rostlin otevírá nové perspektivy kontroly a dokumentace využívání přípravků na ochranu rostlin (Neudert, Lukas, 2015).

Ekonomická udržitelnost je velká součást precizního zemědělství. Vstupy jako je závlaha, hnojiva nebo pesticidy přispívají významně k výrobním nákladům. Snížení těchto vstupů a zvýšení kvality produkce z precizního zemědělství může zefektivnit zemědělství. Zvýšená účinnost využití těchto vstupů má také sekundární ekonomické výhody, že precizní zemědělství snižuje vložené náklady na energii a náklady na životní prostředí (Taylor, Francis, 2016).

Využíváním přesné navigace ale lze ušetřit zhruba 10 až 15 % nákladů na zpracování půdy v důsledku omezení překrývání záběrů. To samé je výhodné také při aplikaci chemických ochranných látek. Přesnou navigací je možno zlepšit produktivitu práce velkých zemědělských podniků až o 40 % (Honsová, 2021).

Rentabilita precizního zemědělství vychází z porovnání ekonomických výnosů, daných úsporou materiálových vstupů do rostlinné produkce a zvýšením množství a kvality výsledné produkce, s náklady na zavedení a provozování tohoto způsobu hospodaření. Významným vlivem na rentabilitu postupů lokálně cíleného obhospodařování je heterogenita pozemků, intenzita hospodaření a velikost podniku (Neudert, Lukas, 2015).

Precizní zemědělství v zásadě umožňuje pěstitelům zvyšovat produkci s vynaložením nižších nákladů. Základní podmínkou je správné vyhodnocení získaných dat, což vyžaduje znalosti v oboru pro jejich odpovídající využívání (Honsová, 2020).

2.1.1. Variabilní aplikace v zemědělství

Podstatou variabilních aplikací je stanovení a aplikace optimální dávky přípravku (např. hnojiva nebo POR) do konkrétního místa na poli s přihlédnutím k jeho relativnímu výnosovému potenciálu či aktuálnímu stavu. Variabilní aplikace nabízejí možnost, jak optimalizovat a snižovat zemědělské vstupy při současném zvýšení ziskovosti farem (Varistar s.r.o., 2021).

Variabilní aplikace minerálních hnojiv, herbicidů a pesticidů, ve srovnání s celoplošně uniformní aplikací, má nesporné výhody jako ekonomické, tak ekologické. Vede k celkovému snížení spotřeby používaných přípravků, dále pak ke snížení nákladů na hnojiva a chemické prostředky s návazností na zvýšení zisků z jednoho hektaru (Neudert, Lukas, 2015).

Vymezení zón pro variabilní aplikace na základě rozdílné výnosové úrovně je jedním z klíčových postupů precizního zemědělství (Lukáš, Kroulík, Křížová, 2020).

Hlavním cílem je přizpůsobení pěstebních operací aktuálním (lokálním) podmínkám stanoviště, přičemž zásadou je provádět pěstební zásahy na správném místě, se správnou intenzitou a ve správný čas. Cílem je efektivní využití hnojiv s ohledem na výnosový potenciál daného místa na pozemku, optimalizace kvality produkce a snížení kontaminace životního prostředí (Lukas, 2012).

V současné době lze hnojení, setí i další zásahy na poli přizpůsobovat variabilitě půdních bloků. Cílem variabilních zásahů je co největší

omezení stresových situací, například sucha, nedostupnosti živin nebo napadení porostů chorobami a škůdci (Honsová, 2020).

Při tvorbě podkladů pro variabilní provádění pěstebních zásahů se vychází z mapování prostorové nevyrovnanosti nejrůznějšími metodami a následné kombinace výsledných mapových záznamů. Stanovení intenzity zásahu může vycházet z měření aktuálního stavu daného agronomicky významného jevu, jako je stanovení zásobenosti půdy živinami z půdního vzorkování pro aplikaci zásobního hnojení, hodnocení výživného stavu ze spektrálních měření plodinových senzorů pro variabilní přihnojování porostů, měření elektrické vodivosti půdy pro variabilní zpracování půdy, snímkování pomocí bezpilotních prostředků (dronů) pro hodnocení zaplevelení a přípravu cílené aplikace herbicidů apod (Lukas, 2020).

V zemědělské praxi ČR je zásoba přístupných živin a hodnota výměnné půdní reakce monitorována v rámci Agrochemického zkoušení půd (AZP). Toto sledování probíhá periodicky již od roku 1961 v šestiletých cyklech na základě zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách pomocných rostlinných přípravcích, substrátech a agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 275/1998 Sb. o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků ve znění pozdějších vyhlášek (Lukas, 2021).

Tradičním způsobem získávání informací o půdních vlastnostech je vzorkování půdy a následné laboratorní analýzy půdních vzorků.

Pro přesnost zachycení reálného stavu je rozhodujícím parametrem hustota vzorkování a rozmístění odběrových bodů po pozemku. Hustota vzorkování je odvislá od úrovně variability pozemku, ale zpravidla se v precizním zemědělství pohybuje v rozmezí jeden vzorek na 1-5 ha (Neudert, Lukas, 2015).

Variabilita půdních podmínek je způsobena celou řadou faktorů, jejichž vliv se mění s ohledem na prostorové měřítko sledování. V regionálním měřítku převládá vliv klimatických faktorů, způsob využití půdy, vegetační pokryv a charakteristiky povrchu krajiny. Na úrovni pole jsou hlavními faktory ovlivňujícími variabilitu půdní typ, reliéf terénu, předplodina a předchozí způsob hospodaření. Ve větším měřítku pak mohou mít vliv směr řádků porostu, způsob aplikace živin, technologie zpracování půdy a stupeň utužení půdy (Lukas, 2011).

Mezi zdroje variability se řadí půda (druh, typ fyzikální vlastnosti), počasí, dostupná vláha, živiny, škůdci, choroby nebo plevele. Technologie precizního zemědělství představuje uzavřený kruh (Honsová, 2021).

2.1.2. Variabilní hnojení dusíkatými hnojivy

Principy precizního zemědělství nacházejí své uplatnění nejčastěji při hnojení, kdy dávkování hnojiv není rovnoměrné, ale mění se plošně na základě zjištěné variability pozemku. Zatímco variabilní aplikace fosforečných a draselných hnojiv a vápenatých hmot je relativně jednoduchá, neboť je založena na jednorázovém diskretním vzorkování půdy, správné určení variabilní dávky minerálního dusíku vyžaduje náročnější postupy. Cílem variabilního hnojení dusíkem je podpořit efektivitu využití této živiny pro tvorbu výnosu a omezení ztrát dusíku vyplavením do povrchových a podzemních vod (Bouma, 2019).

Pro variabilní přihnojování porostů dusíkatými hnojivy lze doporučit kombinaci diagnostiky aktuálního výživného stavu rostlin pomocí spektrálních měření plodinovými senzory nebo metodami dálkového průzkumu, s mapou produkčních zón definující odběr živiny na očekávanou produkci. Pro přihnojení v raných fázích lze z důvodu méně spolehlivé diagnostiky stavu rostlin využít pouze mapu produkčních zón. Výchozím předpokladem při aplikaci N hnojiv dle podkladové mapy produkčních zón je zvýšení dávky hnojení na místech s vyšším očekávaným výnosem. Výše maximální dávky je stanovena s ohledem na odběr živiny a průběhu povětrnostních podmínek v daném roce. V oblastech s opakovaným výskytem poléhání porostu lze doporučit významné snížení úrovně hnojení, pro vymezení těchto míst lze využít mapu produkčních zón v kombinaci s reliéfem terénu (Neudert, Lukas, 2015).

Hnojením by se mělo pěstovaným plodinám zajistit adekvátní přísun živin pro vytvoření požadovaného výnosu a kvality produkce. Při stanovení dávky hnojení se berou v úvahu půdní a klimatické podmínky stanoviště, vliv předplodiny, organického hnojení, popř. zpracování půdy nebo závlah a v neposlední řadě také legislativní ekologická omezení. Klasický bilanční princip tzv. nahrazovacího hnojení – tj. navrácení živin odvezených z pozemku ve sklizených produktech s přihlédnutím k zásobě přístupných živin v půdě (podle výsledků Agrotechnické zkoušení zemědělských půd – AZZP), popřípadě k obsahu živin v použitých statkových hnojivech, se využívá pro stanovení potřeby hnojení plodin fosforem a draslíkem, popř. hořčíkem (Lukas, 2012).

Pro variabilní aplikace dusíkatých hnojiv lze mapy produkčních zón využít zejména pro základní hnojení dusíkatými hnojivy nebo přihnojení v raných fázích růstu plodin. Pro pozdější přihnojování je vhodné produkční zóny doplnit o výsledky průběžného monitoringu aktuálního stavu porostů z dálkového průzkumu nebo sensorového měření (plodinové senzory) (Lukas a kol., 2020).

Aplikační mapa polohopisně zobrazuje aplikační dávky pro jednotlivé zóny variabilní aplikace. Při přípravě aplikační mapy lze účinně a efektivně využít i informace o aktuálním stavu porostu (Semrádová, 2021).

2.2. PĚSTOVÁNÍ JEČMENE JARNÍHO

2.2.1. Požadavky na prostředí

Ječmen jarní se pěstuje ve všech výrobních oblastech, avšak vysoké sladovnické hodnoty dosahuje jen za určitých půdně klimatických podmínek. Aktuální průběh daného ročníku pak ovlivňuje nejen výnos, ale i kvalitu sklizeného ječmene (Zimolka a kol., 2006).

Nároky jarního ječmene na zpracování půdy nejsou výrazné. Ječmen vyžaduje přirozeně ulehlejší půdy s příznivými vlhkostními poměry, nesmí dojít k tzv. zamazání osiva při vysetí. Kvůli těmto nárokům se při pěstování ječmene velmi často a úspěšně uplatňují minimalizační technologie zpracování půdy, kdy je půda zpracovávána pouze na hloubku kolem 10 cm (Winkler a kol., 2016).

V České republice se doporučené výsevky jarního ječmene pohybují, v závislosti na výrobní oblasti, zpravidla mezi 3-5 MKZ.ha⁻¹ (Bouma, 2022).

Vliv na výnos a obsah N-látek má i způsob zpracování půdy (Černý, Vašák, 2006).

2.2.2. Fenologické fáze

Dynamika příjmu živin významným způsobem ovlivňuje zakládání výnosových prvků. Má vliv na proces odnožování, tvorbu dostatečného množství produktivních odnoží, ovlivňuje tvorbu klasu a klásků, zasahuje také do vývoje zrna, což limituje jeho plnění, a to se následně promítá do jeho velikosti, hmotnosti a s tím související extraktivnosti, která je důležitá pro sladaře a pivovarníky (Hřivna, Dufková, 2021).

V období klíčení a vzházení se rozhoduje o konečném počtu rostlin na jednotce plochy. Je důležité, aby klíčení a vzházení bylo rovnoměrné a pokud možno za co nejkratší dobu, neboť byla prokázána korelace mezi délkou doby vzházení a počtem vzešlých rostlin (Klem, 2011).

Cílem všech agrotechnických opatření ve fázi odnožování je dosažení 2 až 4 plodných stébel na rostlině, což představuje 800–1000 klasů na m². Celkově lze považovat odnožování za jedno z nejvýznamnějších období růstu, kdy se rozhoduje o hustotě porostů, potenciálu výnosu a do značné míry i o kvalitě zrna (Klem, 2011).

2.2.3. Zařazení v osevním postupu

Výsledky dlouhodobých pokusů ale i zkušenosti zemědělské praxe ukazují, že vliv předplodin na výnos ječmene je velmi vysoký. Především v horších agroekologických podmínkách není možné nevhodnou předplodinu kompenzovat hnojením, rostlinolékařskými opatřeními nebo odrůdou (Winkler, 2019).

Při střídání plodin je často tradičně řazen po plodinách s dlouhou vegetační dobou (cukrová řepa, brambory, kukuřice). Skladba pěstovaných plodin a předplodina výrazně ovlivňuje výši výnosu a jeho kvalitu (Winkler, 2016).

Současné zemědělství v České republice je charakteristické velmi úzkou skladbou plodin struktura pěstovaných plodin je dána především podmínkami trhu. Kvůli tomu je střídání pšenice a ječmene stále běžnější (Winkler, 2019).

Za nejlepší předplodiny jsou všeobecně považovány organicky hnojené okopaniny (řepa cukrová, řepa krmná a pozdní brambory). V kukuřičné a řepařské oblasti jsou vyhovujícími předplodinami také kukuřice na siláž a na zrno, za předpokladu, že se před orbou dokonale rozdrť nadzemní částí rostlin a urychlí se jejich rozklad. (Hřivna, Dufková, 2021).

Ovšem je zde nebezpečí přenosu některých patogenů z posklizňových zbytků kukuřice na porost ječmene. Proto je zde důležité zajistit urychlený rozklad posklizňových zbytků (Winkler, 2019).

2.2.4. Výživa a hnojení

Při růstu jarního ječmene jsou zejména kritická následující období: vzcházení, odnožování, sloupkování, plnění zrna. Ve všech těchto fázích je nezbytné, aby mohly rostliny ječmene přijímat živiny podle jejich fyziologické potřeby. Je však mnoho faktorů, které omezují mobilitu živin v průběhu vegetace, a tím i jejich přístupnost a přijatelnost pro rostliny. Některé faktory známe dopředu. Pokud podmínky nejsou optimální, můžeme je alespoň částečně vhodnými postupy ještě před pěstováním ječmene upravit (Černýa kol., 2018).

Ječmen je plodinou s vysokými nároky a velmi dobře reaguje na uceleně dodané intenzifikační vstupy (Černý, Vašák, 2006).

Ječmen je plodina, které velmi dobře reaguje na vápnění. Toto hnojení je však spíše otázkou podzimního termínu aplikace, případně řešení v rámci celého osevního postupu (Černý a kol., 2018).

Klíčový z pohledu růstu a vývoje porostu je dusík. Dusík ovlivňuje významně dynamiku tvorby sušiny, má vliv na množství založených odnoží, rozhoduje o množství založených klásků v klasu a v neposlední míře ovlivňuje mechanické vlastnosti zrna především HTZ, velikost zrna a promítá se do obsahu N-látek v sušině zrna, což má z technologického hlediska klíčový význam. Pro efektivní využití dusíku je nezbytné počítat i s uplatněním síry. Nedostatek S vede k snížení růstu rostlin, vitality a odolnost vůči abiotickým a biotickým stresům (Hřivna, Dufková, 2021).

Dusík je jeden z nejvíce důležitých minerálních prvků pro rostliny a je přijímán kořenovým systémem převážně v anorganických formách jako NH_4^+ a NO_3^- . Rostliny asimilují dusík jako zdroj pro růst, produkci a rozvoj biomasy (Krcek, 2008).

Dusík je často nejvíce omezujícím prvkem pro plodiny v hlavních světových zemědělských oblastech, a proto je pro zemědělce ekonomicky výhodné adaptovat správnou strategii hospodaření s dusíkem (Shafi, 2011).

Ječmen je velmi citlivý na nedostatek dusíku a velmi dobře reaguje na dusíkaté hnojení (Alam, Haider, 2006).

Zvýšení dávek dusíku nad určitý limit může způsobit polehnutí rostlin a v konečném důsledku snížení výnosu zrna (Shafi, 2011).

Celková spotřeba dusíkatých hnojiv při precizní aplikaci však nemusí být vždy nižší než u rovnoměrného (homogenního) hnojení, jeho spotřeba je však optimalizována (Bouma, 2019).

Neméně důležitá, než dusíkatá výživa je vyvážený obsah všech prvků. Zvýšená potřeba P nastává hned v počátku vegetace, kdy už vyčerpávají zásobní látky z endospermu a kořeny jsou ještě málo rozvinuté. Aplikace NP hnojiv před setím nebo pod patu je pro jarní ječmen nejlepším řešením (Černý, Vašák, 2006).

U sladovnického ječmene by celková dávka dusíku neměla převýšit $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, neboť by i přes zvýšení výnosu při vyšším dusíkatém hnojení mohly nastat problémy s obsahem N-látek v zru (Černý, Vašák, 2006).

Tab. 1 Potřeba živin jarního ječmene vyjádřená jako odběrový normativ (kg živiny na 1 t zrna) a celková potřeba živin (kg.ha⁻¹) pro výnosy 3, 5 a 8 t.ha⁻¹
Zdroj: Černý, Balík, Kulháněk, Sedlář (2018)

Parametr		N	P	K	Ca	S	Mg
Odběrový normativ		20-24	3,5-6,2	16-21	6,0-8,5	3,2-4,5	1,2-2,4
Celková potřeba živin (kg.ha ⁻¹)	výnos 3 t.ha ⁻¹	66	15	54	21	12	6
	výnos 5 t.ha ⁻¹	110	25	90	35	20	10
	výnos 8 t.ha ⁻¹	176	40	144	56	32	16

Nedostatek některé živiny nebo nevhodný poměr živin může významně snížit výnosový potenciál pěstované odrůdy. Vzhledem ke slabé osvojovací schopnosti ječmene je důležité, aby živiny byly dobře (rychle) dostupné pro rostliny. Takto působí především živiny uvolňované z hnojiv, některé živiny z posklizňových zbytků rostlin (přesněji vedlejších sklíditelných produktů předplodin). Uvolňování živin z půdy (půdní zásoby) však bývá často pomalejší a potřebné živiny nemusí být ječmenem využity (Černý a kol., 2018).

2.2.5. Sklizeň, posklizňová úprava

Kvalita zrna sladovnického ječmene je ovlivňována řadou podmínek, které často působí ve složitých interakcích, a mohou být příčinou rozdílné ročníkové reakce na daný faktor. Podobně je tomu i u vztahu mezi hustotou porostu a kvalitou ječmene. Přesto je možné hustotu porostu považovat za klíčový faktor především z pohledu obsahu dusíkatých látek v zrně (Klem, 2011).

Pro sladovnické účely musí být zrno co nejméně mechanicky poškozeno. K nejmenšímu poškození během sklizně dochází při vlhkosti 15-17 %. Sklízecí mlátičku je tedy nutno správně nastavit podle aktuální vlhkosti zrna (Černý, 2007).

2.2.6. Ekonomika pěstování sladovnického ječmene

Jarní ječmen je plodinou s vynikající ekonomikou pěstování a jistotou dobrého prodeje v současnosti i v příštích letech (Hudec, 2020).

Primární využití je spojeno s výrobou sladu, který má na našem území dlouholetou tradici. Produkce určená pro sladovnické využití musí splňovat přísné požadavky na kvalitativní parametry. Zajištění požadavků na kvalitu zrna pro produkci sladu, včetně zvýšení ekonomické efektivity pěstování a dodržení ekologických rizik, včetně přípravy na podmínky společné zemědělské politiky, vedou k hledání nových technologických postupů zakládání porostů (Bouma, 2022).

Výnosy se v roce 2021 pohybovaly na dobré úrovni, u jarního ječmene se v celorepublikovém průměru dosáhlo $5,33 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a u ozimého $6,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Velechová, 2022).

Ječmen je v České republice druhou nejrozšířenější obilninou po pšenici. V roce 2021 na našich polích jarní ječmen zaujímal 215 737 ha, zatímco ozimý jen 111 006 ha (Velechová, 2022).

V současné době je Česká republika s výrobou cca 550 tisíc tun sladu 5. největším producentem této suroviny v Evropské unii. Český slad má nejen v Evropě, ale i ve světě velmi dobrý zvuk a patří mezi významné exportní komodity. Každoročně se ho vyveze okolo 250 tisíc tun (Hudec, 2020).

2.3. SLADOVNICKÉ ODRŮDY JEČMENE JARNÍHO

Výběr vhodné odrůdy ovlivňuje skoro všechny sledované kvalitativní a kvantitativní znaky. Odrůdová skladba se v České republice řídí *Seznamem doporučených odrůd* a *Evropským katalogem odrůd* (Černý, 2007).

V *Seznamu doporučených odrůd* můžeme najít odrůdy, které jsou doporučené pro sladovnické účely a odrůdy, které jsou doporučené přímo pro výrobu piva s Chráněným zeměpisným označením „*České pivo*“.

V *SDO* pro rok 2021 se nachází 7 odrůd, které jsou doporučené pro výrobu piva s *CHZO* „*České pivo*“. Kromě *Laudis 550* tam můžeme najít *Bojos*, *Francin*, *Malz*, *Adam*, *LG Ester*, *Manta*.

3. Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit vliv plošného a variabilního hnojení na výnos zrna a sladovnickou kvalitu jarního ječmene.

Pokus probíhal v praktických podmínkách provozu Zemědělského družstva „Vysočina“ Želiv. Byl porovnán výnos a kvalita sladovnické odrůdy ječmene jarního *Laudis 550*.

Splnění cíle práce předcházelo sledování porostu při růstu a kontrola škodlivých činitelů a dokumentace průběhu fenologických fází.

Za účelem splnění cíle byly hodnoceny výnosové prvky, kterými byl počet klasů na m², počet zrn v klasu, HTZ a teoretický a skutečný výnos. V laboratorní části se hodnotila klíčivost, podíl předního zrna, obsah N-látek a škrobu.

U hodnocených parametrů se poté porovnály rozdíly mezi variabilní a plošnou aplikací hnojiv a dále byl hodnocen ekonomický výsledek mezi variantami.

Závěr práce je věnován výsledkové části, vyhodnocení rozdílu mezi variantami hnojení. Diskuse a závěr práce se věnují využití variabilních aplikací ve srovnání s kvalitou hospodářského výnosu a sladovnickou jakostí.

4. Metodický postup

Pro splnění cíle práce byla sestavena následující metodika. Byly vybrány dva pozemky s pěstovanou plodinou – ječmen jarní sladovnický. Tyto pozemky byly dále rozděleny na dvě parcely, kdy jedna část byla hnojena plošnou aplikací dusíkatých hnojiv a druhá část byla hnojena variabilní aplikací dusíkatých hnojiv.

Byl použit ledek amonný s dolomitem jako dusíkaté hnojivo využitě jak pro plošné a variabilní hnojení u obou pozemků. U plošné varianty bylo spotřebováno $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($40,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) hnojiva, u variabilní části bylo aplikováno v rozmezí $120\text{-}170 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($27\text{-}38,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) dle aplikačních map.

Variabilní aplikace byla také využita pro použití regulátoru růstu ve fázi sloupkování a naduření listové pochvy.

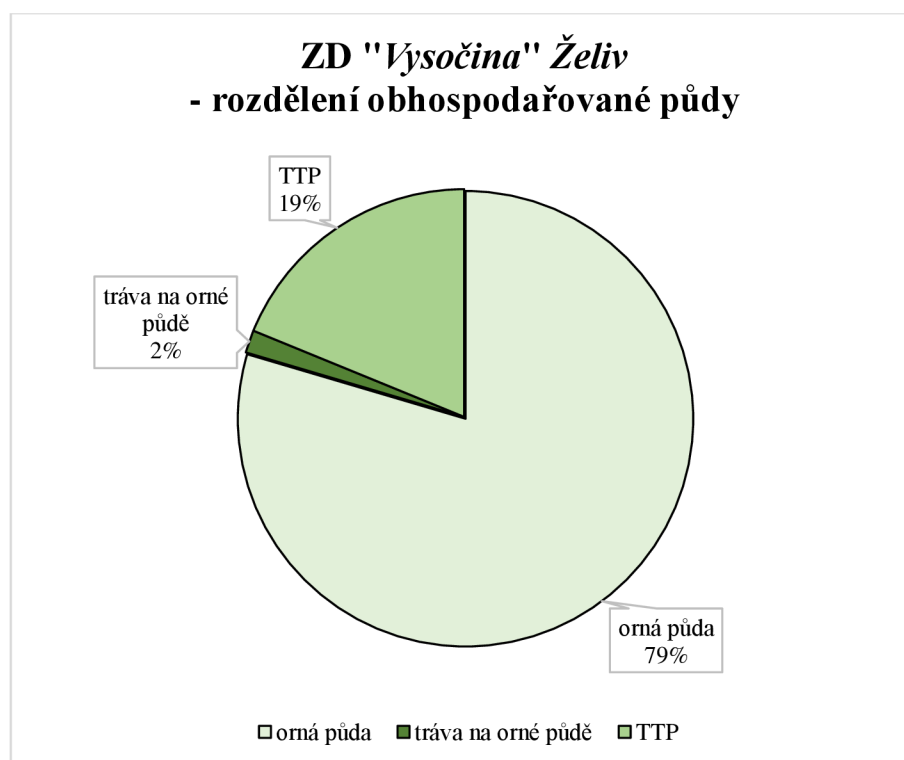
Pozemky se nacházejí v rozdílných nadmořských výškách a po jiné předplodině. U prvního pozemku byly předplodinou pozdní konzumní brambory, u druhého pozemku to byla kukuřice na siláž.

4.1. ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO „VYSOČINA“ ŽELIV

Zemědělské družstvo se nachází na *Českomoravské vrchovině*. Průměrná nadmořská výška je 480 m.n.m., obhospodařované pozemky se nachází v západní části *Českomoravské vrchoviny* v okrese *Pelhřimov*. Terén je velmi členitý. Zemědělská výrobní oblast je bramborařská.

Podnik hospodaří na 2987 hektarech, z toho 2376 hektarů orné půdy, 48 hektarů trávy na orné půdě a 562 hektarů trvalých travních porostů.

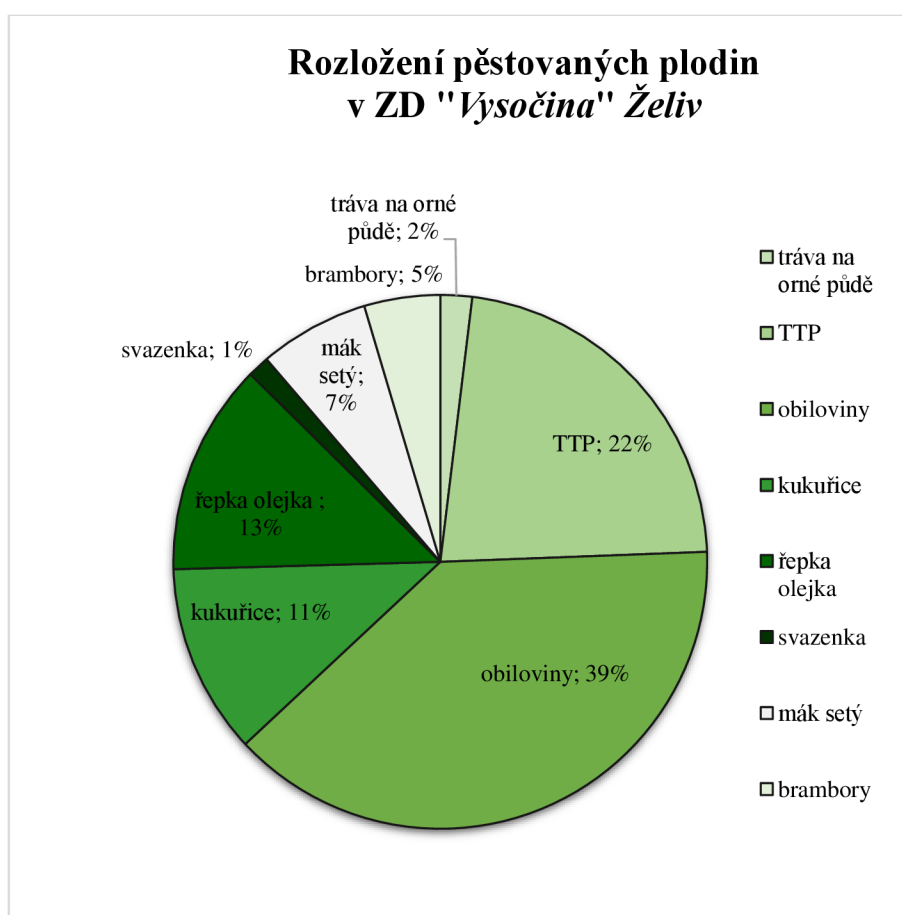
V rostlinné výrobě na orné půdě se nejvíce pěstují obiloviny a to na 966 ha. Nejvíce se zde pěstuje pšenice ozimá (384 ha) a ječmen jarní (256 ha). Kukuřice v roce 2021 byla pěstovaná na 288 hektarech a řepka olejka na 321 hektarech. Kukuřice je v tomto podniku pěstována pouze pro využití na siláž.



Graf 1 - ZD „Vysočina“ Želiv, rozdělení obhospodařované půdy

V roce 2021 bylo vyseto 33 hektarů svazenky vratičolisté pro semenářské účely. Velkou část orné půdy zabíral i mák setý – 167 hektarů. Na 115 hektarech se zde pěstují brambory průmyslového a konzumního typu.

Živočišná část výroby čítá 1600 dobytčích jednotek, z toho je 780 dojných krav plemene Holštýnský skot. Přibližně 150 dobytčích jednotek spadá do masného skotu.



Graf 2 Rozložení pěstovaných plodin v ZD „Vysočina“ Želiv

4.2. CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ

Pozemek – předplodina kukuřice

Pozemek je o rozloze 10,03 hektarů. Průměrná nadmořská výška pozemku varianty 1 je 527,64 m. Průměrná sklonitost je 4,26°, pozemek je orientovaný nejvíce na sever a severozápad. Pozemek spadá do I. ochranného pásma, z důvodu blízké vodní nádrže na pitnou vodu. Limit přívodu dusíku k plodinám je u sladovnického ječmene v ochranném pásmu max. 125 kg.ha⁻¹ N s výnosem 4,5-6,8 t.ha⁻¹.

Předplodinou pro tuto variantu byla kukuřice určená na siláž.

Pozemek – předplodina brambory

Výměra pozemku je 15,84 ha. Průměrná nadmořská výška je 552,08 metrů. Průměrná sklonitost je 3,06 °. Erozně ohrožená půda čítá 3,62 hektaru. Pozemek je orientovaný na východ a jihovýchod.

Předplodinou pro variantu 2 byly pozdní konzumní brambory.

4.3. POPIS ZALOŽENÝCH VARIANT

Variabilní aplikace dusíkatých hnojiv a regulátorů růstu byla sestavena pomocí služby od firmy *Varistar, s.r.o.*, která spočívá na základě agrotechnických požadavků klientů (agronomů). Základem je sestavení aplikačních map pro jednotlivé hony, kde bude variabilní aplikace probíhat.

Aplikační mapy se sestávají z agrotechnického zadání klienta a dlouhodobého sběru dat z GPS družic, dronů nebo rozborů půdy či jejich kombinace.

Dalším krokem je spojení traktoru a připojeného zařízení s propojením portálu *Varistar* a se synchronizací s počítačem v traktoru, který už bude pomocí portálu a aplikačních map provádět danou práci.

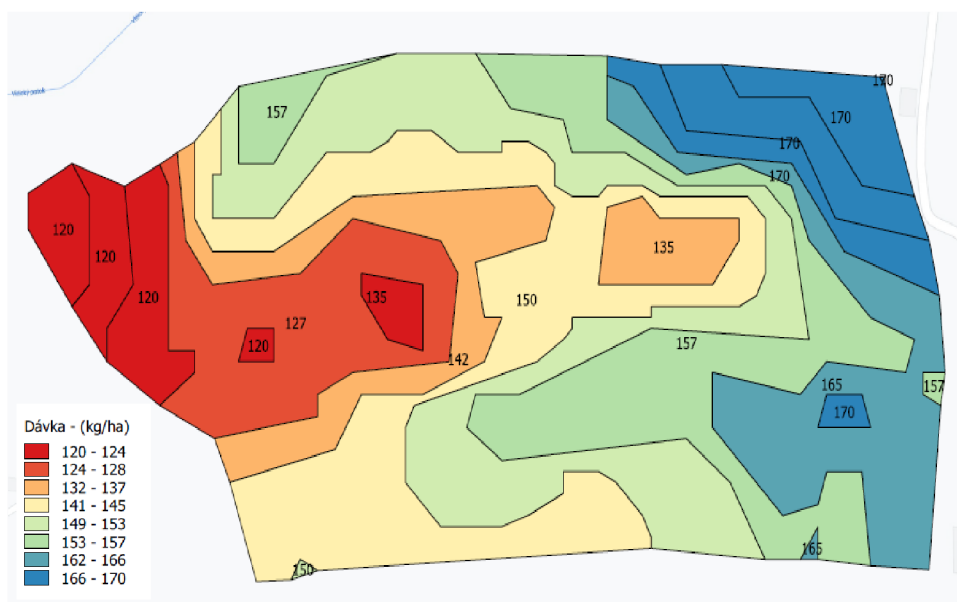
Oba pozemky byly rozděleny na část plošného a část variabilního hnojení, mezi kterými se hodnotila jejich rozdílnost ve výnosových prvcích a sladovnické kvalitě.

Aplikační mapy

Pozemek – předplodina kukuřice

U aplikační mapy tohoto pozemku je patrné, že pozemek je mírně nakloněný a dochází na něm k erozi, kdy v nejnižších bodech pozemku je nejnížší dávka dusíkatého hnojení ($120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), naopak na krajích, které jsou nejvýše položené vzhledem k pozemku je dávka dusíkatých hnojiv nejvyšší ($165\text{-}170 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

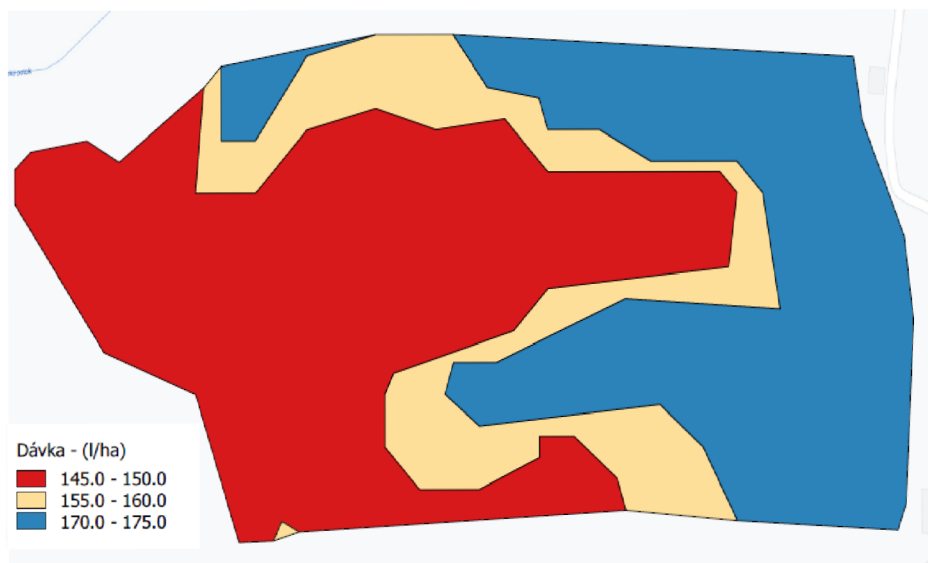
Pro variabilní aplikaci bylo využito hnojivo ledek amonný s dolomitem. Dusíkaté hnojivo s obsahem 27 % dusíku (13,5 % amonný, 13,5 % dusičnanový) a 4 % MgO. Je tvořen směsí dusičnanu amonného s jemně mletým dolomitem ve formě bělavých až světle hnědých granulí o velikosti 2 až 5 mm.



Obr. 1 Aplikační mapa – hnojení dusíkem

Stejný efekt je patrný i pro aplikaci morforegulátorů. U tohoto pozemku bylo aplikováno 145-175 l.ha⁻¹.

Tato aplikační mapa byla využita pro aplikaci regulátoru růstu (*Fabulis OD*) ve fázi sloupkování a následně látka pro zvýšení odolnosti proti poléhání (*Cerone 480 SL*) ve fázi naduřování listové pochvy.

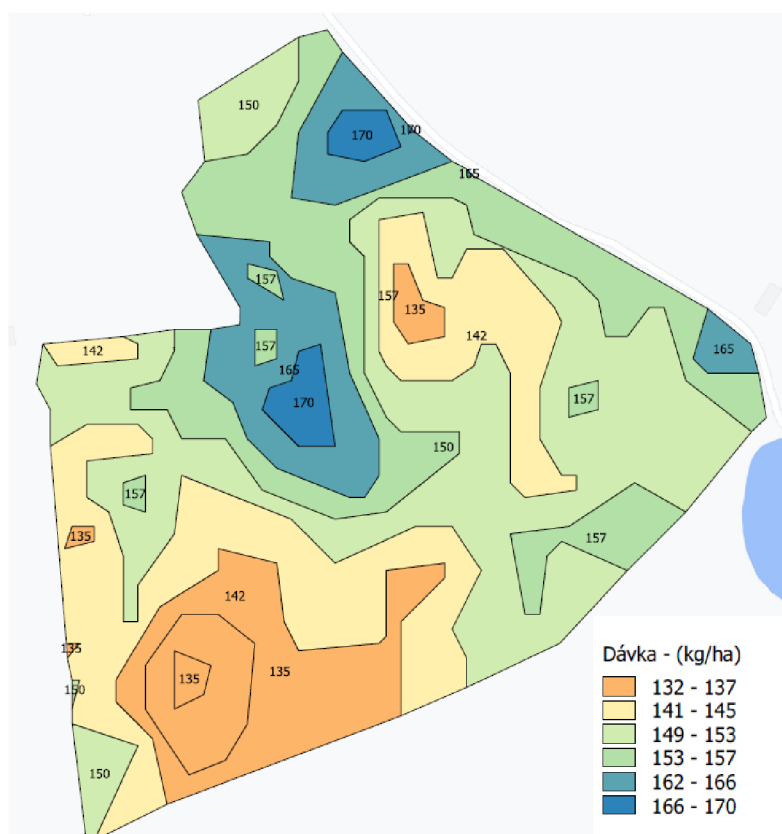


Obr. 2 Aplikační mapa - regulátor růstu

Pozemek – předplodina brambory

Plocha této parcely je více vyrovnaná, takměř bez erozí a dávka dusíkatého hnojení se tu pohybuje na menší škále, ale ve větší dávce – 132-170 kg.ha⁻¹. Většina této parcely byla hnojena v průměrné dávce 140-150 kg.ha⁻¹.

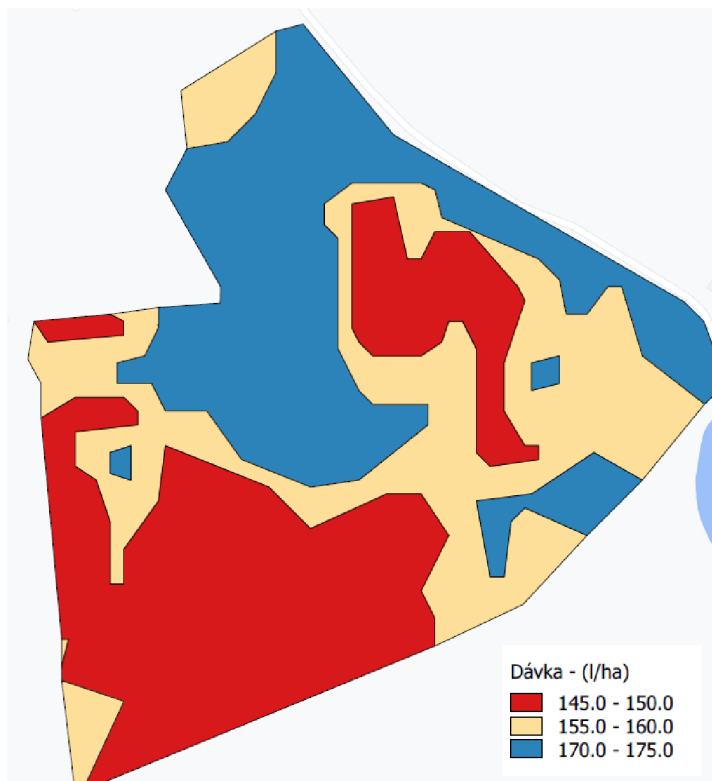
U této varianty bylo také využito hnojivo ledek amonný s dolomitem pro variabilní aplikaci. Doporučená dávka ledku ammonného s dolomitem pro jarní ječmen je 90-200 kg.ha⁻¹.



Obr. 3 Aplikáční mapa - hnojení dusíkem

Aplikace regulátoru růstu u tohoto pozemku se pohybovala v dávce 145-175 l.ha⁻¹.

Tato variabilní mapa byla využita při aplikaci zvýšení odolnosti proti poléhání s přípravkem *Combo 250 EC* ve fázi sloupkování a poté s přípravkem *Cerone 480 SL* ve fázi naduřování listové pochvy.



Obr. 4 Aplikační mapa - regulátor růstu

4.4. CHARAKTERISTIKA ROČNÍKU

Jaro roku 2021 bylo studené s dostatkem dešťových srážek, průměrné teploty byly nízké. Březen byl měsícem, který byl studený s velkým obsahem srážek, dešťových i sněhových. Studené teploty zapříčinily, že půda byla při seti velmi mokrá, což není pro jarní ječmen ideální.

V měsíci duben bylo srážek patrně více a teplota byla stále velmi nízká, důsledkem počasí bylo klíčení a vzcházení rostlin opožděné. Konec měsíce dubna a začátek měsíce květen byl už bez srážek. Od půlky května byly pravidelné dešťové přeháňky. Srážek bylo po dobu růstu rostlin na poli dostatek, před sklizní srážek ubylo a naskytlo se pár suchých dnů, které byly využity ke sklizni ječmenu v plné zralosti.

Pozemek s předplodinou kukuřice byl více mokřejší z důvodu severní expozice svahu. Pozemek s předplodinou brambory je na jižně exponovaném svahu a před sklizní byl pozemek velmi vysušený.

Tab. 2 Měsíční přehledy průměrné teploty a úhrnu srážek ve srovnání s dlouhodobým průměrem teplot a srážek
zdroj: ČHMÚ* do 15.8.2021

Stanice Košetice 534 m.n.m.	Měsíc					
	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Průměrná měsíční teplota [°C]	2,8	5,2	10,2	18,8	18,4	20,3*
Měsíční úhrn srážek [mm]	22,3	26,7	98,5	81,8	88,2	45,6*
Dlouhodobý průměr teplot (1988-2020) [°C]	3,0	8,1	12,9	16,2	18,0	18,0
Dlouhodobý průměr srážek (1988-2020) [mm]	46,0	39,5	62,0	75,4	85,7	80,3

4.5. AGROTECHNICKÝ POSTUP

Před založením porostu proběhlo zpracování půdy po předplodině pomocí podmítky a zapravení posklizňových zbytků předplodin – brambor, kukuřice. Byl použit diskový podmítač a poté následovala orba neseným otočným pluhem do hloubky 20 cm.

Předseťová příprava půdy probíhala v měsíci březen pomocí kompaktoru. Počasí bylo velmi studené s dešťovými i sněhovými srážkami. Ovlivnilo to následně i datum výsevu, ten proběhl až 1. dubna 2021. Bylo zapraveno certifikované mořené osivo do hloubky 3 cm v rozteči klasických obilnářských řádků 12,5 cm s výsevkem osiva 4 MKS ($180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Oba pozemky, varianta 1 a varianta 2, byly rozděleny na dvě části – jedna pro variabilní aplikaci dusíkatých hnojiv a regulátoru růstu a druhá pro plošnou aplikaci hnojení dusíkem i ostatních POR.

Pozemek – předplodina kukuřice

Pozemek spadá do I. ochranného pásma, kvůli vodnímu toku *Želivka*, který poskytuje pitnou vodu. Předplodinou byla kukuřice na siláž. Po setí byla aplikovaná dávka dusíkatého hnojiva (ledek amonný s dolomitem v dávce 150 kg.ha⁻¹) v plošné i variabilní aplikaci, kde byla průměrně dávka také 150 kg.ha⁻¹.

Tab. 3 Evidence hnojiv, pozemek – předplodina kukuřice

Datum	Typ hnojiva	Množství	Čisté látky
27.4.2021	Ledek amonný s dolomitem variabilní aplikace	150 kg.ha ⁻¹	34 kg.ha ⁻¹ N
18.5.2021	<i>Galleko – kořen</i>	0,5 l.ha ⁻¹	
18.5.2021	<i>AmisaN</i>	10 l.ha ⁻¹	2,3 kg.ha ⁻¹ N
18.5.2021	<i>YaraVita Mantrac Pro</i>	0,3 l.ha ⁻¹	500 g.l ⁻¹ Mn
4.6.2021	<i>YaraVita Zintrac 700</i>	0,2 l.ha ⁻¹	700 g.l ⁻¹ Zn
4.6.2021	<i>YaraVita Coptrac 500</i>	0,1 l.ha ⁻¹	500 g.l ⁻¹ Cu
23.6.2021	<i>Flowbrix Profi</i>	0,2 l.ha ⁻¹	380 g.l ⁻¹ Cu
23.6.2021	<i>Galleko – květ a plod</i>	0,5 l.ha ⁻¹	
23.6.2021	<i>YaraVita Zintrac 700</i>	0,2 l.ha ⁻¹	700 g.l ⁻¹ Zn

Tab. 4 Evidence pesticidů a morforegulátorů, pozemek – předplodina kukuřice

Datum	Přípravek	Množství	Účinek	Fenofáze
18.5.2021	<i>MultiAD</i>	0,4 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	odnožování
18.5.2021	<i>Dash HC</i>	20 g/ha	herbicid: dvouděložné plevele	odnožování
18.5.2021	<i>Biathlon 4D</i>	0,6 l.ha ⁻¹	herbicid: dvouděložné plevele	odnožování
4.6.2021	<i>Fabulis OD</i> variabilní aplikace	0,2 l.ha ⁻¹	regulace růstu	sloupkování
4.6.2021	<i>Combo 250 EC</i>	0,3 l.ha ⁻¹	zvýšení odolnosti proti poléhání	sloupkování
4.6.2021	<i>Adaptic</i>	0,15 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	sloupkování
4.6.2021	<i>Multi AD</i>	0,15 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	sloupkování
10.6.2021	<i>Multi AD</i>	0,1 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	naduření listové pochvy
10.6.2021	<i>Agrovital</i>	0,3 l.ha ⁻¹	zlepšení smáčivosti postřikových kapalin	naduření listové pochvy
10.6.2021	<i>Cerone 480 SL</i> variabilní aplikace	0,08 l.ha ⁻¹	zvýšení odolnosti proti poléhání	naduření listové pochvy
19.6.2021	<i>Curbatur EC</i> 250	0,4 l.ha ⁻¹	hnědá skvrnitost ječmene	metání
19.6.2021	<i>MultiAD</i>	0,4 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	metání
19.6.2021	<i>Agrovital</i>	0,6 l.ha ⁻¹	zlepšení smáčivosti postřikových kapalin	metání
19.6.2021	<i>Rapid</i>	0,1 l.ha ⁻¹	kohoutci	metání
19.6.2021	<i>Alterno</i>	0,5 l.ha ⁻¹	rychnchosporiová skvrnitost	metání

Pozemek – předplodina brambory

Na podzim (12. 11. 2020) byl aplikovaný dolomitický vápenec mletý (druh B) v dávce 1,93 t.ha⁻¹. Před setím na jaře byl aplikován *Lovofert* NP 20-20 v množství 200 kg.ha⁻¹ s obsahem čistého N 40 kg.ha⁻¹ a 20 kg.ha⁻¹ P₂O₅.

Následně bylo provedeno setí a po vzejití rostlin byl aplikován ledek amonný s dolomitem v dávce 150 kg.ha⁻¹. Toto hnojivo v průměrné dávce 150 kg.ha⁻¹ bylo aplikováno také na variabilní část pozemku. Při této dávce je obsah čistého dusíku 34 kg.ha⁻¹.

Tab. 5 Evidence hnojiv, pozemek – předplodina brambory

Datum	Typ hnojiva	Množství	Čisté látky
5.10. 2020	Nař brambor	1 t.ha ⁻¹	2,8 N kg/ha
12.11.2020	Dolomitický vápenec mletý (druh B)	1,93 t.ha ⁻¹	
29.3.2021	<i>Lovofert</i> NP 20-20	200 kg.ha ⁻¹	40 N kg.ha ⁻¹ 20 P ₂ O ₅ kg.ha ⁻¹
27.4.2021	Ledek amonný s dolomitem variabilní aplikace	150 kg.ha ⁻¹	34 N kg.ha ⁻¹
19.5.2021	<i>YaraVita Mantrac Pro</i>	0,3 l.ha ⁻¹	500 g.l ⁻¹ Mn
4.6.2021	<i>YaraVita Zintrac 700</i>	0,2 l.ha ⁻¹	700 g.l ⁻¹ Zn
4.6.2021	<i>YaraVita Coptrac 500</i>	0,1 l.ha ⁻¹	500 g.l ⁻¹ Cu
23.6.2021	<i>Flowbrix Profí</i>	0,1 l.ha ⁻¹	380 g.l ⁻¹ Cu
23.6.2021	<i>Galleko (květ a plod)</i>	0,5 l.ha ⁻¹	
23.6.2021	<i>YaraVita Zintrac 700</i>	0,5 l.ha ⁻¹	700 g.l ⁻¹ Zn

Tab. 6 Evidence pesticidů a morforegulátorů, pozemek – předplodina brambory

Datum	Přípravek	Množství	Účinek	Fenofáze
19.5.2021	<i>FluroGUARD</i>	0,4 l.ha ⁻¹	herbicid dvouděložné plevele	odnožování
19.5.2021	<i>TrimetGUARD</i>	20 g.ha ⁻¹	herbicid dvouděložné plevele	odnožování
19.5.2021	<i>Agri CCC 750 SL</i>	0,6 l.ha ⁻¹	podpora odnožování	odnožování
19.5.2021	<i>Multi AD</i>	0,15 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	odnožování
4.6.2021	<i>Combo 250 EC</i> variabilní aplikace	0,2 l.ha ⁻¹	zvýšení odolnosti proti poléhání	sloupkování
4.6.2021	<i>Adaptic</i>	0,3 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	sloupkování
4.6.2021	<i>Multi AD</i>	0,15 l.ha ⁻¹	zlepšení smáčivosti postřikových kapalin	sloupkování
10.6.2021	<i>Multi AD</i>	0,15 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	naduřování listové pochvy
10.6.2021	<i>Agrovital</i>	0,1 l.ha ⁻¹	zlepšení smáčivosti postřikových kapalin	naduřování listové pochvy
10.6.2021	<i>Cerone 480 SL</i> variabilní aplikace	0,3 l.ha ⁻¹	zvýšení odolnosti proti poléhání	naduřování listové pochvy
23.6.2021	<i>Rapid</i>	0,08 l.ha ⁻¹	proti kohoutkům	metání
23.6.2021	<i>Alterno</i>	0,4 l.ha ⁻¹	proti hnědé skvrnitosti	metání
23.6.2021	<i>Curbatur EC 250</i>	0,4 l.ha ⁻¹	proti hnědé skvrnitosti	metání
23.6.2021	<i>Elatus Era</i>	0,6 l.ha ⁻¹	proti rychnosporiové skvrnitosti	metání
23.6.2021	<i>Multi AD</i>	0,1 l.ha ⁻¹	zlepšení vlastností aplikační kapaliny	metání

4.6. POPIS HODNOCENÉ ODRŮDY JARNÍHO JEČMENE

Zemědělské družstvo „Vysočina“ Želiv v roce 2021 mělo oseto 256 hektarů orné půdy ječmenem jarním odrůdy *Laudis 550*. Sladovnický ječmen se v tomto podniku pěstuje především pro výkup společnosti *Soufflet Agro a.s.* na výrobu sladu. Odrůdu *Laudis 550* využívá např. *Rodinný Pivovar Bernard (Sladovna Bernard)* nebo *Plzeňský Prazdroj*.

Laudis 550 je odrůda sladovnického ječmene s výběrovou sladovnickou kvalitou.

Je to polopozdní odrůda s vysokou odnoživostí, která tvoří vysoký počet produktivních stébel. Rostliny jsou středně vysoké s dobrou odolností vůči poléhání a lámání stébla. Zrno má středně velké s HTZ 45 g (Blažek, 2014).

Je doporučena *Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským* pro výrobu piva s *Chráněným zeměpisným označením (CHZO) „České pivo“* (Blažek, 2014).

V roce 2020 byl *Laudis 550* druhá nejpěstovanější odrůda sladovnického ječmene v České republice a dosáhl nejlepšího výnosu předního zrna z odrůd doporučených pro „České pivo“ (Limagrain ČR, 2022).

4.7. SLEDOVÁNÍ VARIANT BĚHEM RŮSTU

4.7.1. Pozemek – předplodina kukuřice

Kvůli pomalému nástupu vyšších teplot a velkému úhrnu srážek bylo vyklíčení pomalé. Zvláště u tohoto pozemku, který je chladnější a více exponován na severní stranu, bylo klíčení znatelně pomalejší.



Obr. 5 Pozemek – předplodina kukuřice, 1.5.2021

Na začátku fáze metání už byla na rostlinách znatelná hnědá skvrnitost ječmene (*Pyrenophora teres*).



Obr. 6 Pozemek - předplodina kukuřice, 12.6.2021 Obr. 7 Pozemek - předplodina kukuřice, 25.6.2021

Tvorba klasu ve fázi metání.



Obr. 8 Pozemek – předplodina kukuřice, 25.6.2021

Po fázi metání v nejspodnější části pozemku vyrostl ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*).



Obr. 9 Pozemek – předplodina kukuřice, 22.7.2021



Skvrnitost v této fázi byla znatelnější, a kromě hnědé byla na rostlinách velmi znatelná také ramuláriová skvrnitost (*Ramularia collo-cygni*). Rostliny byly pokryty po celé délce skvrnitostí.

Obr. 10 Pozemek – předplodina kukuřice, 22.7.2021



Suché počasí, které bylo od začátku do poloviny srpna zajistilo vhodnou kvalitu pro sklizeň v plné zralosti.

Obr. 11 Pozemek – předplodina kukuřice, 2.8.2021

4.7.2. Pozemek – předplodina brambory

Pozemek je exponován na východně-jihní stranu, je bez znatelné eroze na rozdíl od pozemku s předplodinou kukuřice. Dle Obr. 12 je znatelné, že je to sušší pozemek i přes znatelné srážky na konci měsíce duben.



Obr. 12 Pozemek – předplodina brambory, 1.5. 2021



Obr. 13 Pozemek – předplodina brambory, 12.6.2021

Varianta 2 byla velmi vyrovnaný pozemek nezávisle na typu použití dusíkatých hnojiv. Bylo patrné, že na tomto pozemku ječmen velmi dobře odnožoval.



Obr. 14 Pozemek – předplodina brambory, 25.6.2021

Tvorba klasů u tohoto pozemku byla velmi vyrovnaná. Velmi dobrá odnoživostí později souvisela s počtem klasů na m² a počtem zrn v klasů.



Obr. 15 Pozemek – předplodina brambory, 2.8.2021

I u tohoto pozemku byla patrná hnědá skvrnitost, ale ne v takové míře jako u pozemku s předplodinou kukuřice, což může být právě ten důvod vyššího výskytu skvrnitostí.



Obr. 16 Pozemek – předplodina brambory, 2.8.2021



Obr. 17 Pozemek – předplodina brambory, 10.8.2021

Poslední dvě fotografie znázorňují změnu klasů do plné zralosti.

4.8. METODY HODNOCENÍ TVORBY HOSPODÁŘSKÉHO VÝNOSU

Počet klasů na m²

Z deseti odpočtů na každé variantě pomocí „čtvrtmetovky“ se počet klasů nejdříve násobil čtyřmi pro výsledek počtu klasů na m² a poté se stanovil průměr z jednotlivých variant.

Měření proběhlo 12. 8. 2021, den před sklizní, v plné zralosti.

$$PK [m^2] = PK 0,5 m^2 \times 4 \div 10$$

Počet zrn v klase

U každé varianty bylo provedeno 15 odpočtů na stejných místech jako bylo provedeno měření počtu klasů. Ze zjištěných čísel jednotlivých variant byl vypočítán průměr.

Z každé varianty bylo na 10 místech zaznamenán počet zrn v klase u 15 klasů. Tento odpočet proběhl těsně před sklizní v plné zralosti.

Hmotnost tisíce zrn

Výpočet HTZ proběhl po sklizni. Ze vzorků z každé varianty bylo zváženo 500 zrn a poté násobeno 2x.

$$HTZ [g] = 500 zrn \times 2$$

Teoretický výnos

Teoretický výnos byl vypočten pomocí uvedeného vzorce a zjištěných výnosových prvků.

$$\text{výnos [t.ha}^{-1}] = K \times Z \times HTZ$$

K – počet klasů na m²

Z – počet zrn v klasu

HTZ – hmotnost tisíce zrn

4.9. METODY HODNOCENÍ SLADOVNICKÉ KVALITY

4.9.1. Klíčivost

Kvalitativní parametr klíčivost byl zjišťován pomocí klíčidel. Pro každý vzorek bylo použito jedno klíčidlo, kde byla 4 opakování po 100 zrnech. Zrna byla umístěna na filtrační papír a do misky klíčidla nalita voda, zakryto víkem a necháno 7 dní zakryto při průměrné teplotě 20 °C. Po této době proběhlo u každého vzorku počítání zrn, která nevyklíčila a následné vypočítání klíčivosti v procentech.

4.9.2. Podíl předního zrna

Pro každý vzorek byla udělána 3 opakování měření pro určení podílu předního zrna. Velikost použitého síta byla 2,5x2,2 mm pro hodnocení kvality sladovnického ječmene. Ke zjištění podílu předního zrna se nejdříve zvážil vzorek, přesunutí vzorku na síto a poté zvážení podílu předního zrna, který zůstal na sítu. Procento podílu předního zrna bylo stanoveno z průměru měření.

4.9.3. Obsah sušiny

Zjištění sušiny proběhlo nejdříve rozemletím jednotlivých vzorků na planetovém mlýnu *Pulverisette 6 Fritsch*. Mletí bylo nastaveno na 2 min. při 540 otáčkách/min.



Obr. 18 Planetový mlýn Pulverisette 6 Fritsch
zdroj: <https://www.ilabo.cz/firmy/fritsch-vyhradni-zastoupeni-v-cr/laboratorni-mlyny/mlyny-planetove/prodej-laboratorni-techniky-planetovy-mlynek-pulverisette-6-fritsch/>

Pro každý vzorek se udělala 3 opakování, kdy se navážilo přibližně 5 g vzorku do váženky a poté se daly všechny vzorky vysušit do sušárny při 105 °C po 3 hod., poté byly vzorky uloženy v exsikátoru po dobu vychladnutí a následně zváženy a byl vypočítán procentní obsah sušiny.

4.9.4. Obsah N-látek

Přístroj *Rapid N Cube*

Stanovení obsahu dusíku proběhlo na analyzátoru *Rapid N Cube* (Elementar, Germany) pomocí modifikované Dumasovy metody.

Vzorek se spaluje za přítomnosti kyslíku v komoře při vysoké teplotě nad 900°C. dochází k uvolnění oxidu uhličitého, vody a oxidu dusíku. Plyny jsou hnány přes speciální sorpční kolony, které pohlcují oxid uhličitý a vodu. Plynné oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočet koncentrace dusíku ve vzorku na obsahu dusíkatých látek se provádí přepočtovým faktorem 6,25 (Elementar, 2016).

Pro analýzu bylo použito 25 mg vzorku zabaleného do vytvořené cínové kapsle. Pro každou variantu (4) bylo 5 opakování. Před vlastní analýzou na analyzátoru *Rapid N cube* (Elementar, Germany) se stanovil denní faktor, jako standard se používá kyselina asparagová. Standard byl navážen do kapslí po 25 mg v 5 opakování. Po stanovení denního faktoru byly vzorky vloženy do autosampleru k vlastnímu stanovení obsahu dusíku.

Přístroj NIR Analyzátor – Inframatic 9200

Měření dusíkatých látek, obsahu škrobu a vlhkosti proběhlo po sklizni pomocí přístroje NIR analyzátoru celých zrn *Inframatic 9200* od firmy *Perten*, který funguje na principu infračervené spektroskopie. Využívá se především pro měření kvalitativních parametrů obilovin, olejnin i luštěnin, u ječmenu se dá změřit vlhkost, dusíkaté látky a obsah škrobu.

Měření proběhlo v podniku ZD „*Vysočina*“ Želiv následující den po sklizni.

Jednotlivé vzorky z obou variant pozemku a hnojení byly vsypány do násypky, kde zrna postupně přepadala do sběrné nádoby a z tiskárny, která je součástí přístroje byl vytisknut výsledek analýzy zrn, která obsahovala název produktu, datum a čas, název kalibrace, verze, název parametrů a jejich výsledek.



Obr. 19 NIR Analyzátor *Inframatic 9200*
zdroj: http://www.priborinform.ru/HTML/informatik_9200.html

4.10. METODY HODNOCENÍ EKONOMICKÉHO VÝSLEDKU

Ekonomické hodnocení tohoto praktického pokusu spočívá ve srovnání celkového výdaje mezi typem hnojení a pozemky a jejich výnosem. Hodnotily se celkové náklady u jednotlivých pozemků a typů hnojení na základě plochy 1 ha.

Porovnání výdajů bylo především z důvodu rentability variabilních aplikací.

5. Výsledková část

5.1. VÝSLEDKY TVORBY HOSPODÁŘSKÉHO VÝNOSU

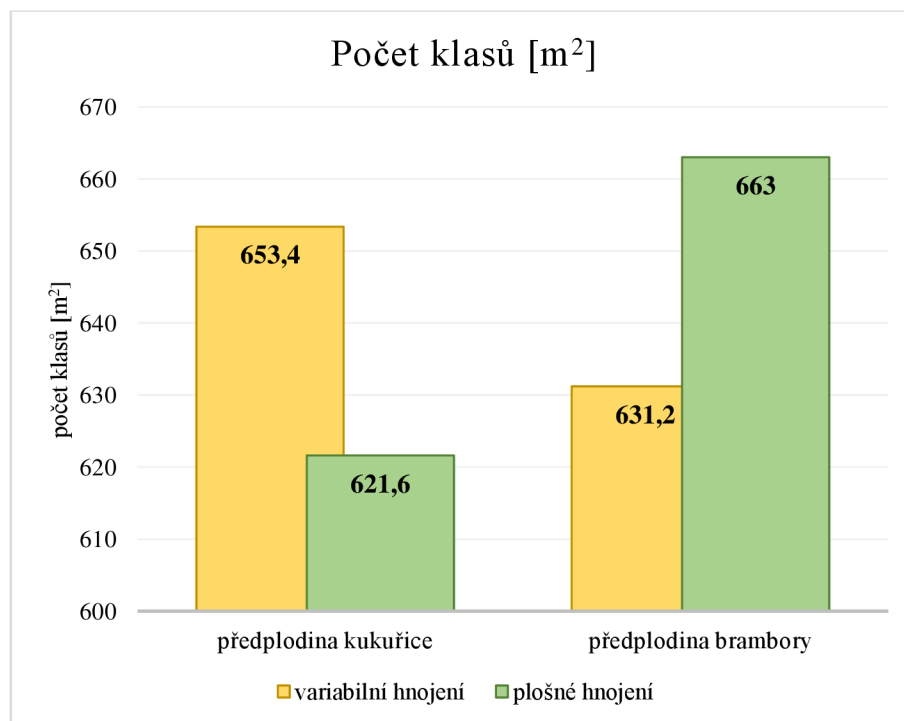
Počet klasů na m²

V průměru po obou předplodinách a u obou typů hnojení byl průměr klasů na m² stejný – 642,30 klasů/m².

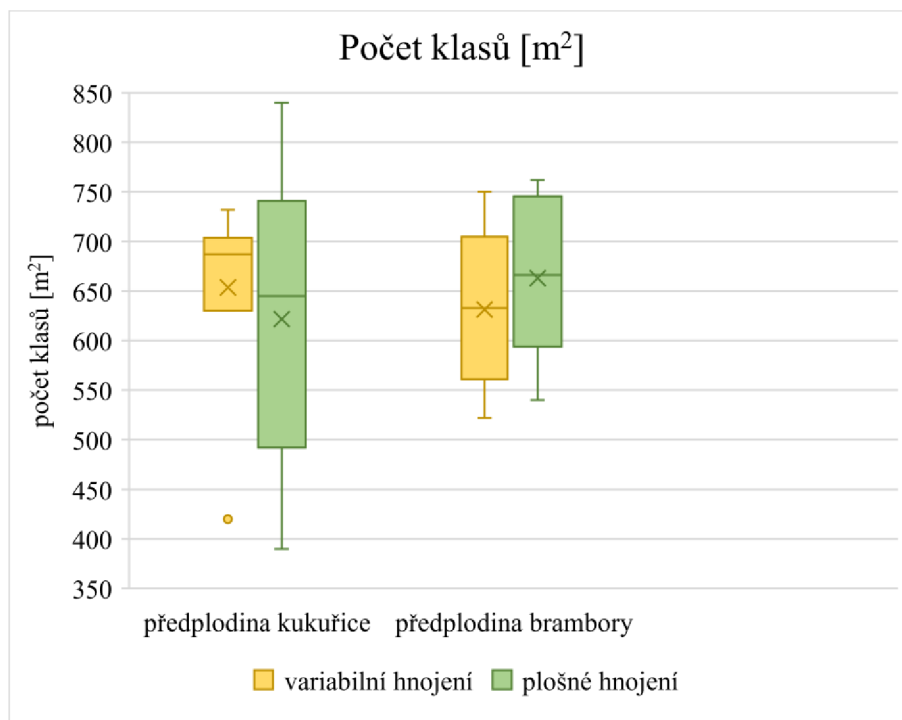
U variabilního hnojení byl počet klasů vyšší u pozemku s předplodinou kukuřice, u plošného hnojení byl počet klasů vyšší u předplodiny brambory.

Tab. 7 Počet klasů [m²]

Počet klasů [m ²]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	653,40	621,60
Předplodina brambory	631,20	663,00
Průměr	642,30	642,30



Graf 3 Počet klasů [m²]



Graf 4 Počet klasů [m²]

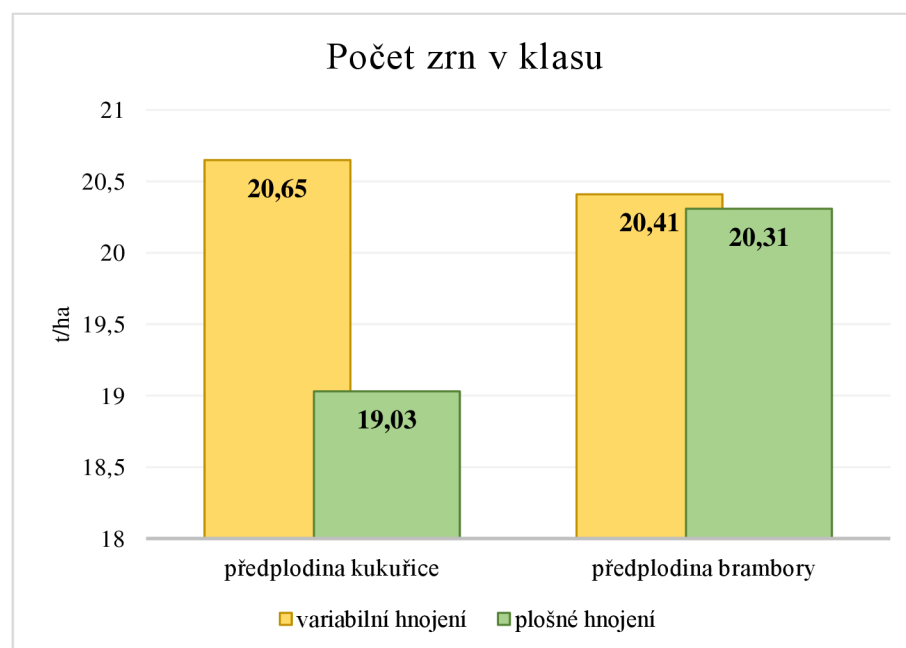
Počet zrn v klasu

Počet zrn v klasu byl vyšší u variabilního hnojení než u plošného hnojení.

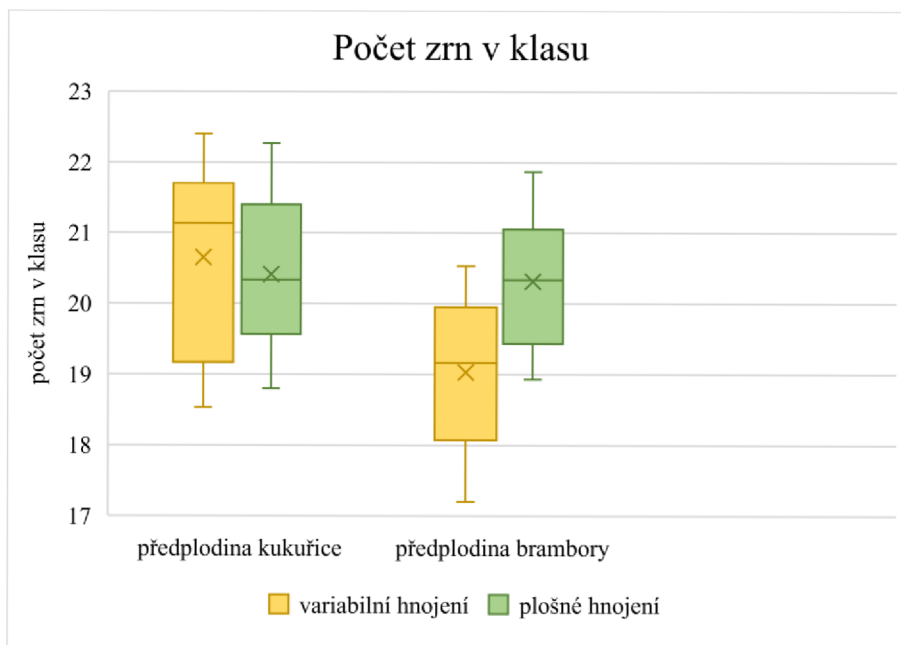
U variabilního hnojení dosáhl počet zrn v klasu 20,53. U plošného hnojení byl průměrný počet zrn v klasu 19,67.

Tab. 8 Počet zrn v klasu

Počet zrn v klasu	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	20,65	19,03
Předplodina brambory	20,41	20,31
Průměr	20,53	19,67



Graf 5 Počet zrn v klasu



Graf 6 Počet zrn v klasu, krabicový graf

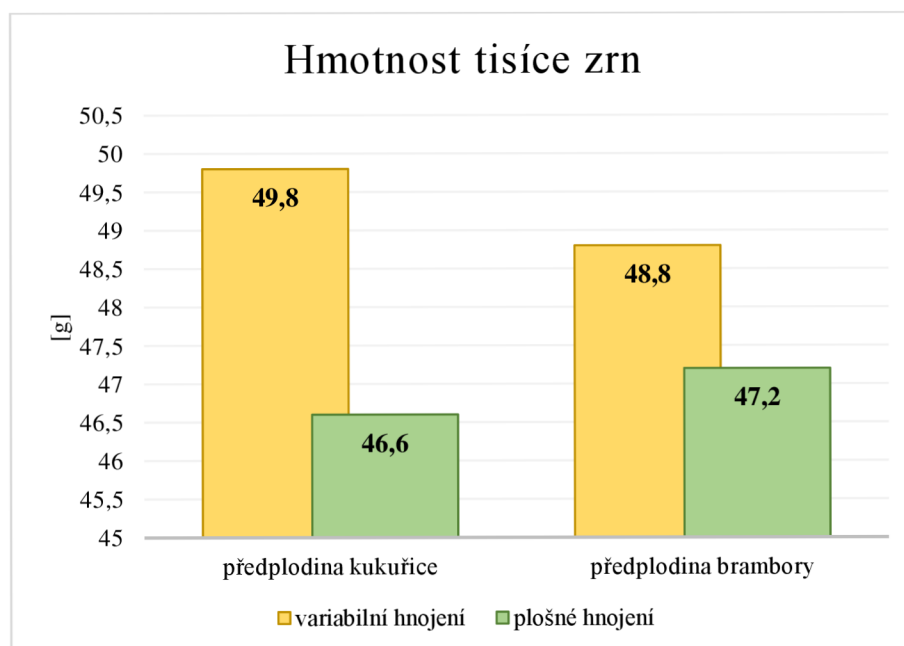
Hmotnost tisíce zrn

Hodnota HTZ byla zjištěna po sklizni ze vzorků z jednotlivých pozemků. U pozemků s variabilní aplikací hnojení byla zjištěna vyšší hodnota HTZ oproti variantám s plošným hnojením.

Variabilní hnojení v průměru dosáhlo hodnoty 49,3 g, plošné hnojení dosáhlo 46,9 g.

Tab. 9 Hmotnost tisíce zrn [g]

HTZ [g]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	49,8	46,6
Předplodina brambory	48,8	47,2
Průměr	49,3	46,9



Graf 7 Hmotnost tisíce zrn [g]

Teoretický výnos zrna

Pozemek – předplodina kukuřice

variabilní hnojení

$$\text{výnos} = K \times Z \times \text{HTZ} = 653,4 \times 20,65 \times 49,8$$

$$\text{výnos} = 671\,937 = 6,7 \text{ t.ha}^{-1}$$

plošné hnojení

$$\text{výnos} = K \times Z \times \text{HTZ} = 621,6 \times 19,03 \times 46,6$$

$$\text{výnos} = 551\,234 = 5,5 \text{ t.ha}^{-1}$$

Pozemek – předplodina brambory

variabilní hnojení

$$\text{výnos} = K \times Z \times \text{HTZ} = 631,2 \times 20,41 \times 48,8$$

$$\text{výnos} = 628\,680 = 6,2 \text{ t.ha}^{-1}$$

plošné hnojení

$$\text{výnos} = K \times Z \times \text{HTZ} = 663 \times 20,31 \times 47,2$$

$$\text{výnos} = 635\,573 = 6,3 \text{ t.ha}^{-1}$$

Skutečný výnos zrna

Skutečný průměrný výnos zrna byl zjištěn z celkového výnosu a velikosti jednotlivých pozemků. Sklizeň byla provedena 13. a 14. 8. 2021 pomocí sklízecí mlátičky *Claas Lexion 450*. Vlhkost při sklizni byla v průměru 13 %, to zapříčinilo větší procento zlomených zrn. Sklizeň proběhla odpoledne za suchého a slunečného počasí.

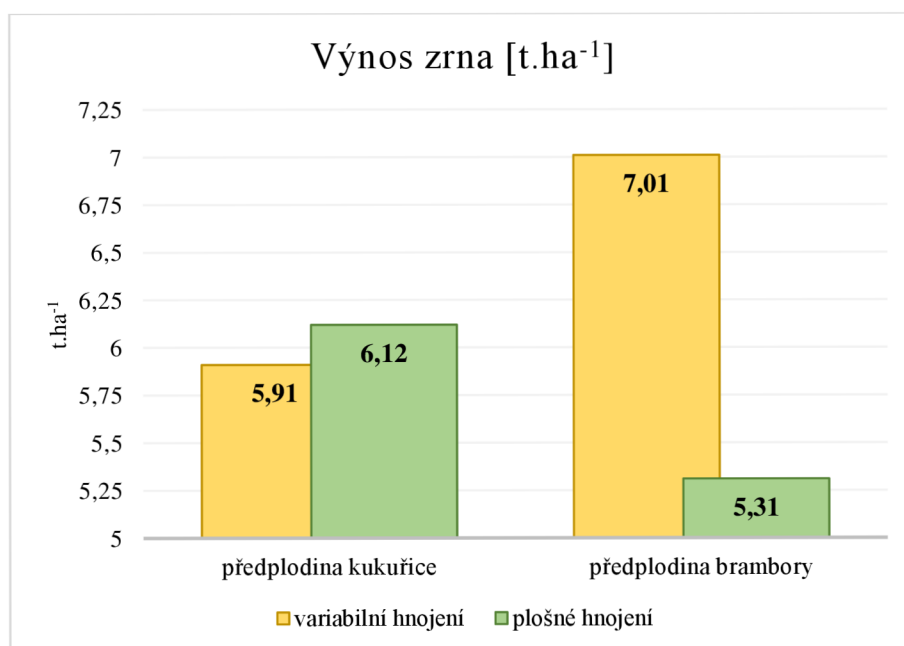


Obr. 20 Sklizeň pomocí sklízecí mlátičky Claas

Variabilní hnojení dosáhlo v průměru výnosu 6,46 t.ha⁻¹, u plošného hnojení byl průměrný výnos zrna 5,72 t.ha⁻¹.

Tab. 10 Výnos zrna [t.ha⁻¹]

Výnos zrna [t.ha ⁻¹]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	5,91	6,12
Předplodina brambory	7,01	5,31
Průměr	6,46	5,72



Graf 8 Výnos zrna [t.ha⁻¹]

5.2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ SLADOVNICKÉ KVALITY

5.2.1. Přístroj NIR Analyzátor – *Inframatic 9200*

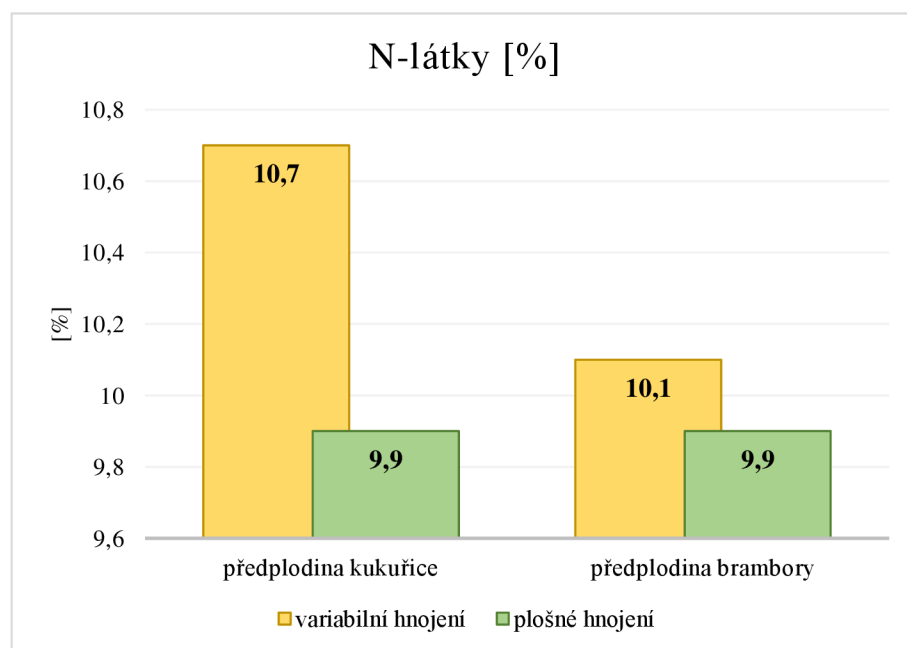
Obsah N-látek

Obsah dusíkatých látek byl u variabilního hnojení vyšší než u plošného hnojení. U variabilního hnojení byl obsah N-látek 10,4 %, u plošného hnojení 9,9 % N-látek.

N-látky

Tab. 11 Obsah N-látek [%]

N-látky [%]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	10,7	9,9
Předplodina brambory	10,1	9,9
Průměr	10,4	9,9



Graf 9 Obsah N-látek [%]

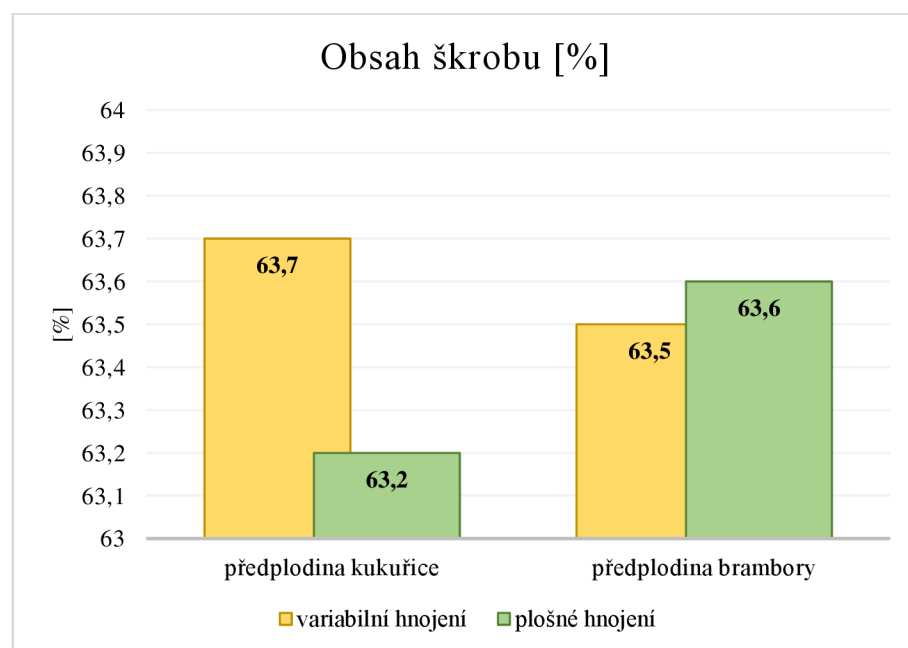
Obsah škrobu

Škrob by měl dosahovat 63-65 % obsahu zrna.

U obou typů hnojení dosáhl obsah škrobu vyhovující hodnoty. U variabilního hnojení byl obsah škrobu mírně vyšší (63,6 %) než u plošného hnojení (63,4 %).

Tab. 12 Obsah škrobu [%]

Obsah škrobu	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	63,7	63,2
Předplodina brambory	63,5	63,6
Průměr	63,6	63,4



Graf 10 Obsah škrobu [%]

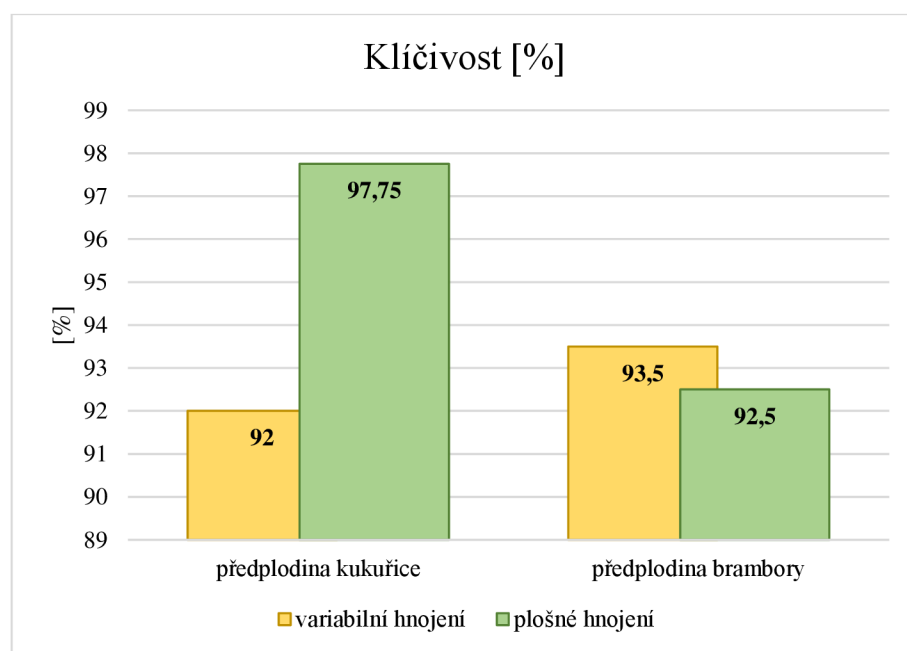
5.2.2. Klíčivost

Minimální procento klíčivosti je 96 % u sladovnického ječmene pro účely výroby sladu.

Vyšší klíčivost byla u plošného hnojení, kde dosáhla 95,13 %. U variabilního hnojení byla klíčivost 92,75 %. Dle tohoto měření, ani jeden typ hnojení nedosáhl potřebné kvality pro účely výroby sladu.

Tab. 13 Klíčivost [%]

Klíčivost [%]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	92,00	97,75
Předplodina brambory	93,50	92,50
Průměr	92,75	95,13



Graf 11 Klíčivost [%]

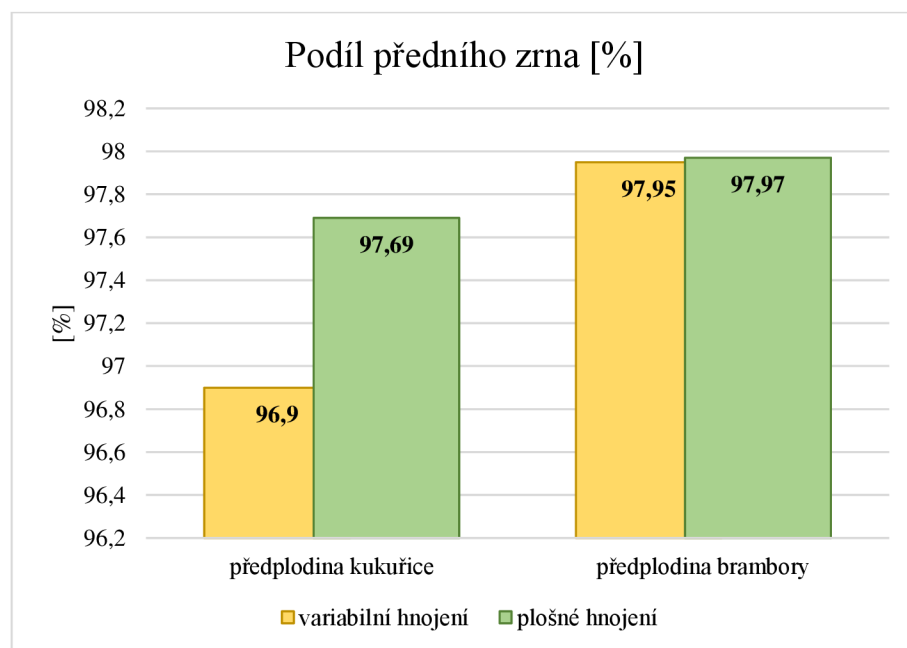
5.2.3. Podíl předního zrna

Minimální podíl předního zrna pro sladovnický ječmen se udává 86 %.

Hodnota podílu předního zrna je u obou variant velmi podobná, obě varianty splňují hodnotu pro sladovnické účely. U variabilního hnojení byl podíl předního zrna 97,43 %, u plošného hnojení 97,83 %.

Tab. 14 Podíl předního zrna [%]

Podíl předního zrna [%]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Varianta 1	96,90	97,69
Varianta 2	97,95	97,97
Průměr	97,43	97,83



Graf 12 Podíl předního zrna [%]

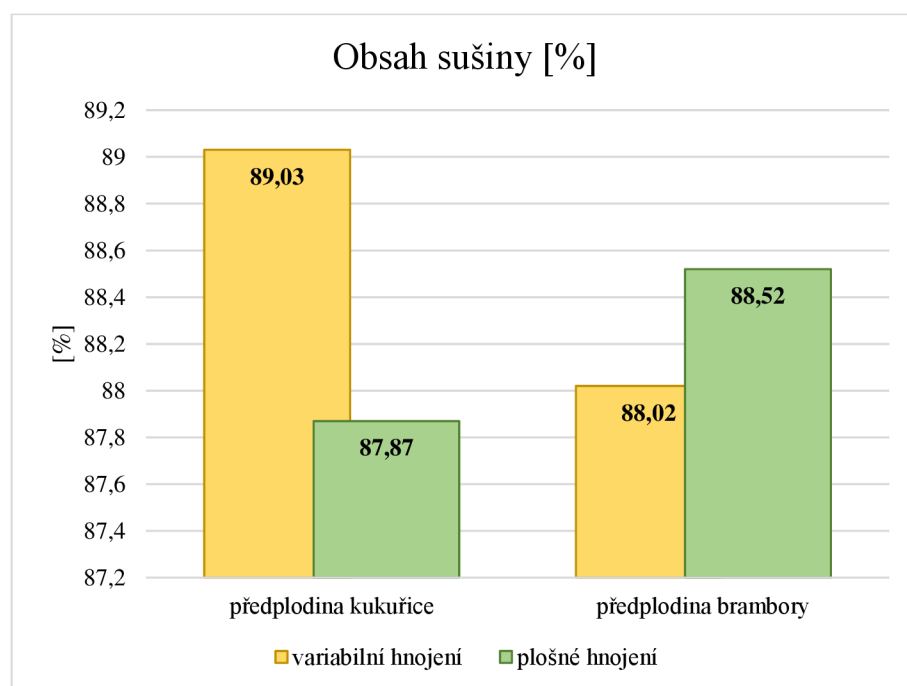
5.2.4. Obsah sušiny

Dle ČSN 46 1100-5 je minimální obsah sušiny 84 %. Vyšší obsah sušiny může být způsobený nižší vlhkostí při sklizni.

Obsah sušiny napříč vzorky byl velmi vyrovnaný. V obou případech výsledků obsahu sušiny odpovídá normám pro sladovnický ječmen a jeho kvalitu dle ČSN normy. U variabilního hnojení byl obsah sušiny 88,53 %, u plošného hnojení 88,20 %.

Tab. 15 Obsah sušiny [%]

Obsah sušiny [%]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	89,03	87,87
Předplodina brambory	88,02	88,52
Průměr	88,53	88,20



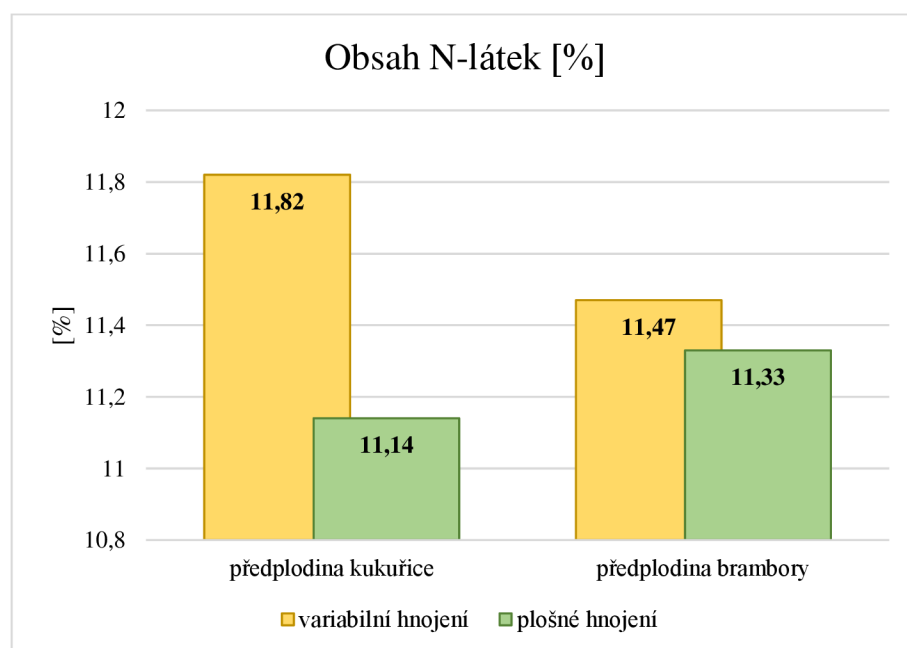
Graf 13 Obsah sušiny [%]

5.2.5. Obsah N-látek

Ve všech 4 vzorcích byl obsah dusíkatých látek podobný, v rozmezí 11,14-11,82 %. Dle USJ jsou oba výsledky obsahu N-látek vyhovující. U variabilního hnojení byl obsah N-látek 11,65 %, u plošného hnojení dosáhl obsah N-látek 11,24 %.

Tab. 16 Obsah N-látek [%]

Obsah N-látek [%]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	11,82	11,14
Předplodina brambory	11,47	11,33
Průměr	11,65	11,24



Graf 14 Obsah N-látek [%]

5.3. EKONOMICKÝ VÝSLEDEK

Ekonomický výsledek byl stanoven součtem všech výdajů za práce, které byly provedeny od sklizně předplodiny po sklizeň samotné plodiny.

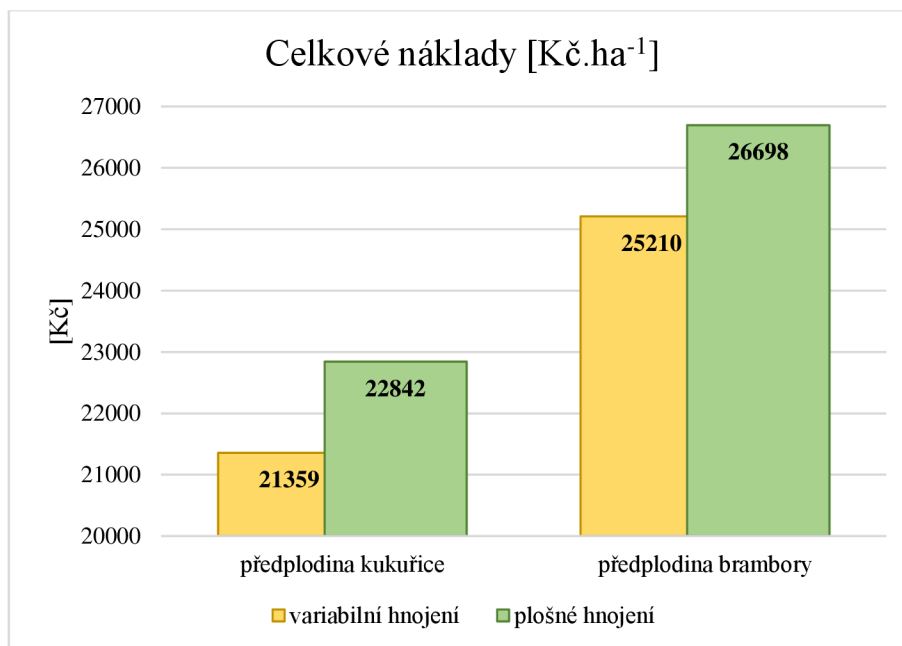
Znatelný rozdíl ve výdajích mezi pozemky je především z toho důvodu, že u pozemku s předplodinou brambory (u části plošného i variabilního hnojení) byl použit dolomitický vápenec na podzim a hnojivo *Lovofert NP 20-20* před setím na jaře.

Samotná cena za tvorbu aplikačních map od firmy *Varistar s.r.o.* pro variabilní hnojení a variabilní aplikaci POR se pohybovala v rámci 90-100 Kč.ha⁻¹.

Tab. 17 Celkové náklady [Kč.ha⁻¹]

Celkové náklady [Kč.ha ⁻¹]	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	21 359	22 842
Předplodina brambory	25 210	26 698
Průměr	23 285	24 770

Veškerý výnos, nehledě na pozemek a technologii hnojení, byl prodán pro sladovnické účely společnosti *Soufflet Agro* za výkupní cenu 5254 Kč.t⁻¹. Při této výkupní ceně je pěstování ječmene jarního rentabilní jak pro variabilní, tak pro plošné hnojení. U variabilního hnojení je rentabilita však vyšší – kvůli nižším nákladům.



Graf 15 Celkové náklady [Kč.ha⁻¹]

Tab. 18 Náklady na 1 t zrna [Kč.t⁻¹]

Náklady na 1 t zrna	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Předplodina kukuřice	3 614	3 732
Předplodina brambory	3 596	5 027
Průměr	3 605	4 380

Nížší náklady mají pozemky s variabilním typem hnojení, kvůli tomu je i vyšší rentabilita u variabilního hnojení. Rentabilita u pozemků s variabilním hnojením je v průměru 1 649 Kč.t⁻¹ zrna.

Nejvyššího výnosu zrna dosáhl pozemek variabilního hnojení s předplodinou brambory, tímto se tato varianta dá považovat za nejvíce rentabilní.

6. Diskuse

Hlavním rozdílem mezi sledovanými pozemky je celková dávka čistého dusíku na plochu hektaru a technologie aplikace těchto hnojiv. U pozemku s předplodinou kukuřice na části plošného hnojení byl aplikován ledek amonný s dolomitem v dávce 40,5 N kg.ha⁻¹. U stejného pozemku na části variabilního hnojení byl také aplikován ledek amonný v dávce 27-38,25 N kg.ha⁻¹. Po vzejití rostlin bylo aplikováno hnojivo *AmisaN* na celou plochu pozemku v dávce 2,3 N kg.ha⁻¹. Na pozemek s předplodinou brambor u části plošného hnojení byla celková dávka dodaného dusíku 83,3 kg.ha⁻¹. U části variabilního hnojení byla dávka čistého dusíku 76,8 kg.ha⁻¹.

Černý a kol. (2018) zmiňují, že ječmen je plodinou, která velmi dobře reaguje na vápnění. Vápnění proběhlo na pozemku s předplodinou brambory, na části plošného i variabilního hnojení.

Velký vliv kromě rozdílné dávky dusíkatých hnojiv a rozdílného typu hnojiv mezi variantami může mít předplodina, rozdílná expozice pozemků a jejich sklonitost a ročník. Richter (2014) zmiňuje, že vliv ročníku eliminovat v podstatě nelze, musíme se proto zaměřit na faktory, které můžeme alespoň částečně ovlivnit. K nim patří výběr nejvhodnější předplodiny, která v interakci s průběhem povětrnostních podmínek tvoří limitující faktor pro výnos a kvalitu zrna.

U jarního ječmene je velmi podstatná předplodina z důvodu sladovnické kvality, která také může zodpovídat za výši hospodářského výnosu. Blažek (2014) zmiňuje, že nejvhodnější předplodinou je hnojená okopanina,

vhodnou je pak mák a řepka ozimá. Méně vhodnou předplodinou je obilnina. Pozemek s předplodinou pozdních konzumních brambor, je dle hospodářského výnosu a kvality pro sladařské účely lepší předplodina než kukuřice u druhého pozemku.

Při pěstování jarního ječmene pro sladovnické účely má na výnos a kvalitu zrna vedle předplodiny velký vliv i ročník (Richter a kol., 2014). Setí bylo opožděné z důvodu častých dešťových přeháněk. Půda byla velmi mokrá, těžká a málo provzdušněná. U jarního ječmene je důležité, aby nedošlo k zamazání zrna. Ječmen je velmi náročná plodina při klíčení a vzcházení. Přebytek dešťových srážek a nedostatek vzduchu může způsobit prořídle a nevyrovnané porosty, to potvrzuje Faměra (2002).

Z důvodu studeného počasí a pomalého nástupu jara s častými dešťovými srážkami bylo klíčení a vzcházení opožděné a tím zpomalené odnožování rostlin. Pokud by bylo ideální počasí pro jarní ječmen (sušší, teplejší) mohlo by být odnožování více znatelné.

U pozemku s předplodinou kukuřice na siláž byl mnohem větší výskyt skvrnitostí, na rozdíl od pozemku, kde byly předplodinou pozdní konzumní brambory.

Odrůda *Laudis 550* vyniká dobrou odolností proti poléhání, Blažek (2014) zmiňuje, že tato vlastnost nevyklučuje použití morforegulátorů růstu při intenzivní technologii pěstování.

Ideální vlhkostí pro sklizeň jarního ječmene je 14 % (Zimolka, 2006). Sklizeň proběhla za slunečného a suchého počasí, průměrná vlhkost zrn při sklizni dosáhla 13 %. Kvůli nižší vlhkosti zrn a nedostatečnému nastavení sklízecích mlátiček k aktuální vlhkosti zrn došlo k většímu polámání části zrn.

Zrno odrůdy *Laudis* má středně velkou HTZ 45 g (Blažek, 2014). Všechny zjištěné vzorky HTZ vyšší než 45 g. Vyšší hodnota HTZ byla u variabilního hnojení. Nejvíce u pozemku s předplodinou kukuřice, kdy HTZ byla 49,8 g. Důvodem pro vyšší hmotnost tisíce zrn může být nižší počet klasů na m², menší odnoživost, tím více místa pro plnění zrna. Nejnižší hodnota HTZ (46,6 g) byla naměřena u pozemku s předplodinou brambor u plošného hnojení.

Základní technologická hodnota sladovnického ječmene je stanovena obsahem veškerých dusíkatých látek v zrně. Hřívna (2015) zmiňuje, že se stoupající dávkou dusíkatých hnojiv roste obsah dusíkatých látek v zrně. Obsah N-látek byl u variabilního hnojení mírně vyšší než u plošného hnojení. Variabilní hnojení dosáhlo 11,65 % N látek v zrně, plošné hnojení 11,24 % N-látek. Pozemek s předplodinou kukuřice, část variabilního hnojení dosáhl nejvyšší hodnoty obsahu N látek v sušině – 11,82 %. Důvodem pro vysoký obsah dusíkatých látek může být právě zmíněná předplodina.

Nejvyšší výnos zrna byl dosažen u pozemku s variabilním hnojením s předplodinou brambory (7,01 t.ha⁻¹). Pozemek s předplodinou kukuřice dosáhl podobného výnosu u variabilního i plošného hnojení. Na ploše variabilního hnojení byl průměrný výnos 5,91 t.ha⁻¹ a plošného hnojení

6,12 t.ha⁻¹. Výnosy se v roce 2021 pohybovaly na dobré úrovni u jarního ječmene se v celorepublikovém průměru dosáhlo 5,33 t.ha⁻¹ (Velechová, 2022).

Dle hospodářského výsledku tohoto polního pokusu se jeví používání variabilních aplikací dusíkatých hnojiv u ječmene jarního jako pozitivní agrotechnický postup, který má dobrý vliv na výslednou sladovnickou kvalitu.

Z ekonomického hlediska při porovnání výnosů zrna se zdá jako více ideální variabilní typ hnojení. Nejvíce rentabilní je pozemek s předplodinou brambor a variabilního typu hnojení. Na tomto pozemku byl výnos zrna 7,01 t.ha⁻¹. Důvodem tohoto výsledku může být kombinace typu hnojení a vyšší dávka dusíkatých hnojiv, lépe zvoleného pozemku, předplodiny.

7. Závěr

Cílem práce bylo porovnat sladovnickou kvalitu u ječmenu jarního u plošného a variabilního typu hnojení po dvou různých předplodinách. Poloprovozní pokus v rámci této diplomové práce byl založen v roce 2021.

Počasí před výsevem a v období klíčení ovlivnilo odnožování a následný hospodářský výnos.

U hodnocení hospodářského výnosu se variabilní aplikace dusíkatých hnojiv nejvíce projeví u počtu zrn v klasu, HTZ a výnosu zrna. Počet zrn v klasu byl nejvyšší u pozemku s variabilním hnojením s předplodinou kukuřice (20,65 zrn). Nejvyšší hodnota HTZ byla také na tomto pozemku. HTZ byla v průměru vyšší u variabilního hnojení.

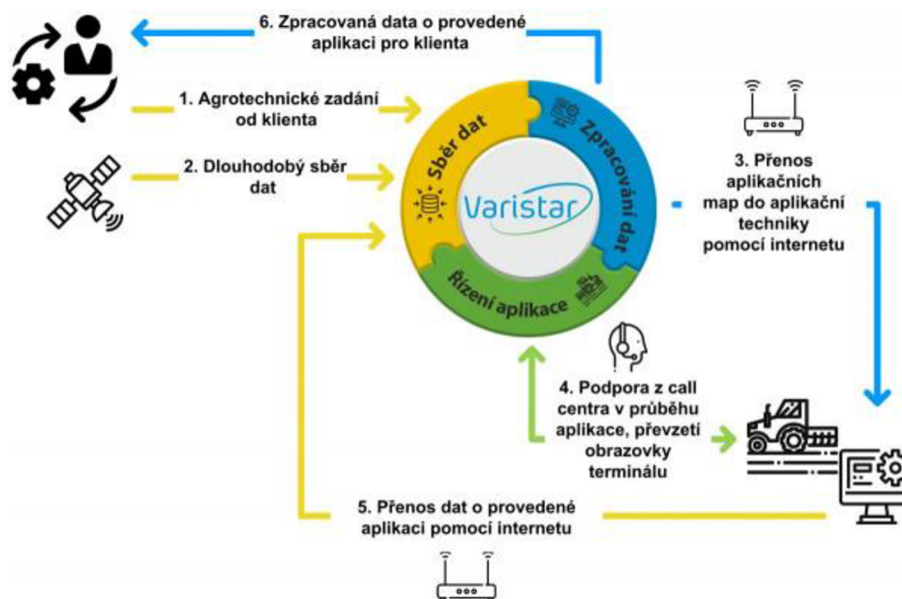
Při hodnocení sladovnické kvality se variabilní aplikace dusíkatých hnojiv nejvíce projeví u podílu předního zrna a obsahu dusíkatých látek v zrně. Plošná aplikace dusíkatých hnojiv měla pozitivní vliv u klíčivosti zrn a podílu předního zrna.

Z ekonomického hlediska podle celkových nákladů a nákladů na 1 tunu zrna je více rentabilní variabilní typ hnojení.

Z důvodu nejvyšší ekonomické rentability u variabilního hnojení pozemku s předplodinou brambor se jeví variabilní aplikace jako správný agrotechnický postup, ve spojení se správně vybranou předplodinou a vhodným pozemkem pro pěstování.

Po vyhodnocení veškerých ukazatelů, lze tvrdit, že pro pěstování ječmene jarního pro sladovnické účely jsou variabilní aplikace dusíkatých hnojiv vhodné. Při tomto způsobu pěstování lze dosáhnout požadované sladovnické kvality zrna s větší udržitelností půd a krajiny při menší spotřebě PHM a aplikovaných hnojiv.

8. Příloha



Obr. 21 Schéma systému Varistar, převzato www.varabilní-aplikace.cz

Tab. 19 Průměrné hodnoty vybraných parametrů

Parametr	Variabilní hnojení	Plošné hnojení
Počet klasů [m ²]	642,30	642,30
Počet zrn v klasu	20,53	19,67
HTZ [g]	49,3	46,9
Výnos zrna [t.ha ⁻¹]	6,46	5,72
Klíčivost [%]	92,75	95,13
Podíl předního zrna [%]	97,43	97,83
Obsah N-látek [%]	11,65	11,24
Celkové náklady [Kč.ha ⁻¹]	23 285	24 770
Náklady na 1 t zrna [Kč.t ⁻¹]	3 605	4 380

9. Seznam použité literatury

ALAM, M. Z.; HAIDER, S. A. *Growth attributes of barley (Hordeum vulgare L.) cultivars in relation to different doses of nitrogen fertilizer*. Journal of Life and Earth Sciences, 2006, 1.2: 77-82.

BLAŽEK, Václav, 2014. Sdružení pro ječmen a slad, 2014. *Kompendium 2014, Technologie sladovnického ječmene: Ječmen na rozcestí*. ISBN 978-80-213-2441-1.

BOUMA, David, 2019. *Může precizní zemědělství zvýšit účinnost dusíkatých hnojiv*. Úroda. **2019**(12). ISSN 0139-6013. [cit. 2022-03-11] Dostupné z: <https://uroda.cz/muze-precizni-zemedelstvi-zvysit-ucinnost-dusikatych-hnojiv/>

BOUMA, David, 2022. *Stanovení optimálního výsevku ječmene*. Úroda. **2022**(01). ISSN 0139-6013. [cit. 2022-02-07] Dostupné z: <https://uroda.cz/stanoveni-optimalniho-vysevku-jecmene/>

ČERNÝ, Jindřich, BALÍK, Jiří, KULHÁNEK Martin, SEDLÁŘ Ondřej, 2018. *Hnojení jarního ječmene*. Agromanuál. 2018(01). ISSN 1801-4895. [cit. 2022-03-11] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-jarniho-jecmene>

ČERNÝ, Ladislav, VAŠÁK, Jan, 2006. *Úspěšné plodiny pro velký trh: Ječmen a cukrovka*. ISBN 80-213-1461-3. [cit. 2022-03-11] Dostupné z: http://konference.agrobiologie.cz/2006-02-13/nh10_cerny_vasak_vyziva_sladovnickeho_jecmene_dusikem.pdf

ČERNÝ, Ladislav. *Jarní sladovnický ječmen: pěstitelský rádce*. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007. ISBN 978-80-87111-04-8.

ELEMENTAR.DE: DUMAS – *A well-established method for N/protein analysis*. Germany: Elementar Analysensysteme, 2016 [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <http://www.elementar.de/en/products/nprotein-analysis/rapid-n-exceed.html>

FAMĚRA O. (2002): *Založení porostu jarního ječmene vyžaduje velkou péči. Úroda*. 17.1.2002. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: <https://uroda.cz/zalozeni-porostu-jarniho-jecmene-vyzaduje-velkou-peci/>

HARTMAN, PSOTA, 2022. *Kompendium 2022: Sladovnický ječmen, stálice v turbulencích dnešní doby*. 2022. Spolek pro ječmen a slad. ISSN 978-80-213-3162-4.

HONSOVÁ, Hana, 2020. *Pro větší uplatnění precizního zemědělství. Agromanuál*. Praha, 2020(1), 2. ISSN 1801-4895. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/pro-vetsi-uplatneni-precizniho-zemedelstvi>

HONSOVÁ, Hana, 2021. *Precizní zemědělství nabízí široké možnosti. Agromanuál*. 2021(02). ISSN 1801-4895. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/precizni-zemedelstvi-nabizi-siroke-moznosti>

HŘIVNA a kol, 2015. *Kompendium 2015, Vliv dávky dusíku a pozdní aplikace mimokořenové výživy růstových látek na výnos*. ISBN: 978-80-213-2624-8

HŘIVNA, Luděk, DUFKOVÁ, Renata, 2021. *Výživa jarního ječmene v proměnlivých podmínkách. Agromanuál. 2021(03). ISSN 1801-4895.*
[cit. 2021-09-14] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vyziva-jarniho-jecmene-v-promenlivych-podminkach>

KLEM, Karel. *Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene: (metodika pro zemědělskou praxi).*
Kroměříž: Agrotest fyto, 2011. ISBN 978-80-904594-0-3.

KRCEK, M., et al. *Reduction of drought stress effect in spring barley (Hordeum vulgare L.) by nitrogen fertilization.* Plant Soil and Environment, 2008, 54:1. 7.

KROULÍK, Milan, 2021. Vývojové směry v oblasti precizního zemědělství. *Agromanuál. 2021(11). ISSN 1801-4895.* [cit. 2021-10-14]
Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/vyvojove-smery-v-oblasti-precizniho-zemedelstvi>

Laudis 550: Ječmen jarní. *LG Seeds* [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://lc.lgseeds.cz/odrudy/obilniny/jecmen-jarni/laudis-550/>

LAURENS Klerkx, JAKKU, Emma, LABARTHE Pierre. *A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda*, NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, Volumes 90–91, 2019. ISSN: 100315

LUKAS, Vojtěch, 2012. *Stanovení a optimalizace diferencovaných dávek dusíkatých hnojiv v precizním zemědělství: metodika pro praxi.* Brno:

Mendelova univerzita v Brně. Metodika pro praxi (Mendelova univerzita v Brně). ISBN 978-80-7375-686-4.

LUKAS, Vojtěch, a kol., 2020. *Variabilní přihnojení dusíkem pomocí nástrojů GIS a vyhodnocení efektivity využití živin v rozdílných vláhových podmínkách*. Mendelova Univerzita v Brně. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: http://user.mendelu.cz/xlukas0/publikace/Lukas_Ztech_2020.pdf

LUKAS, Vojtěch. *Tvorba aplikačních map pro základní hnojení plodin v precizním zemědělství: metodika pro praxi*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 978-80-7375-561-4.

LUKAS, Vojtěch a kol., 2020. *Význam zpracování aplikačních map pro lokálně cílenou agrotechniku zemědělských plodin*. *Agromanuál*. 2020(12). ISSN 1801-4895. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/vyznam-zpracovani-aplikacnich-map-pro-lokalne-cilenou-agrotechniku-zemedelskych-plodin>

LUKÁŠ, Jan. KROULÍK, Milan. KŘÍŽOVÁ, Kateřina: *Příručka precizního zemědělství pro praxi Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2020*. 61 s. : ISBN: 978-80-7427-346-9. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: https://www.ctpz.cz/media/upload/1623671600_1-encyklopedie-pz.pdf

NEUDERT, Lubomír. Vojtěch, LUKAS, 2017. *Variabilní dávkování hnojiv na základě senzorového monitoringu porostních podmínek*. Mendelova Univerzita v Brně. [cit. 2021-09-08] Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/metodiky_pro_praxi/10_Technologie_Agrio_final.pdf

NEUDERT, Lubomír a Vojtěch LUKAS. *Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-311-0.

Richter a kol., 2014. Sdružení pro ječmen a slad, 2014. *Kompendium 2014, Technologie sladovnického ječmene: Ječmen na rozcestí*. ISBN 978-80-213-2441-1.

Sdružení pro ječmen a slad, 2014. *Kompendium 2014, Technologie sladovnického ječmene: Ječmen na rozcestí*. ISBN 978-80-213-2441-1.

SEMRÁDOVÁ, Martina 2020. *Variabilní aplikace jako nástroj moderního agronoma*. *Agromanuál*. 2020(12). ISSN 1801-7673. [cit. 2021-09-14] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/variabilni-aplikace-jako-nastroj-moderniho-agronoma>

SHAFI, Mohammad, et al. *Effect of nitrogen application on yield and yield components of barley (Hordeum vulgare L.)*. *Pak. J. Bot*, 2011, 43:3. 1471-1475.

STANISLAV, Hudec, 2020. *Stanovení optimálního výsevku ječmene*. *Agromanuál*. 2020(01). ISSN 1801-4895. [cit. 2022-01-14] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/sladovnicky-jecmen-plodina-s-jistym-odbytem>

TAYLOR & FRANCIS GROUP, 2016. *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton: CRC Press. ISBN: 978-1-4822-5107-4.

Úroda 5/2021, *Variabilní aplikace bez starostí*, VARISTAR s.r.o., 2021.
Variabilní aplikace bez starostí. *Úroda*. Praha: ProfiPress, 2021(5), 2. ISSN
0139-6013.

VELECHOVSKÁ, Jana, 2022. *Vyšší zájem o sladovnický
ječmen. Úroda. 2022(01)*. ISSN 0139-6013. [cit. 2021-09-14] Dostupné z:
<https://uroda.cz/vyssi-zajem-o-sladovnicky-jecmen/>

WINKLER, Jan. *Zaplevelení jarního ječmene a posklizňové
hospodaření. Agromanuál. 2019(02)*. ISSN 1801-4895. [cit. 2021-09-14]
Dostupné z: [https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-
pestovani/plevele/zapleveleni-jarniho-jecmene-a-poskliznove-hospodareni](https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zapleveleni-jarniho-jecmene-a-poskliznove-hospodareni)

ZIMOLKA, J. a kol., 2006: *Ječmen – formy a užitkové směry v České
republice*. 1. vydání, Praha, Profi Press. ISBN 978-80-8672-618-2

10. Seznam obrázků

Obr. 1 Aplikační mapa - hnojení dusíkem.....	27
Obr. 2 Aplikační mapa - regulátor růstu.....	28
Obr. 3 Aplikační mapa - hnojení dusíkem.....	29
Obr. 4 Aplikační mapa - regulátor růstu.....	30
Obr. 5 Pozemek - předplodina kukuřice, 1.5.2021	38
Obr. 6 Pozemek - předplodina kukuřice, 12.6.2021.....	38
Obr. 7 Pozemek - předplodina kukuřice, 25.6.2021	38
Obr. 8 Pozemek - předplodina kukuřice, 25.6.2021	39
Obr. 9 Pozemek - předplodina kukuřice, 22.7.2021	39
Obr. 10 Pozemek - předplodina kukuřice, 22.7.2021	40
Obr. 11 Pozemek - předplodina kukuřice, 2.8.2021	40
Obr. 12 Pozemek - předplodina brambory, 1.5. 2021	41
Obr. 13 Pozemek - předplodina brambory, 12.6.2021	41
Obr. 14 Pozemek - předplodina brambory, 25.6.2021	42
Obr. 15 Pozemek - předplodina brambory, 2.8.2021	42
Obr. 16 Pozemek - předplodina brambory, 2.8.2021	43
Obr. 17 Pozemek - předplodina brambory, 10.8.2021	43
Obr. 18 Planetový mlýn <i>Pulverisette 6 Fritsch</i>	46
Obr. 19 NIR Analyzátor <i>Inframatic 9200</i>	48
Obr. 20 Sklizeň pomocí sklízecí mlátičky <i>Claas</i>	56
Obr. 21 Schéma systému <i>Varistar</i>	72

11. Seznam tabulek

Tab. 1 Potřeba živin jarního ječmene	17
Tab. 2 Měsíční přehledy průměrné teploty a úhrnu srážek	31
Tab. 3 Evidence hnojiv, pozemek – předplodina kukuřice	33
Tab. 4 Evidence pesticidů a morforegulátorů, předplodina kukuřice.....	34
Tab. 5 Evidence hnojiv, pozemek – předplodina brambory	35
Tab. 6 Evidence pesticidů a morforegulátorů, předplodina brambory	36
Tab. 7 Počet klasů [m^2].....	50
Tab. 8 Počet zrn v klasu.....	52
Tab. 9 Hmotnost tisíce zrn [g]	54
Tab. 10 Výnos zrna [$t \cdot ha^{-1}$].....	57
Tab. 11 Obsah N-látek [%].....	58
Tab. 12 Obsah škrobu [%].....	59
Tab. 13 Klíčivost [%]	60
Tab. 14 Podíl předního zrna [%]	61
Tab. 15 Obsah sušiny [%].....	62
Tab. 16 Obsah N-látek [%].....	63
Tab. 17 Celkové náklady [$Kč \cdot ha^{-1}$].....	64
Tab. 18 Náklady na 1 t zrna [$Kč \cdot t^{-1}$]	65
Tab. 19 Průměrné hodnoty vybraných parametrů	72

12. Seznam grafů

Graf 1 - ZD „Vysočina“ Želiv, rozdělení obhospodařované půdy	23
Graf 2 Rozložení pěstovaných plodin v ZD „Vysočina“ Želiv	24
Graf 3 Počet klasů [m ²]	50
Graf 4 Počet klasů [m ²]	51
Graf 5 Počet zrn v klasu	52
Graf 6 Počet zrn v klasu, krabicový graf	53
Graf 7 Hmotnost tisíce zrn [g]	54
Graf 8 Výnos zrna [t.ha ⁻¹]	57
Graf 9 Obsah N-látek [%]	58
Graf 10 Obsah škrobu [%]	59
Graf 11 Klíčivost [%]	60
Graf 12 Podíl předního zrna [%]	61
Graf 13 Obsah sušiny [%]	62
Graf 14 Obsah NL v sušině [%]	63
Graf 15 Celkové náklady [Kč.ha ⁻¹]	65