



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Vliv dávky dusíku na tvorbu výnosu jarního ječmene

Autorka práce: Bc. Eliška Janurová

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

České Budějovice
2022

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Eliška JANUROVÁ
Osobní číslo: Z20464
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Zemědělské inženýrství – Prvovýroba
Téma práce: Vliv dávky dusíku na tvorbu výnosu jarního ječmene
Zadávací katedra: Katedra rostlinné výroby

Zásady pro vypracování

Cíl práce: Posoudit vliv stupňované dávky dusíku na výnosotvorné prvky a celkový výnos zrna jarního ječmene.

- 1) Úvod – stručný nástin významu tématu
- 2) Literární přehled – nové poznatky na základě studia doporučené i další získané literatury včetně zahraničních zdrojů
- 3) Metodický postup
 - a. Založení poloprovozního pokusu se 3-4 variantami dusíkatého hnojení ve 3-4 opakováních – farma U Čechů, odrůda jarního ječmene Bente
 - b. Během vegetace sledovat nástup jednotlivých růstových fází a výskyt škodlivých činitelů (chorob, škůdců, plevelů)
 - c. Sledovat tvorbu výnosu a jednotlivé výnosové prvky (počet rostlin, počet odnoží celkem, počet plodných odnoží)
 - d. Před sklizní provést odpočet počtu klasů, odebrat vzorky a po sklizni vyhodnotit další výnosotvorné prvky (počet zrn v klasu, HTZ) , příp. hlavní ukazatele krmné kvality
- 4) Výsledková část – uspořádání do tabulek a grafů včetně slovního komentáře a statistického hodnocení
- 5) Diskuse – porovnání dosažených výsledků s údaji v literatuře
- 6) Závěr – shrnutí výsledků vlastní práce
- 7) 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.
Petr, Hruška, Černý: Tvorba výnosu hlavních polních plodin, SZN Praha, 1980.
Prugar J. a kol: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS a Komise jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 2008.
Zimolka, J.: Ječmen – formy a užitkové směry v ČR. Proffii Press Praha, 2006.
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 Štěřba, Ph.D.**
Katedra rostlinné výroby

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

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



doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice



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

V Českých Budějovicích dne 25. února 2021

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne 17.03. 2022 .

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv odstupňované dávky dusíkatého hnojení na výnosové prvky (počet rostlin na jednotku plochy, počet odnoží na jednotku plochy, počet klasů na jednotku plochy, počet zrn v klasu a hmotnost tisíce zrn) jarního ječmene. Poloprovozní pokus byl založen na jaře v roce 2021 na soukromé rodinné farmě u pana Jaroslava Čecha v Bělči u Mladé Vožice. Na pokusném poli byl zaset krmný jarní ječmen odrůdy Bente. Pokusné dávky dusíkatého hnojení byly stanoveny následovně: 20 kg. ha⁻¹, 50 kg. ha⁻¹, 80 kg. ha⁻¹, 110 kg. ha⁻¹. Vyhodnocená data byla zpracována a zaznamenána do tabulek a grafů v kapitole výsledky.

Nejvyšších výnosových hodnot bylo dosaženo ve variantě IV s nejvyšší dávkou dusíku, na kterou bylo aplikováno 110 kg čistých živin dusíkatého hnojení. Se snižující se dávkou dusíkatého hnojení klesaly hodnoty výnosových prvků i celkové výnosy v jednotlivých variantách.

Klíčová slova: jarní ječmen, hnojení, dusík, výnosové prvky

Abstract

The purpose of this diploma thesis was to find out the effect of a graduated dose of nitrogen fertilization on the revenue elements (number of plants per area, number offshoots per area, number of ears per area, number of grains inside one ear and weight of thousand seeds) of the spring barley. The field experiment was established in the spring of 2021 on a private family farm which belongs to Mr. Jaroslav Čech and it is located in Běleč near Mladá Vožice. Spring barley of the Bente variety was sown in the experimental field. The experimental doses of nitrogen fertilization were determined as follows: 20 kg. ha⁻¹, 50 kg. ha⁻¹, 80 kg. ha⁻¹, 110 kg. ha⁻¹. The evaluated data were processed and recorded into tables and graphs in the results chapter.

The highest revenue elements were reached in the variant IV, where was applied 110 kg pure nutrients of nitrogen fertilizer. The revenue elements in individual variants were decreasing with decreasing dose of nitrogen fertilization.

Keywords: spring barley, fertilization, nitrogen, revenue elements

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu Ing. Zdeňkovi Štěrbovi, Ph.D. za odborné vedení a připomínky při zpracování diplomové práce. Také bych ráda poděkovala panu Ing. Milanovi Kobesovi, Ph.D. za odbornou pomoc při statistickém vyhodnocování výsledků z poloprovozního pokusu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat panu Jaroslavovi Čechovi za umožnění provedení poloprovozního pokusu.

Obsah

Úvod.....	10
1 Literární část.....	11
1.1 Historie ječmene.....	11
1.2 Hospodářský význam ječmene.....	12
1.3 Botanická a biologická charakteristika ječmene.....	12
1.3.1 Kořenový systém.....	13
1.3.2 Stéblo a odnože.....	13
1.3.3 Listy.....	14
1.3.4 Květenství.....	14
1.3.5 Obilka.....	14
1.4 Chemické složení zrna.....	15
1.5 Růst a vývoj.....	17
1.6 Agrotechnické požadavky.....	17
1.6.1 Požadavky na prostředí.....	17
1.6.2 Zařazení v osevním postupu.....	18
1.6.3 Předset'ová příprava půdy.....	18
1.6.4 Setí.....	19
1.7 Výživa a hnojení.....	20
1.7.1 Hnojení dusíkem.....	20
1.7.2 Hnojení fosforem.....	21
1.7.3 Hnojení draslíkem.....	22
1.8 Choroby a škůdci.....	22
1.8.1 Choroby.....	23
1.8.2 Škůdci.....	25
1.9 Sklizeň.....	26

1.9.1	Sklizeň na zrno	26
1.9.2	Sklizeň zelené hmoty celých rostlin.....	27
1.10	Posklizňová úprava	27
1.11	Tvorba výnosu ječmene	27
1.11.1	Biologický výnos	28
1.11.2	Hospodářský výnos	28
2	Cíl práce	30
3	Metodika	31
3.1	Charakteristika rodinné farmy Čech.....	31
3.2	Charakteristika počasí	31
3.3	Charakteristika pokusného stanoviště	32
3.4	Charakteristika agrotechniky.....	33
3.5	Charakteristika odrůdy jarního ječmene.....	34
3.6	Charakteristika použitých hnojiv během vegetace	35
3.6.1	NPK.....	35
3.6.2	Močovina	35
3.6.3	Hořká sůl	35
3.7	Založení pokusu	36
3.8	Odpočet výnosových prvků.....	37
3.9	Výnos zrna.....	39
3.9.1	Teoretický výnos	39
3.9.2	Skutečný výnos	39
3.10	Hodnocení škodlivých činitelů	39
3.11	Statistické vyhodnocení dat	39
3.12	Ekonomické zhodnocení.....	40
4	Výsledky	42
4.1	Výnosové prvky	42

4.2	Statistické zhodnocení	43
4.2.1	Základní statistika	43
4.2.2	Počet rostlin na m ²	43
4.2.3	Počet odnoží na m ²	45
4.2.4	Počet klasů na m ²	47
4.2.5	Počet zrn v klasu	49
4.2.6	Hmotnost tisíce zrn	51
4.3	Vyhodnocení hypotéz	52
4.4	Výnos zrna	53
5	Ekonomické zhodnocení	54
6	Diskuse	56
	Závěr	58
	Seznam použité literatury	60
	Seznam obrázků	64
	Seznam tabulek	65
	Seznam použitých zkratk	68
	Přílohy	69

Úvod

V zemědělství se pěstuje mnoho druhů plodin, ale mezi nejčastěji pěstované plodiny v České republice se řadí především skupina obilovin. Pšenice, kukuřice a ječmen jsou tři hlavní plodiny, které se na našem území pěstují. Nejen u pšenice, ale i u ječmene se rozlišují dvě formy pěstování – ozimý a jarní typ. V České republice se pěstuje zejména ječmen jarní, který má široké spektrum využití.

Ječmen je základní surovinou pro výrobu sladu, a proto má sladovnický ječmen pro Českou republiku tak důležitý význam. Přibližně 30 % jarních ječmenů slouží k výrobě piva. Další využití ječmene se nachází v oblasti farmaceutického a kosmetického průmyslu, slouží k výrobě lihu a škrobu.

Pro lidskou výživu je vhodný z mnoha důvodů, a to především pro své antioxidační vlastnosti, velkému obsahu minerálních látek a jsou zde i přítomné vitamíny skupiny B a E. V neposlední řadě má ječmen velký význam u výživy hospodářských zvířat.

ČSÚ udává, že v roce 2021 byl jarní ječmen pěstován na ploše 215 737 ha. Oproti předchozímu roku 2020 byla vysetá výměra nižší o 1 542 ha. Průměrný výnos se v roce 2021 pohyboval okolo 5,18 t. ha⁻¹, naopak v roce 2020 byl průměrný výnos jarního ječmene o 0,03 t. ha⁻¹ vyšší.

1 Literární část

1.1 Historie ječmene

Ječmen *Hordeum* je jedna z nejstarších obilovin. První zmínky o ječmenu pochází ze 7. století př. n. l. z Iráku a z 8. století př. n. l. z Egypta. Za místo původu ječmene dle dochovaných písemností se považuje Asie, území dnešního Iráku, Sýrie, Libanonu, Jordánska, Palestiny, Izraele, Egypta a Turecka, které je označováno také jako oblast úrodného půlměsíce. Ječmen se v té době využíval jako potravina a částečně i jako krmná plodina. Zajímavostí je také jeho využívání jako léčivá rostlina s protizánětlivými a antiseptickými účinky (Zimolka et al., 2006).

První zmínky o pěstování ječmene v místech naší republiky byly zaznamenány asi před 5000 lety př. n. l. Známa naleziště se nacházela v okolí od středních Čech (Bylany u Kutné Hory) až po západní Moravu. Většina nálezů pocházela hlavně z východního Slovenska (Diviš et al., 2010).

Norfolkský osevní postup poskytl ječmeni výbornou předplodinu, kterou byla cukrová řepa. Tento čtyřhonný osevní postup přispěl k velkému rozvoji pěstování ječmene v tehdejších místech, kde se nyní rozléhá Česká republika. Během válečného období byl přerušen rozvoj ječmenářství, zejména za 2. světové války, kdy byl zaznamenán kvalitativní i kvantitativní pokles v ječmenářství. Postupně se odrůdy nahrazovaly německými odrůdami, které však neměly tak vysokou úroveň kvantity. Plochy ječmene se začaly zvyšovat až v prvním poválečném desetiletí (1945-1955). Ječmen jarní byl pěstován ve větším rozsahu než ječmen ozimý (Špaldon, 1982).

Jedna z nejlepších jarních odrůd byla odrůda Valtický. Odrůda, která měla vysoký a stabilní výnos a výbornou sladovnickou jakost. Důležitou roli ve šlechtění jarního ječmene sehrálo mutační šlechtění. Odrůda Diamant, která byla registrována v roce 1965, vznikla jako mutace po ozáření rentgenovými paprsky odrůdy Valtický. V letech 1972–1990 bylo v tehdejší Československu vyšlechtěno 28 odrůd diamantového typu (Zimolka et al., 2006).

V současné době v České republice převládají odrůdy zahraniční. Je to způsobeno především tím, že se omezilo české šlechtění (Prugar, 2008).

1.2 Hospodářský význam ječmene

Ječmen se řadí mezi nejstarší kulturní plodiny. Celá staletí slouží k výrobě sladu a piva, k výrobě krup nebo i jako náhražka kávy a sladařských výtažků. Mimo jiné slouží také k zajištění krmiva pro hospodářská zvířata (Moudrý a Jůza, 1998).

Ječmen jarní je rostlinou s nejkratší vegetační dobou, tj. 110–125 dnů. Během tohoto krátkého období dokáže vytvořit vysoký biologický i hospodářský výnos. Podstatou je vysoká rychlost fotosyntézy v období sloupkování a v této fázi má také i největší nároky na živiny. Kvůli slabému a mělkému kořenovému systému čerpá živiny z orničního profilu, ze které jsou lépe přístupné. Rostliny ječmene mají silnou autoregulační a kompenzační schopnost odnožování, tzn., že vytváří vedlejší stébly. U starších odrůd byl počet klasů na jednotku plochy tvořen především hlavními stébly, u odrůd novějších se zastoupení zvýšilo o 1–3 odnože a podíl na počtu klasů se zvýšil na 2/3.

Při volbě pěstební technologie by se mělo vycházet ze základních růstových charakteristik a způsobu využití produkce (Zimolka et al, 2006).

- výroba sladu
- krmné účely
- potravinářské účely

1.3 Botanická a biologická charakteristika ječmene

Ječmen setý *Hordeum vulgare* botanicky spadá do čeledi lipnicovité – *Poaceae*. Řadí se mezi jednoleté i víceleté plodiny. V České republice se pěstuje v jednoleté formě, a to v jarním nebo ozimém charakteru (Kuchtík et al., 1998).

Podle počtu chromozomů se ječmen stejně jako pšenice dělí na diploidní, tetraploidní a hexaploidní. Všechny kulturní plodiny ječmene patří do diploidního druhu. Druh *Hordeum vulgare* – ječmen setý obsahuje tyto convariety (Diviš et al., 2010).

Hordeum vulgare*, convar. *vulgare – ječmen setý víceřadý

Rozlišuje se na dva typy:

- šestiřadý – var. *paralellum*
- víceřadý – var. *pallidum*

Hordeum vulgare*, convar. *distichon – ječmen setý dvouřadý

Rozděluje se na několik variet:

- ječmen nící – var. *nutans*
- ječmen vzpřímený – var. *erectum*
- ječmen paví – var. *zeocriton*
- ječmen nahý – var. *nudum*
- ječmen černý – var. *nigricans*

Hordeum vulgare*, convar. *intermedium – ječmen setý přechodný

Hordeum vulgare*, convar. *labile – ječmen setý labilní různotvarý
(Diviš et al., 2010)

1.3.1 Kořenový systém

Jeho svazčitá kořenová soustava je rozprostřena mělce při povrchu půdy a zasahuje do hloubky 0,3 m. Ze všech obilovin má ječmen nejvyšší počet primárních (zárodečných) kořínků, nejčastěji se objevuje v počtu 5-6 kořínků, které mohou dosahovat hloubky 1,4 m. V době dlouhodobého sucha kořeny zásobují rostlinu vláhou. Jejich tvorba závisí zejména na velikosti obilek, na typu ječmene a na jeho formě. Ve fázi odnožování vyrůstají z kolének (z bazálních podzemních uzlů) sekundární kořeny, jejichž hloubka zakořenění je do 50 cm. Tyto kořínky jsou mohutnější a anatomicky rozeznatelné od primárních kořínků. Na jednu odnož spadá kolem 3-8 sekundárních kořínků (Zimolka et al., 2006).

Jarní ječmen má oproti ozimému ječmeni velmi jemné kořeny. Funkčnost kořenového systému ovlivňuje celkový růst rostlin i organizaci porostu. Jeho hlavní funkcí je zásobovat rostlinu živinami a vláhou, z tohoto důvodu jsou nároky na kvalitu zpracování půdy a přípravu set'ového lůžka pro jarního ječmene velké (Kuchtík et al., 1998).

1.3.2 Stéblo a odnože

Sobotka et al., (1958) uvádí, že stéblo ječmene je složené ze 4-6 článků, které je oddělené kolénky. Kolénka jsou dlouhá, válcovitá a dutá s tenkou vrstvou a dorůstá do výšky 80–120 cm.

Ječmen tvoří odnože z podzemního uzlu. Odnože vznikají z pupenů, které leží v úžlabí blanitých listenů. Z odnožovacího uzlu rostliny vytváří kromě hlavního stébla – stébla I., II. a III. řádu (Zimolka et al., 2006).

Počty odnoží závisí na odrůdě a podmínkách prostředí. Hluboké setí nebo vysoký výsev způsobuje nízký počet odnoží vytvořený na rostlinu. Naopak vyšší počet odnoží je způsoben nízkými výsevky nebo vyššími dávkami dusíkatého hnojení (Andreson et al., 1995).

Při vlhčím mikroklimatu, u přehuštěného porostu, dochází k redukci odnoží a tím i k vyšší pravděpodobnosti výskytu houbových chorob. Hustý porost je také náchylný k poléhání. To negativně působí na výnos a jakost zrna (Faměra, 2002).

1.3.3 Listy

Rostliny ječmene mají pravotočivé listy, které jsou umístěné nad sebou ve dvou řadách. V místě přechodu pochvy v čepel je blanitý jazýček a velmi dlouhá ouška, která se navzájem překrývají. Pomocí těchto znaků se rostliny ječmene v raném stádiu snadno rozlišují od ostatních obilovin (Zimolka et al., 2006).

1.3.4 Květenství

Květenstvím je klas (lichoklas). Složen je z klásků, které jsou umístěné na člancích klasového větene. Na jednom článku jsou tři jednodřevé klásky. Podle počtu plodných kvítků a způsobem jejich rozložení na článku klasového větene se rozlišuje, zda se jedná o ječmen víceřadý nebo o ječmen dvouřadý (Striegl, Žídková, 1993).

Klásek má z vnější strany plevy, které jsou úzké, štetinovité, ale u některých variet jsou široké a vybíhají v osinku. Kvítek je na vnitřní straně chráněn vypouklou pluchou a pluškou. Plucha vybíhá v dlouhou osinu, která je zubatá nebo hladká. Některé formy mohou být i bezosinné (Zimolka et al., 2006).

1.3.5 Obilka

Zrno je složeno z obalů, endospermu a zárodku. Obalové vrstvy pokrývají celou obilku a chrání ji před nepříznivými vlivy. Endosperm neboli jádro zaujímá podstatnou část obilky. Na vnější části endospermu v tzv. aleuronových buňkách je obsaženo hodně bílkovin, vitamínů a minerálních látek. Obsah škrobu a cukrů se nachází na vnitřní části endospermu, který je tvořen velkými parenchymatickými buňkami.

Nejdůležitější částí pro reprodukci je klíček, který zaujímá nejmenší část obilky. V klíčku jsou uloženy základy budoucích rostlin – zárodečné kořínky a vzrostný vrchol (Striegl, Žídková, 1993).

Typická barva obilky je u ječmene světle žlutá. Zbarvení může být také oranžové, hnědé i modročerné. (Zimolka et al., 2006).

U některých variet, kvítkové orgány obilku jen obalí. Po výmlatu se zcela oddělí a zůstává nahá obilka. Nejčastěji však s obilkou pevně srůstají a vzniká obilka pluchatá (Striegl, Žídková, 1993).

1.4 Chemické složení zrna

Chemické složení zrna i ostatních produktů např. slámy jsou ovlivněny zejména podmínkami prostředí, klimatickými podmínkami, výživou rostlin, odrudou, způsobem pěstování, ošetřování a dobou sklizně (Striegl, Žídková, 1993).

Obsah vody v zrně ječmene je v rozmezí 12–14 % a sušiny 86–88 %. Nižší procento vlhkosti negativně působí na technologickou jakost a při porušení enzymů zrna ztrácí schopnost klíčení. V opačném případě vyšší procento vlhkosti způsobuje plesnivění a znehodnocení zrna (Zimolka et al., 2006).

Sacharidy

Škrob je v zrně ječmene základní organickou polysacharidovou sloučeninou, která tvoří 60–65% sušiny. Vysokomolekulární sacharidy se skládají z amylozy (25 %) a amylopektinu (75 %). V obilce je škrob pro organismy zdrojem energie. V endospermu obilky se škrob nachází v podobě malých a velkých škrobových granulí. Sacharóza, rafinóza, maltóza, glukóza a fruktóza jsou zástupci nízkomolekulárních sacharidů, které jsou v zrně obsaženy jako volné cukry. Stavební polysacharidy – celulóza, hemicelulóza, lignin a gumovité látky jsou základem pro rostlinná pletiva. Obsah těchto neškrobových sacharidů je v rozmezí 10–14 % (Zimolka et al., 2006).

Dusíkaté látky

Podle Striegl, Žídková (1993) je průměrná hodnota dusíkatých látek v zrně krmného ječmene okolo 10,4 %. Zimolka et al. (2006) udává, že obsah dusíkatých

látek v obilce ječmene se pohybuje v rozmezí 7-18 %. Dusíkaté látky lze rozdělit do dvou základních skupin:

1. *Dusíkaté látky typu bílkovin* – aminokyseliny, peptidy, peptony, proteiny
2. *Dusíkaté látky nebílkovinné* povahy – dusíkaté báze, složky fosfatidů, malé množství amidů a amonných solí.

Aminokyseliny se řadí mezi nejjednodušší dusíkaté sloučeniny. Pro lidskou výživou jsou důležité esenciální aminokyseliny, které si živý organismus neumí vyrobit, a proto je důležité je přijímat z rostlinné i živočišné stravy. Proteiny se člení podle několika hledisek. Podle rozpustnosti se bílkoviny dělí na:

- albuminy – rozpustné jsou ve vodě, obsahují 4 % ječných bílkovin
- globuliny – rozpustné jsou v roztocích elektrolytů, obsahují 18 % ječných bílkovin
- hordeiny – rozpustné jsou v 70 % ethanolu, obsahují kolem 37 % ječných bílkovin
- gluteliny – z části jsou rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad, tvoří 37 % ze všech bílkovin (Zimolka et al. 2006)

Lipidy

Tuky jsou složeny především z triglyceridů. Množství tuku záleží na odrůdě rostliny a pěstitelských podmínkách. Celkové množství lipidů v zrna se pohybuje v rozmezí 2–9 %. Tuky se nachází především v aleuronové vrstvě a v klíčku. Nejvíce z nenasycených mastných kyselin tvoří kyselina linolová a olejová (Zimolka et al., 2006).

Vitamíny

V ječmeni jsou zastoupeny vitamíny skupiny B (B₁, B₂, B₃, B₅, B₉) dále pak vitamín C a vitamín H (biotin). Nachází se především v aleuronových a obalových vrstvách zrna a klíčku (Zimolka et al., 2006).

Popeloviny

Minerální látky jsou v sušině obsaženy okolo 2 %. Nejvyšší obsah popelovin se nachází v obalových vrstvách obilky. Ve větším množství se v ječmeni vyskytuje draslík a fosfor dále pak křemík a hořčík (Zimolka et al., 2006).

1.5 Růst a vývoj

Rostliny v průběhu vegetace prochází vývojovými změnami, které se projevují morfologickými a anatomickými změnami (Šnobl et al., 2005).

Růst a vývoj je změna, která probíhá v rámci ontogeneze (Klem et al., 2011). Během růstu dochází k přirůstání organické hmoty a zvětšování buněk, k tvorbě orgánů a pletiv a dochází ke změně habitu rostlin (Diviš et al., 2010).

Šnobl et al. (2005) uvádí, že vnější znaky se hodnotí makrofenologickou stupnicí. Jednotlivé stupně stádia jsou označovány od 00-99 DC.

Vývoj probíhá zároveň s růstem a dochází ke kvalitativním změnám v rostlině. Vývojové změny se koncentrují do vzrostlého vrcholu a vyvíjejí se základní orgány. Tento proces je podmíněn vnitřními genetickými faktory, především vlivem vnějšího prostředí. K hodnocení se využívá mikrofenologická stupnice dle Kuperové, která zachycuje organogenezi vzrostlého vrcholu. Jednotlivé etapy jsou označovány I – XII (Diviš et al., 2010).

1.6 Agrotechnické požadavky

1.6.1 Požadavky na prostředí

Ječmen jarní je nenáročný na teplotu a na vláhu, lze ho pěstovat ve všech výrobních oblastech. Kvůli slabému a mělkému kořenovému systému je mnohem náročnější na půdu než ostatní skupina obilovin (Beneda et al., 2001).

Klíčit začíná při teplotě 1 °C, kdy teplota při zakořeňování a vzcházení musí být vyšší. Vlhké počasí a nižší teploty v této fázi růstu ječmen poškozují. V období sloupkování je naopak nežádoucí sucho a vyšší teploty. Za těchto podmínek narůstá krátké stéblo a při nadměrném suchu porost ani nevymetá (Špaldon, 1984).

Černý et al. (2007) uvádí, že ječmen se může pěstovat i v oblastech ve výšce 400 až 500 m. n. m., protože se období sucha neprojeví tak ničivě na výsledné produkci jako v obilnářské a kukuřičné výrobní oblasti. Celkové množství ročních srážek se pohybuje v rozmezí 450–650 mm.

Vyhovují mu půdy středně těžké hlinité nebo písčitohlinité půdy s mírně utuženou ornici a dobře prokypřeným povrchem. Nejvhodnější půdní typy pro pěstování ječmene jsou černozemě a hnědozemě, naopak půdy písčité a jílovité jsou pro ječmen nežádoucí. (Černý et al., 2007).

Pro bramborářskou oblast je ideální pH půdy 5,8-6,2. V řepařské oblasti by se půdní kyselost měla pohybovat v rozmezí od 6,2 do 7,2 pH. Hodnota pH půdy je pro pěstování obilovin důležitá. Kyselé půdy snižují účinnost živin a tím se negativně ovlivní růst rostlin (Beneda et al., 2001).

Jarní ječmen se nedoporučuje pěstovat na pozemcích, které jsou ve vysokém stupni zaplevelení nebo v místech s častým výskytem mlhy a rosy (Polák et al., 1998).

1.6.2 Zařazení v osevním postupu

Po pšenici ozimé je jarní ječmen druhou nejnáročnější plodinou na zařazení v osevním sledu. Náročný na požadavky prostředí není, tudíž ho lze pěstovat ve velmi rozdílných podmínkách. Záleží, na jaký užitkový směr je zaměřený – sladovnický, krmivářský, průmyslový a potravinářský, zde se prostředí musí přizpůsobit požadavkům (Diviš et al., 2010).

Předplodina ovlivňuje výnos a kvalitu sklizeného zrna. Nejvhodnější předplodinou pro ječmen jsou hnojem hnojené okopaniny (brambory, cukrová řepa), po kterých půda zůstává v dobrém strukturním i živinném stavu (Kvěch et al., 1985).

Osevní postupy se v současné době moc nedodržují. Vzhledem k redukci pěstovaných ploch okopanin se jarní ječmen řadí spíše po kukuřici (na siláž, na zrno) nebo po ostatních obilovinách (Diviš et al., 2010).

Skupina olejnin a luskovin jsou jako předplodina pro ječmen méně vhodné, zanechávají v půdě vyšší množství dusíkatých látek, které způsobují vyšší riziko poléhání porostu a zvyšují obsah dusíkatých látek v zrna (Polák et al., 1998).

Striegl, Žídková (1993) uvádí, že pokud je jarní ječmen zaměřen pro krmivářské účely, výběr předplodiny nemusí být tak přísný. Tolerují se jako předplodiny obiloviny ozimého charakteru – pšenice ozimá, žito ozimé. Zanechávají v půdě více organické hmoty než okopaniny a tím se zvyšuje obsah bílkovin v zrna, to je z krmného hlediska výhodnější.

1.6.3 Předset'ová příprava půdy

Kvalita předset'ové přípravy pro následné setí je velice důležitá. Zásadním způsobem ovlivňuje budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a jeho kvality (Zimolka et al., 2006).

Striegl, Žídková (1993) uvádí, že ideálními podmínkami pro pěstování ječmene je prokypřená a dostatečně provzdušněná půda, s dostatkem vláhy a živin.

Základní agrotechnické operace prováděné na podzim jsou podmítka a orba. Důležitá je především jejich včasnost a kvalita provedení. Podmítka se provádí po sklizni předplodiny talířovými nebo radličkovými kypřiči. Hloubka podmítky závisí na typu půdy. U lehkých půd se hloubka podmítky provádí v rozmezí 6–8 cm, u půd těžkých až do hloubky 12 cm (Agromanuál, 2007).

Následující operací je orba. V závislosti na fyzikálním stavu půdy by se orba měla provádět do hloubky 20–25 cm. Orba umožňuje zapravení posklizňových zbytků, plevelů, fosforečných a draselných hnojiv aplikovaných před orbou. Po orbě je vhodné provést hrubé urovnání povrchu půdy (Striegl, Žídková, 1993).

Podle Šroller et al. (1997) by jarní příprava půdy měla provzdušnit ornici a vytvořit ideální seťové lůžko, které by mělo být ve spodní části dostatečně utužené. Tím se zajistí pravidelná hloubka setí i dostatečný přístup vláhy k osivu. Půda nad osivem by měla být naopak dostatečně kyprá, aby umožnila vzcházení rostlin.

Kromě klasického způsobu zpracování půdy lze uplatnit i minimalizační zpracovávání půd. Je to technologie, která se obzvláště využívá v sušších a teplejších oblastech a je především pro plochy, které jsou erozně ohrožené (Hůla et al., 2002).

1.6.4 Setí

Doba setí jarního ječmene by měla být co nejdříve na jaře, ale vždy záleží na počasí a stavu půdy. Nejpozději by měl být však zasetý do začátku dubna. Důležitá je především vlhkost půdy. Ječmen se nesmí „zamazat“, z důvodu vytvoření blátivého filmu na zrnu ječmene, který by bránil přístupu kyslíku. Tím by se snížila energie klíčivosti a porost by vzcházel nevyrovnaně (Zimolka et al., 2006).

Pro obiloviny se doporučuje mělké setí tzn. 2-3 cm. Na lehčích a sušších půdách můžeme sít hlouběji naopak na těžších a vlhčích půdách se seje mělčeji. Při hlubším setí porosty později a méně odnožují (Černý et al., 2007).

Podle Striegl, Žídková (1993) není vhodné mělké setí, protože semena nerovnoměrně klíčí a vzcházejí, jejich kořenová soustava není dostatečně vyvinutá a v důsledku toho citlivě reaguje na změny počasí, především na nedostatek vláhy. Rostliny při hlubokém setí zakládají odnožovací uzel hlouběji, a proto méně odnožují a mají méně produktivní klas, což jim snižuje HTZ.

Výsevek se určuje především podle půdních podmínek (vláha, živiny, plevel, škůdci), předplodiny, doby a způsobu setí a odrůdy ječmene. Výsevek se stanoví z následujícího vzorce:

$$\text{Výsevek [kg. ha}^{-1}\text{]} = \frac{\text{MKS} \times \text{HTZ(g)} \times 10000}{\text{čistota (\%)} \times \text{klíčivost(\%)}}$$

U většiny odrůd jarního ječmene se výsevek pohybuje v rozmezí 3,5 - 4,5 MKS na ha (Striegl, Žídková, 1993).

Základem pěstitelského úspěchu je používat k setí kvalitní a uznané osivo (Zimolka et al., 2006).

1.7 Výživa a hnojení

Hnojiva se aplikují do půdy z důvodu zlepšení růstu a vývoje rostlin a kvality produkce. Dusík, fosfor, draslík, vápník, síra, hořčík, bór a mangan jsou z osmi nejdůležitějších prvků pro rostliny (Martin et al. 2006). Ječmen jarní je ze skupiny obilovin na hnojení nejcitlivější. Během jeho krátké vegetace přijímá poměrně velké množství živin. Optimální výživa zajistí správný růst a vývoj rostlin, dobrý výnos a vysokou kvalitu zrna (Sekerková et al. 2010).

Černý et al. (2007) uvádí, že ječmen je označován za plodinu staré půdní síly, protože využívá minerálních a organických hnojiv, které byly aplikovány k předplodině. Předplodiny lze rozdělit do tři skupin:

1. Organicky hnojené okopaniny – kukuřice, brambory, cukrovka.
2. Předplodiny zanechávající dostatek pohotových živin – řepka, mák, hořčice.
3. Předplodiny půdu vyčerpávající, s vysokým podílem posklizňových zbytků – kukuřice na zrno, ozimá pšenice.

Tvorba výnosu je spojená s celkovou výživou ječmene. Dostupnost živin závisí na mnoha půdních faktorech. Ječmen negativně reaguje na kyselé pH půdy, při nižší koncentraci přístupného vápníku, je ovlivňován růst kořenů, především kořenového vlášení (Černý et al., 2020)

Podle Diviš et al. (2010) na 1 tunu zrna a odpovídajícímu množství slámy odčerpá: 28-32 kg N (dusíku), 4-6 kg P (fosforu), 20-35 kg K (draslíku), 6-8 kg Ca (vápníku) a 2-3 kg Mg (hořčíku).

1.7.1 Hnojení dusíkem

Efektivní využití dusíku je jedním z nejdůležitějších cílů v hospodaření s plodinami a půdou. Index fyziologické účinnosti absorbovaného dusíku je definován jako poměr 1 kg produkce zrna ku 1 kg dusíku absorbovaného v nadzemní (zrno a sláma) produkci sušiny v době zralosti (Isfan, 1990).

Dusíkatá hnojiva jsou ze všech minerálních hnojiv nejvíce problematická z hlediska výživy rostlin. Obsah dusíku v půdě je závislý na uvolňování přístupného dusíku mineralizací půdní organické hmoty. Nejen mineralizační, ale i ostatní mikrobiální pochody jsou v půdě ovlivňovány klimatem a fyzikálními vlastnostmi půdy – stupněm zhutnění a intenzitou zpracování půdy (Černý et al., 2007).

Intenzivní odběr dusíku probíhá do konce sloupkování (80-85 %). Nejvyšší odběr nastává ve fázi odnožování, a proto se dávky dusíku rozdělují na následující dvě aplikace:

1. Před setím nebo hnojením pod patu – 70-80 % předpokládané dávky dusíku.
2. Ve fázi dvou listů až do počátku odnožování – 30 % (dávka by neměla překročit 25 kg N. ha⁻¹ (Vach a Javůrek, 2009).

Pokud celková dávka dusíku je do 80 kg. ha⁻¹, hnojí se jednorázově před setím. Mezi nejpoužívanější hnojiva se řadí močovina, DAM 390 a síran amonný, lze i aplikovat kombinovaná hnojiva. Při vyšší celkové dávce dusíku je vhodné ji rozdělit na dvě třetiny před setím a zbytek přihnojit během vegetace, před začátkem sloupkování (Vaněk et al., 2016).

Kombinované hnojení dusíkem a sírou pozitivně ovlivňuje výnos a kvalitu ječmene. De Bona et al., (2011) testoval hypotézu, zda hnojení dusíkem ve formě močoviny zlepšuje využití dusíku při nedostatku síry. Když byly rostliny ječmene pěstovány na půdě s deficitem síry po dobu sedmi týdnů, přídavky dusíku zvýšily biomasu a koncentrace síry ve výhoncích rostlin dodaných dusičnanem a močovinou ve stejném rozsahu. Při nedostatku síry dusičnanem dodávané rostliny shromáždily více dusíku ve formě dusičnanů a asparaginu než rostliny dodávané močovinou. To podpořilo názor, že syntéza asparaginu při nedostatku síry je indukována při dodávce dusičnanů, ale ne močovinou.

Rostliny pěstované na půdách s dostatečným množstvím dusíku rychle rostou šetrně se zdravou sytě zelenou barvou. Dusík pozitivně ovlivňuje vývoj stonků a listů. Nedostatek tohoto prvku se projeví špatnou kvalitou a nízkou produkcí rostlin. Naopak nadměrný přísun dusíku způsobí poléhání, pozdní zralost a náchylnost k některým chorobám (Martin, 2006).

1.7.2 Hnojení fosforem

Během začátku vegetace má jarní ječmen vyšší nároky na fosfor a z tohoto důvodu je důležité zajistit v prvních 15 dnech intenzivnější příjem fosforu než dusíku, aby byl

dosažen kvalitní výnos. Po vytvoření třetího listu se zvyšuje tvorba biomasy a ječmen vyžaduje naopak vyšší příjem dusíku (Zimolka et al., 2006).

Fosfor se řadí mezi živiny, které ovlivňují růst kořenů. V místě s vyšší koncentrací fosforu se kořenový systém rozvine více a rostliny už nemají potřebu vytvářet hlubší kořeny (Venclová, 2019).

Vaněk et al. (2016) uvádí, že příjem fosforu mírně narůstá během celé vegetace. Příznaky nedostatku fosforu jsou málo výrazné. Ve většině případech se jedná o skrytý deficit, kdy sice rostlina nejeví příznaky nedostatku, ale jeho obsah je nízký v rostlinách, tudíž neprobíhají biochemické procesy správně (Venclová, 2019). Při déletrvajícím nedostatku fosforu rostliny reagují vnějšími vlivy – méně odnožují, mají krátká a slabá stébla, úzké, vzpřímené listy zbarvené do tmavozelené barvy (Zimolka et al., 2006).

1.7.3 Hnojení draslíkem

Draslík zlepšuje kyprost endospermu a ovlivňuje jemnost pluch, působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah dusíkatých látek. Upřednostňují se draselná hnojiva chloridového typu. Chlór se pozitivně projevuje na zdravotním stavu rostlin a na výnosu zrna (Zimolka et al., 2006).

Vaněk et al. (2016) udává, že příjem draslíku a dusíku narůstá především v době kvetení a po odkvetu jejich příjem zase klesá.

Špaldon (1982) uvádí, že draselnatá hnojiva se zapravují do půdy při předset'ové přípravě, ale mohou se aplikovat i na podzim při základním zpracování půdy.

Nedostatek draslíku se projeví blednutím listů až postupným zasycháním okrajů starších listů, tvorbou chlorotických skvrn spojujících se v proužky. Snižuje se také pružnost stébla, odolnost vůči nízkým teplotám a suchu (Zimolka et al., 2006).

1.8 Choroby a škůdci

Choroby jsou přenosné osivem a mohou se projevit při vzcházení porostů a snížit tak počet vzešlých rostlin. Jejich škodlivost je vysoce diferenciovaná podle odrůd, ročníku a způsobu pěstování. Některé choroby jsou obtížně regulovatelné a některé se daří silně potlačovat (Polák et al., 1998).

Dle Baudiš et al. (1958) je hlavní ochranou před chorobami: moření osiva vhodnými přípravky, osivo ze zdravých porostů, vhodná volba předplodin, dobré zaorání posklizňových zbytků a kvalitně provedená agrotechnika.

Nejčastějšími škůdci jarního ječmene je bejломorka sedlová, vrtalka ječná, kohoutci a mšice aj. Jejich výskyt je velmi nepravidelný, ale přesto mohou přivodit značné výnosové škody (Polák et al., 1998).

Na trhu je mnoho insekticidních přípravků, které jsou na bázi různých účinných látek. Podle druhu škůdce a jeho výskytu se volí vhodný přípravek k jeho odstranění (Bittner, 2008).

1.8.1 Choroby

Choroby přenosné osivem – osivo jarního ječmene má mít vysokou biologickou hodnotu do které patří dobrý zdravotní stav (Zimolka et al., 2006).

Prašná sněť

K infekci osiva dochází během kvetení. Z infikovaného osiva vyroste rostlina, která má klas přeměněný v černou prašivou hmotu. Jsou to spory, kterými se choroba šíří během květu (Zimolka et al., 2006).

Napadené rostliny jsou kratší než rostliny ve zdravém porostu. Vysoké teploty během klíčení podporují růst houby a delší kvetení má za následek vyšší napadení rostlin. V posledních letech se výskyt prašné sněti v jarním ječmeni zvýšil (Bittner, 2008).

Pruhovitost ječná

Z infikovaného semene vyroste rostlina a na listech se začnou vytvářet hnědé pruhy. Ty způsobují zasychání, třepení listů a nevymetání klasů u odnoží. Pro potlačení výskytu těchto chorob je vhodné osivo mořit fungicidy s dobrou účinností (Bittner, 2008).

Listové choroby – ovlivňují výnos, podíly na sítech a obsah bílkovin. Mezi listové choroby, které se nachází v České republice se řadí: padlí travní (*Erysiphe graminis* DC. a *Blumeria graminis*), rez ječná (*Puccinia hordei* Otth.), hnědá skvrnitost (*Helminthosporium teres* Sacc.), rynchosporiová skvrnitost (*Rhynchosporium secalis*), ramulariová skvrnitost (*Ramularia collo-cygni* – Rcc.), mlo – skvrny a listové skvrny neparazitárního původu (Zimolka et al., 2006).

Padlí travní

Se řadí ke skupině vřeckatých hub. Padlí je typickým obligátním parazitem, pro svou existenci potřebuje živou zelenou rostlinu. Rozšiřuje se pomocí větru na velké vzdálenosti pomocí konidií nebo vřeckatými sporami. Ječmen je v době odnožování nejcitlivější na napadení (Bittner, 2008).

Na jaře tvoří patogen bělavé krupky mycelia na listech, postupně šednou a vytváří se na nich černé plodnice. Ideální podmínky pro rozšíření choroby je vlhké mikroklima a sušší počasí. Aby se zamezilo vzniku choroby, měly by se volit odolnější odrůdy a nepříliš hustý porost.

V současné době se ochrana řeší chemickými přípravky, které jsou složeny z celého spektra účinných látek. U jarních ječmenů se uplatňuje rezistentní šlechtění – rasově specifická odolnost nebo rasově nespecifická odolnost (Bittner, 2008).

Rez ječná

V době metání se na spodní straně listů objevují malé kulaté žlutooranžové až světle hnědé kupky, které jsou ohraničeny žlutým dvůrkem. Výskyt rzi je víceméně do této doby nenápadný. Rez přezimuje ve formě myceliového stádia uredospor na živých rostlinách. Zdrojem napadení jarního ječmene je napadený ozimý ječmen. Spory se přenáší větrem na velké vzdálenosti a klíčí při teplotě od 5 °C do 25 °C. Riziko vyššího napadení porostu rzi je zapříčiněné vysokými dávkami dusíku, užíváním regulátorů růstu a malou hustotou porostu (Bittner, 2008).

V současné době je jarní ječmen šlechtěn na odolnost proti rzi ječné a padlí travnímu. U všech stávajících odrůd je vhodné pravidelně kontrolovat jeho zdravotní stav především v období metání a kvetení. Při včasném zachycení choroby v porostu lze požit vysokou škálu vysoce účinných fungicidů (Zimolka et al., 2006).

Hnědá skvrnitost ječmene

Choroba je přenášena osivem i vzduchem. Infekce se objevuje na klíčících pochvách světle hnědými nekrotickými proužky. Skvrny mohou dále přecházet na listové pochvy a vytvoří typické síťování. Při silném napadení dochází k odumírání listů (Bittner, 2008).

Napadení hnědou skvrnitostí ječmene lze očekávat v období za chladného a vlhkého počasí a také při intenzivním hnojení dusíkem. Aby se zamezilo vzniku této choroby je zapotřebí dodržovat osevní postupy, moření osiva fungicidy a případná aplikace fungicidů do období sloupkování (Polák et al., 1998).

Choroby klasu

Fuzariózy klasů

Ohnisko infekce je v půdě, osivu nebo v rostlinných zbytcích. Klíčivé askospory se šíří větrem z kulturních rostlin od dubna do června. Mezi příznaky napadení patří nepravidelné vyzrávání klasů a nafialovělé zbarvení klásků. Napadená zrna jsou drobná, svrasklá. V období zrání při deštivém počasí se v klasech nachází oranžové nebo růžové povlaky, které jsou tvořené myceliem a sporama hub (Kazda et al., 2003).

Chorobu lze částečně omezit aplikací vyšších dávek fungicidů, a to na bázi metconazole a tebuconazolu do klasů v období kvetení. Vhodné je také potlačovat výskyt savého hmyzu, obzvláště mšic. Omezí se produkce medovice, která je pro usídlení patogenních hub vhodnou živnou půdou (Bittner, 2008).

1.8.2 Škůdci

Bzunka ječná

Přezimuje ve stadiu dospělé larvy, která je 4-5 mm dlouhá, štíhle protáhlá, bělavá. Na jaře se kuklí a první generace dospělců se objevuje v květnu. Jsou to drobné 1,5 až 2 mm dlouhé, černé mušky se žlutým prvním článkem zadečku. Larvy se vyvíjejí na mladých rostlinách nebo na mladých odnožích. Larvy vnikají k srdéčku a sáním způsobí, že srdéčko odumře. Napadené rostliny se poznají tím, že nejmladší list odnože je odumřelý a je zbarvený do žluté nebo hnědé barvy. Provedením správné agrotechniky a včasným výsevem se může zabránit výskytu tohoto škůdce (Zimolka et al., 2006).

Mšice

Jedná se o drobný hmyz velikosti 0,5-6 mm. U nás se vyskytují tři druhy: mšice střemchová, kyjatka osenní a kyjatka travní. Kromě přímých škod sáním v rostlinných pletivech se mšice podílí i na přenosu viru – žluté zakrslosti ječmene (Bittner, 2008).

Mšice se silně přemnožují za suchého a teplého počasí. Mají mnoho přirozených nepřátel, mezi které patří: sluněčka, pestřenky zlatoočky a jsou také napadány entomopatogenními houbami. Mšice jsou jedni z nejhorších rostlinných škůdců (Zimolka et al., 2006).

Kohoutci

V České republice jsou dva druhy kohoutků, kteří škodí nejen v ječmeni, ale i v ostatních obilovinách.

Kohoutek černý – tělo má zbarvené do zelené nebo modré barvy. Brouci přezimují a koncem dubna až začátkem května se začnou vyskytovat na obilovinách. Mezi listovými žebry způsobují typické požerky ve tvaru úzkých podélných proužků. Počátkem června začínají samičky klást vajíčka na listy obilovin. Po 7 až 8 dnech se líhnou larvy a vyžírají listy jako dospělí brouci ve formě proužků. Během 7-14 dní larvy dospívají a zalézají do půdy, a po měsíci dosahují dospělosti. Kohoutek černý má během roka jednu generaci (Bittner, 2008).

Kohoutek modrý – tělo i nohy má zbarvené do modré, kovově lesklé barvy. Oproti kohoutkovi černému je poněkud menší a zavalitější, jen dospělé larvy jsou mu podobné. V posledních letech se kohoutek modrý vyskytuje v malém rozsahu. Škodlivost může být na jarním ječmeni dle ročníku velice vysoká (Bittner, 2008).

Třásněnky

Třásněnky se objevují na jaře, kdy je teplota nad 20 °C. Samičky kladou vajíčka za horní listové pochvy a mezi klásky době, kdy ještě nejsou obiloviny vymetané. Larvy a dospělci žijí skrytě a sají na listech, stéblech a na pluchách a pluškách v mléčné zralosti. Mezi hlavní příznaky napadení porostu je zbělení pochvy praporcového listu a na jeho rubu lze nalézt imága a larvy třásněnek (Bittner, 2008). Ochrana se provádí v době sloupkování až metání (Černý et al., 2007).

1.9 Sklizeň

1.9.1 Sklizeň na zrno

Organizace a technologie sklizně vychází ze stavu porostu, zaplevelení a jeho polehání. Kvalita zrna je ovlivněna zejména termínem sklizně. Krmný ječmen se sklízí v období mezi žlutou a plnou zralostí, zrno je tak bohatší na více bílkovin. Nedochozí také k takovému lámání stébel pod klasy a výdrolu zrna. Přezrálé zrno je v plné zralosti obzvláště v chladném a deštivém počasí citlivé na porůstání (Striegl, Žídková, 1993).

Polák et al. (1998) uvádí, že při předčasné sklizni může docházet nejen k omezení přesunu zásobních látek do zrna, ale snižuje se i energie klíčivosti, HTS a výnos. předčasně sklizené obilí se obecně musí dosoušet, a to není pro zemědělce úplně rentabilní. Volba vhodné mechanizace a její seřízení je zásadní volbou pro sklizeň, protože se tím předchází k zbytečnému poškození zrn.

K poškození zrna nejčastěji dochází zvyšováním otáček mláticího bubnu při sklizni přezrálého porostu anebo při sklizni vlhkého porostu (Zimolka et al., 2006).

Podle Zimolka et al. (2006) je plná zralost z hlediska vnějších znaků charakterizovaná takto:

- zrno se neohne, ale při silnějším tlaku se rozpůlí
- dochází k odumření rostlin až po praporcový list
- změní se barva pluch a osin
- vlhkost zrna se sníží pod 16 %
- první kolénko shora zhnědne

1.9.2 Sklizeň zelené hmoty celých rostlin

Sklizeň zelené hmoty se provádí v době mléčně voskové zralosti. Sklízí se řezačkou asi 4 týdny po vymetání rostlin. Tento typ sklizně se řadí mezi nejméně ztrátové a ekonomicky výhodné. Hmotu lze různým způsobem konzervovat např.: v silážních žlabech, senážovat v hermeticky uzavíratelných věžích a vytvářet brikety nebo granule pomocí horkovzdušným sušením (Striegl, Žídková, 1993).

1.10 Posklizňová úprava

Po sklizni ječmene je důležité ho co nejdříve ošetřit, aby nedošlo ke ztrátám jeho kvality (Černý et al., 2007).

V obilné mase se mohou nacházet zrna jiných druhů obilovin, semena plevelů, organické a anorganické nečistoty a prach. Probíhá v ní celá řada fyzikálních a biologických procesů, a proto je třeba zrno před uskladněním vytrít, vyčistit a vysušit (Zimolka et al., 2006).

1.11 Tvorba výnosu ječmene

Výnos zrna je výsledkem působení několika mnoho faktorů a podmínek prostředí na rostlinu během vegetace (Petr, Húska, et al., 1997). Růst a vývoj rostlin je velice složitý proces – zakládají, diferencují a redukují se vegetativní a generativní orgány a zároveň zde probíhají procesy, na kterých závisí celkové množství vyprodukované biomasy a rozdělují se asimiláty mezi jednotlivé části rostlin (Lipavský, 2000).

Veškerá produkce biomasy porostu se nazývá biologický výnos a podíl hospodářsky využitelné biomasy se nazývá hospodářský výnos (Diviš et al., 2010).

1.11.1 Biologický výnos

Biologický výnos závisí na absorpci záření porostem, využití pohlceného záření na tvorbu sušiny a na schopnosti rostlin transportovat, dodávat a akumulovat vytvořené asimiláty do orgánů rostlin (Diviš et al., 2010).

Výnos veškeré biomasy je podmíněn vysokou fotosyntetickou produktivitou rostlin. Všechny životní funkce rostliny jsou závislé na fotosyntéze. Metabolické a růstové pochody v těle rostlin vzájemně určují strukturu fotosyntetického aparátu a jeho funkci. Fotosyntetická produkce je podmiňována následujícími faktory:

- Velikostí asimilačního aparátu a délkou jeho aktivní činnosti
- Výkoností asimilačního aparátu a rychlostí fotosyntézy
- Aktivitou kořenového systému
- Distribucí asimilátů mezi orgány (Petr, Húska, et al., 1997)

Pro tvorbu sušiny je významným předpokladem velikost asimilační plochy LAI (leaf area index). LAI se udává v m^2 asimilační plochy rostlin z porostu na $1 m^2$ plochy půdy. Optimální hodnoty LAI u obilovin se pohybují okolo $5-8 m^2 \cdot m^{-2}$. Velikost LAI může být ovlivněna genetickými faktory (habitus rostlin, rychlost růstu, odnožovací schopnost) a také vlivem vnějšího prostředí (vývoj počasí, doba setí, výživa rostlin aj.) (Diviš et al., 2010).

1.11.2 Hospodářský výnos

Hospodářský výnos je ta část produkce, která se využívá k výživě, krmení, průmyslovému zpracování a k energetickým nebo jiným účelům lidské činnosti. Velmi významná je schopnost rostlin převést vytvořené asimiláty do hospodářsky významných orgánů – obilok.

Výnosové prvky se dělí na:

1. Počet klasů na plošnou jednotku

- počet rostlin na $1 m^2$
- produktivní odnožování

2. Počet zrn v klasu

- počet klásků
- počet plodných kvítků

3. Hmotnost tisíce semen (Petr et al., 1980)

Počet rostlin na m²

Počet rostlin na jednotce plochy záleží především na výsevku. Ten se uvádí v počtu klíčivých semen na m² nebo v kg na ha (Diviš et al., 2010).

Podle Petr et al. (1980) je počet vzešlých rostlin nižší než původně vysetý počet klíčivých semen a je to první období, při kterém dochází ke kritickému snížení počtu rostlin.

Diviš et al., 2010 uvádí, že skutečný výsevek je závislý na mnoha faktorech, především na kvalitě osiva a na podmínkách setí.

Produktivní odnožování

Odnožování je schopnost trav vytvářet pod povrchem půdy odnožovací uzel s úžlabními listy ze kterých se během vegetativní fáze utvoří vedlejší stébla neboli odnože (Diviš et al., 2010).

Ječmen produkuje výnos především počtem klasů. Během růstu a vývoje dochází k rozlišování jednotlivých odnoží na plodné a neplodné. Vytvořením prvních klasů na rostlině se odnože s klasy začnou rychle vyvíjet a potlačovat ve vývoji sterilní odnože, které začnou po fázi kvetení usychat (Lipavský, 2000).

Počet zrn v klasu

Během vývoje klasů dochází k tvorbě generativních orgánů, následuje proces oplodnění a vrcholnou etapou vývoje je tvorba vlastního zrna (Petr et al., 1980).

Generativní orgány se tvoří ve vzrostlém vrcholu. Klasové vřetenko se formuje ve III. Etapě organogeneze, ve VI. Etapě klásky a kvítky v V. etapě. Základní předpoklad pro výnosový prvek počet zrn v klasu je počet založených kvítků. V kláscích ječmene a žita se nachází 2 kvítky. V klase jarního ječmene se nachází 15 až 20 zrn (Diviš et al., 2010).

Hmotnost tisíce zrn

Vývin obilek trvá 35–45 dní. Hmotnost obilky je geneticky podmíněný znak, který je ovlivněn prostředím. Po opylení nastává rychlá diferenciací buněk a jejich postupné zvětšování z důvodu úložného prostoru pro zásobní látky. Při fázi rychlého růstu se nejvíce zvětšuje objem a hmotnost obilky. Čím je delší období plnění obilek, tím získávají větší hmotnost.

Hmotnost tisíce zrn (HTZ) se udává v gramech. U jarního ječmene se HTZ pohybuje v rozmezí 40–50 g (Diviš et al., 2010).

2 Cíl práce

Posoudit vliv stupňované dávky dusíku na výnosotvorné prvky a celkový výnos zrna jarního ječmene.

Pracovní hypotézy

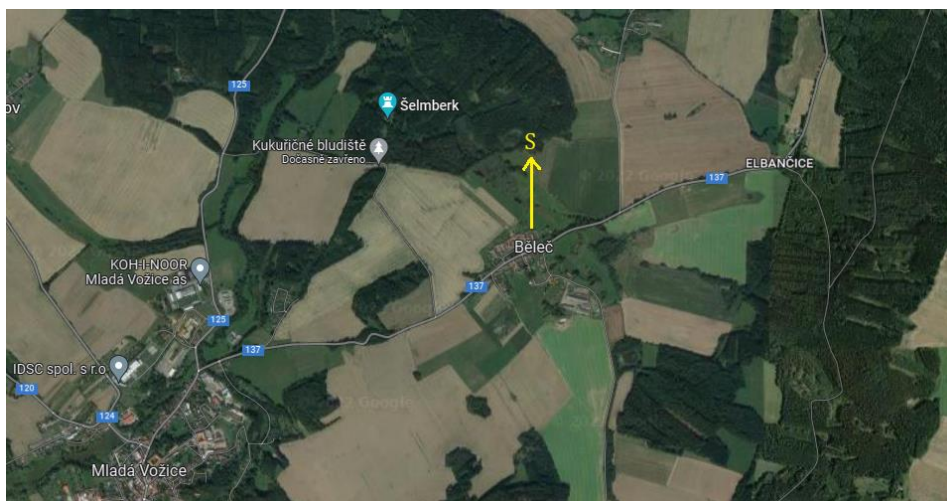
- 1) Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet rostlin.
- 2) Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet odnoží.
- 3) Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet klasů.
- 4) Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet zrn v klasu.
- 5) Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat HTZ.

3 Metodika

3.1 Charakteristika rodinné farmy Čech

Jednoletý poloprovozní pokus byl založen na jaře roku 2021, sledovaný ve vegetačním období březen–červenec na pozemku obhospodařovaném soukromou firmou Farma U Čechů v Bělči. Obec Běleč se nachází v Jihočeském kraji, přibližně 25 km severovýchodně od města Tábor. Farma je zaměřena na rostlinnou a živočišnou výrobu. V současné době hospodaří na 74 ha z toho je 65 ha orné půdy a 9 ha trvalé travní porosty. V živočišné výrobě chovají celkem 76 ks dobytka. Zaměřují se na mléčnou výrobu, aktuálně dojí 14 ks dojnic plemene český strakatý skot. Na farmě je chováno také přibližně 30 ks býků na výkrm. Část rostlinné produkce je především pro krmné účely (jeteloviny, krmný ječmen, oves). Pěstují i tržní plodiny řepka ozimá, potravinářská pšenice a brambory.

Obrázek 1: Obec Běleč (sever: ↑)



Zdroj: webový portál (www.mapy.cz)

3.2 Charakteristika počasí

Tabulka 1: Srážky [mm] ve vegetačním období březen–červenec 2021

Měsíc	2021	Dlouhodobý normál 1991-2020
Březen	30	47
Duben	30	39
Květen	106	75
Červen	113	92
Červenec	116	94

Zdroj: webový portál (www.chmi.cz)

V tabulce č. 1 jsou uvedeny souhrnné hodnoty srážek za vegetační období v roce 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem z let 1991-2020 pro území Jihočeského kraje. Z tabulky vyplývá, že oproti dlouhodobému normálu, byly nejvyšší srážkové úhrny za rok 2021 v měsících červen a červenec. Srážkově nejvydatnější měsíc byl měsíc červenec. Ve výše zmíněné tabulce jsou hodnoty uvedené v milimetrech.

Tabulka 2: Teplota [°C] ve vegetačním období březen-červenec 2021

Měsíc	2021	Dlouhodobý normál 1991-2020
Březen	2,1	2,8
Duben	4,9	7,8
Květen	9,8	12,4
Červen	18,1	16,0
Červenec	17,8	17,6

Zdroj: webový portál (www.chmi.cz)

Tabulka č. 2 obsahuje souhrnný průběh teplot ve vegetačním v roce 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem z let 1991-2020 na území Jihočeského kraje. Průměrná teplota naměřena za měsíc duben je v porovnání s dlouhodobým normálem nejchladnější. Nejvyšší měsíční průměrná teplota byla naměřena v měsíci červnu, která tak překročila dlouhodobý teplotní průměr o 2,1 °C. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny ve stupních Celsia.

3.3 Charakteristika pokusného stanoviště

Vybraný pozemek se nachází v Jihočeském kraji v okrese Tábor, blízko města Mladá Vožice. V katastrálním území obce Běleč. Jedná se o střední půdy. Dle AZZP z roku 2018 byla zásoba draslíku a hořčíku vyhovující, vápník a fosfor v kategorii nízký viz tabulka č. 3.

Zásoba hlavních živin (AZZP)

Tabulka 3: AZZP k roku 2018 mg/kg (Mehlich 3)

pH/CaCl ₂	K	P	Ca	Mg
4,7	141	37	1080	153
silně kyselá	vyhovující	nízký	nízký	vyhovující

Pole „U Křižovatky“

- Výměra: 2,69 ha
- BPEJ: 7.50.11
- Sklonitost: 2,86°
- Nadmořská výška: 449,87 m.n.m.

3.4 Charakteristika agrotechniky

Podzim

Sklizenou předplodinou byla ozimá pšenice. Po sklizni a odklizení slámy následovala podmítka pro zapravení posklizňových zbytků do hloubky 6-8 cm. Na zimu byla provedena středně hluboká orba.

Jaro

Na jaře byla provedena předseťová příprava půdy kompaktozem Farnett a následovala aplikace hnojiva NPK (15-15-15) v dávce 150 kg. ha⁻¹. Setí jarního krmného ječmene odrůdy Bente bylo provedeno 30.03. 2021 secím strojem s přípravou. Hloubka setí byla 3 cm a šířka řádků 12,5 cm. Výsevek činil 3,5 MKS (180 kg. ha⁻¹). Sklizeň jarního ječmene proběhla 29.07. 2021.

Veškerá ochranná opatření včetně přihnojení provedená během období vegetace březen–červenec 2021 jsou uvedeny v tabulce č.4.

Tabulka 4: Ochranná opatření včetně přihnojení během vegetace v roce 2021

Měsíc	Datum	Druh	Přípravek	Aplikace na plochu	Dávka na ha
Březen	25.03.	hnojivo	NPK (15-15-15)	Celá výměra	150 kg
Duben	07.04.	hnojivo	MOČOVINA 46 %	I varianta	0 kg
				II varianta	65 kg
				III varianta	130 kg
				IV varianta	200 kg
Květen	15.03.	herbucid	MUSTANG FORTE	Celá výměra	0,80 l
	15.03.	smáčedlo	PREFIN	Celá výměra	0,1 l
	16.05.	hnojivo	HOŘKÁ SŮL	Celá výměra	10 kg
Červen	15.06.	fungicid	DELARO	Celá výměra	0,75 l
	15.06.	smáčedlo	SUPERFIN	Celá výměra	0,1 l
	15.06.	insekticid	NEXT	Celá výměra	0,5 l

Tabulka 5: Dávky aplikovaných hnojiv podle jednotlivých variant v roce 2021

Datum aplikace	Dusíkaté hnojivo	Varianta			
		I.	II.	III.	IV.
25.03.	NPK [kg. ha ⁻¹]	150	150	150	150
	obsah čistých živin [kg. ha ⁻¹]	20	20	20	20
07.04.	Močovina 46 %	0	65	130	200
	obsah čistých živin [kg. ha ⁻¹]	0	30	60	90
Celková dávka N v čistých živinách [kg. ha⁻¹]		20	50	80	110

Obrázek 2: Setí jarního ječmene (foto autor, 2021)



Na obrázku č. 2 se nachází traktor značky CASE 115 MAXXUM a secí stroj Lely se záběrem 3 m. Setí ječmene jarního odrůdy Bente se uskutečnilo 30.03. 2021.

3.5 Charakteristika odrůdy jarního ječmene

Bente

Odrůda Bente je jedna z nejranějších odrůd se špičkovým výnosem zrna, a to i v horších půdně-klimatických podmínkách. Rostliny jsou středně vysoké s dobrou odolností proti poléhání. Odrůda je odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná proti napadení hnědou skvrnitostí, odolná proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí a středně odolná proti napadení rzí ječnou. Doporučený výsevek 3,2–4 MKS/ha dle oblasti a termínu setí. Zrno je velké, podíl předního zrna vysoký, HTZ se pohybuje okolo 53 g.

3.6 Charakteristika použitých hnojiv během vegetace

3.6.1 NPK

NPK 15–15–15 je granulované vícesložkové hnojivo, které obsahuje dusík, fosfor a draslík, lehce přijatelné pro rostliny. Draslík je obsažen ve vodorozpustné chloridové formě. Živiny jsou ve formě vápenatých, amonných a draselných solí anorganických kyselin. Hnojivo je v podobě šedobílých granulí o velikosti 2 až 5 mm. Výrobek je povrchově upraven proti spékání. NPK 15–15–15 se používá především k základnímu hnojení na jaře před setím, resp. před zahájením vegetace a případně i k přihnojování během vegetace. Je vhodný při vysokých požadavcích plodin a kultur na dusík a fosfor.

3.6.2 Močovina

Močovina je diamid kyseliny uhličité – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Je to neutrální organická sloučenina s vysokým obsahem dusíku (více než 46 % N) ve formě amidické. Vyrábí se syntézou z amoniaku a oxidu uhličitého. Granulovaná močovina jsou bílé granulky, lehce rozpustné ve vodě. Močovina je povrchově upravena proti spékavosti.

Močovina je koncentrované dusíkaté hnojivo určené k základnímu hnojení před setím nebo výsadbou a k přihnojování během vegetace. Pro základní hnojení se močovina aplikuje na povrch půdy a následně se do ní zapraví kultivací. Všude tam, kde není k dispozici DAM, je možné použít roztok močoviny k foliární výživě rostlin. Postřiky ve večerních hodinách jsou nejvhodnější, aplikace při vyšších teplotách během dne se nedoporučují – hrozí popálení rostlin.

3.6.3 Hořká sůl

Hnojivo v krystalické formě umožňuje hnojením na list rychle odstranit příčiny akutního nedostatku hořčíku v rostlinách. Používá se výhradně v roztoku k listové aplikaci. Aplikuje se ve 2-5 % koncentraci na list postřikovačem nejčastěji společně s pesticidy při ošetření proti škodlivým činitelům u polních plodin.

Obsah živin:

- 16 % MgO – ve vodě rozpustný oxid hořečnatý
- 13 % S – ve vodě rozpustná síra

3.7 Založení pokusu

Pokus byl založen na pozemku „U Křižovatky“ o celkové výměře 2,69 ha ve čtyřech variantách I – IV s odstupňovanou dávkou N hnojení - 20 kg. ha⁻¹, 50 kg. ha⁻¹, 80 kg. ha⁻¹ a 110 kg. ha⁻¹. Velikost jedné varianty byla 18 m x 250 m, tedy plocha jedné varianty činila 4500 m². Každá varianta byla založena ve čtyřech opakování označena A, B, C, D, viz obrázek č. 3.

V každém opakování byly provedeny 4 odpočty (sub opakování) výnosových prvků – počet rostlin na m², počet odnoží na m², počet klasů na m², počet zrn a hmotnost tisíce zrn, čímž byla zajištěna vyšší přesnost a menší chybovost výsledků. Odpočet výnosových prvků probíhal ve čtverci o velikosti 0,25 m² a následně získaná data byla přepočtena na plochu 1 m².

Obrázek 3: Schéma založeného pokusu



Obrázek 4: Vyznačení varianty na pokusném pozemku (foto autor, 2021)



Na obrázku č. 4 je vyznačena varianta o velikosti 18 m x 250 m. Každá varianta byla označena barevnými kolíky.

3.8 Odpočet výnosových prvků

Počet rostlin na m²

První odpočet výnosového prvku počet rostlin na m² probíhal ve fázi růstu listů, po úplném vzejití (17 DC). Celkem bylo provedeno 64 odpočtů k zajištění dat pro následné zpracování. Tato základní data jsou uvedena v sekci přílohy.

Obrázek 5: Čtverec o rozměrech 0,5 m x 0,5 m (foto autor, 2021)



Na obrázku č. 5 je ukázka čtverce o velikosti 0,25 m², ve kterém probíhaly odpočty výnosových prvků ve všech jednotlivých variantách a opakování.

Počet odnoží na m²

Druhým sledovaným prvkem byl počet odnoží na m². Jeho odpočet proběhl v období na konci odnožování (29 DC). Celkem bylo provedeno také 64 odpočtů k zajištění dat pro následné zpracování. Získaná data jsou zpracována do jedné přehledné tabulky, která je uvedena v sekci přílohy.

Počet klasů na m²

Třetím byl počet klasů na m². Sběr dat byl proveden na začátku fáze kvetení (61 DC) a to konkrétně v období od 18.06. 2021 do 21.06. 2021, viz. obrázek č. 6. Získaná data jsou zpracována do tabulky, která je umístěna v sekci přílohy.

Obrázek 6: Jarní ječmen ve fázi kvetení (foto autor, 2021)



Počet zrn v klasu

Dalším ze sledovaných výnosových prvků byl počet zrn v klasu. Z každého opakování bylo vybráno 4x 10 klasů. Ze čtyřiceti získaných hodnot u každého z opakování byl spočten aritmetický průměr, jež udává počet zrn v klase pro jednotlivé opakování. Aritmetický průměr počtu zrn v klase pro variantu byl spočten z těchto 4 hodnot.

Hmotnost tisíce zrn

Data HTZ pro následné zpracování byla získána v den sklizně, kterou prováděla sklízecí mlátička značky Fortschritt 517. Jednotlivé odběry byly provedeny přímo z násypky uvedeného mlátícího stroje, během sklizení jarního ječmene z jednotlivých parcel. Odběr vzorků z jedné parcely proběhl na 4 místech, které odpovídaly místům označeným jako opakování (A, B, C, D). Sklízecí stroj zastavoval vždy zhruba

po 60 metrech, aby byl umožněn odběr vzorku. Pro zpřesnění výsledků měření a redukci možné chybovosti byly vzorky na jednom každém místě odebrány dvakrát.

3.9 Výnos zrna

3.9.1 Teoretický výnos

Teoretický výnos byl spočítán z hlavních výnosových prvků – počet klasů na plošnou jednotku plochy, počet zrn v klasu a z hmotnosti tisíce zrn.

Pro výpočet teoretického výnosu byl použitý následující vzorec:

$$Výnos_{teor.} [t. ha^{-1}] = \frac{\text{průměrný počet klasů na } m^2 * \text{průměrný počet zrn v klasu} * HTZ}{100000}$$

3.9.2 Skutečný výnos

Skutečný výnos byl zjištěn následujícím vzorcem

$$Výnos_{skut.} [t. ha^{-1}] = \frac{\text{hmotnost sklizeného zrna [t]}}{\text{velikost sklizené plochy [ha]}}$$

3.10 Hodnocení škodlivých činitelů

Během období vegetace byl sledován stav jarního ječmene. V porostu se vyskytovala řada dvouděložných plevelů, zejména heřmánkovec přímořský, violka rolní, rozrazil polní, pcháč oset aj. Aplikací herbicidního přípravku došlo k potlačení plevelů. V porostu se také objevila choroba hnědá skvrnitost ječmene, která byla také následovně potlačena fungicidním přípravkem. Dále byl sledován výskyt škůdců a případné napadení klasů chorobami.

3.11 Statistické vyhodnocení dat

Celkové vyhodnocení výsledků bylo vyobrazeno za pomoci následujících grafů a tabulek, ve kterých jsou uváděny hodnoty pro jednotlivé varianty s odstupňovanými dávkami dusíkatého hnojení. Ke zpracování výsledků a jejich vyhodnocení byly použity programy STATISTICA a EXCEL.

Získaná data z měření byla pomocí programu STATISTICA 12 zpracována a následně vyhodnocena do krabicových grafů.

Byly stanoveny hypotézy za účelem ověření, zda má odstupňovaná dávka dusíkatého hnojení vliv na tvorbu výnosových prvků v jarním ječmeni.

Vyhodnocení hypotéz proběhlo za pomoci nástrojů ANOVA – jednofaktorová analýza, analýza rozptylu, jež jsou součástí software STATISTICA12. Analýzou

rozptylu bylo zjištěno, zda existuje pro data významná statistická závislost mezi variantami hnojení a jednotlivými výnosovými prvky jarního ječmene.

3.12 Ekonomické zhodnocení

V ekonomické části jsou uvedené nákladové položky, které byly spočtené pro jednotlivé varianty. Cena osiva byla stanovena přepočtením na daný výsevek. Mezi náklady na mechanizaci byly zařazeny tyto operace: podmítka, orba, setí, aplikace hnojiv a pesticidů, sklizeň.

Aplikace veškerých postřiků probíhaly na zkušebním poli dle pokynů výrobce a podle doporučeného dávkování. Ceny jednotlivých druhů postřiků uvedených v tabulce jsou u variant stejné. Dávka NPK hnojiva byla aplikována rovnoměrným množstvím, naopak aplikace močoviny 46 % byla v jednotlivých variantách odstupňována, proto jsou ceny ve variantách odlišné. Zmíněné položky osivo, ceny agrotechnických prací, chemické ochrany a hnojení z jednotlivých variant byly sečteny a zaznamenány do řádku celkové náklady.

Výkupní cena odpovídala reálným výkupním cenám v roce 2021, za které byl jarní ječmen vykupován v průběhu loňské sklizně společností ZZN Pelhřimov.

Celkové tržby z prodeje ječmene jsou uvedeny v Kč. Z těchto hodnot byly odečteny náklady pro určení celkového zisku. Ceny uvedené v tabulce č. 20 jsou přepočteny na jeden ha a jsou včetně DPH.

Tabulka 6: Ceny přípravků a hnojiv v roce 2021

Typ přípravků	Základ DPH	DPH (21 %)	Cena s DPH
Mustang Forte 1 l	593,00 Kč	124,53 Kč	717,53 Kč
Delaro 1 l	1 824,00 Kč	383,04 Kč	2 207,04 Kč
Next 1 l	1 775,00 Kč	372,75 Kč	2 147,75 Kč
Prefin 1 l	1 520,00 Kč	319,20 Kč	1 839,20 Kč
Superfin 1 l	1 500,00 Kč	315,00 Kč	1 815,00 Kč
NPK 1 t	7 950,00 Kč	1 669,50 Kč	9 619,50 Kč
Močovina 46 % 1 t	7 550,00 Kč	1 585,50 Kč	9 135,50 Kč
Hořká sůl 25 kg	325,00 Kč	68,25 Kč	393,25 Kč
Celkem (Kč)	23 037,00 Kč	4 837,77 Kč	27 874,77 Kč

Tabulka 7: Ceny agrotechnických operací v roce 2021

Pracovní operace	Základ DPH	DPH (21 %)	Cena s DPH
Podmítka	800,00 Kč	168,00 Kč	968,00 Kč
Orba	2 300,00 Kč	483,00 Kč	2 783,00 Kč
Setí	1 500,00 Kč	315,00 Kč	1 815,00 Kč
Aplikace hnojiva	290,00 Kč	60,90 Kč	350,90 Kč
Sklizeň	2 100,00 Kč	441,00 Kč	2 541,00 Kč
Celkem (Kč)	6 990,00 Kč	1 467,90 Kč	8 457,90 Kč

Tabulka č. 6 a č. 7 udává přepočty cen hnojiv, chemických přípravků a jednotlivých agrotechnických operací ze základu ceny na ceny s DPH a daň. Ceny agrotechnických operací jsou uvedeny i s cenou s pohonných hmot.

4 Výsledky

4.1 Výnosové prvky

Zdrojová data, ze kterých byly vypočítány průměrné hodnoty výnosových prvků v následující tabulce č. 8 jsou dostupné v sekci přílohy.

Tabulka 8: Průměry výnosových prvků

Varianta	Výnosové prvky				
	Počet rostlin na m ² [ks]	Počet odnoží na m ² [ks]	Počet klasů na m ² [ks]	Počet zrn v klasu [ks]	HTZ [g]
I.	291,75	1712,00	609,75	15,91	47,38
II.	296,75	1812,50	643,25	16,46	50,33
III.	293,25	1850,50	666,00	17,12	51,26
IV.	292,75	1869,75	683,25	17,39	52,76

Nejlepších celkových výsledků dosáhla varianta IV, která byla hnojena nejvyšší dávkou dusíkatého hnojení. I přes nižší počet rostlin dosáhla vyššího odnožování a vyššího počtu klasů na jednotku plochy. Oproti tomu varianta III vykazovala vyšší počet rostlin, ale na počtu odnoží a klasů ztrácela. Hodnoty počtu zrn a HTZ se blížily hodnotám varianty IV. Nejnižší hodnoty u všech sledovaných faktorů vykazovala varianta I. s nejnižší aplikací dusíkatého hnojení.

4.2 Statistické zhodnocení

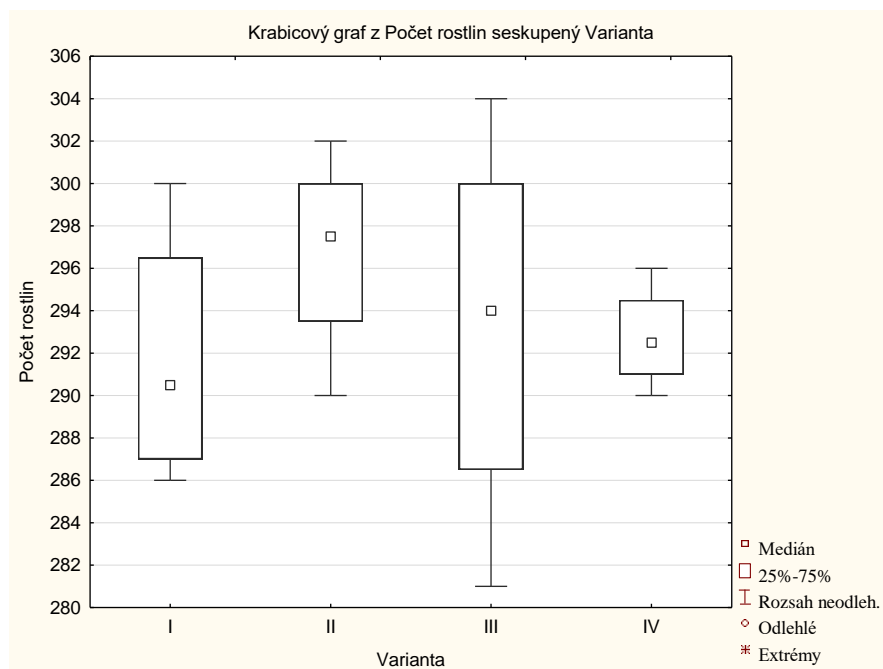
4.2.1 Základní statistika

Tabulka 9 : Základní statistické vyhodnocení dat výnosových prvků jarního ječmene

Hodnoty	Výnosové prvky				
	Počet rostlin	Počet odnoží	Počet klasů	Počet zrn v klasu	Hmotnost tisíce zrn
Průměr	291,75	1811,19	650,56	16,72	50,43
Medián	293,63	1818,13	648,13	16,69	50,56
Minimum	286,75	1699,25	622,25	16,18	49,01
Maximum	300,50	1909,25	683,75	17,32	51,59
Dolní kvartil	289,13	1745,63	626,88	16,34	49,69
Horní kvartil	298,13	1876,75	674,25	17,10	51,18
Rozptyl	42,79	8934,06	1129,85	17,10	1,29
Směrodatná odchylka	5,97	90,16	29,06	0,51	1,10
Variační koeficient	2,03	5,02	4,60	3,04	2,17

4.2.2 Počet rostlin na m²

Graf 1: Krabicový graf počet rostlin na m²



Graf č. 1 zobrazuje hodnoty počtu rostlin u jednotlivých variant odstupňovaných dávek N hnojení v jarním ječmeni s vyznačením mediánů a kvartilů. Nejvyšší

variabilita hodnot byla zjištěna u varianty III. Vykazovala nejvyšší a zároveň nejnižší počet rostlin jejíž rozpětí bylo od 281 do 304 rostlin. Hodnoty z varianty I se pohybují v rozpětí od 286 do 300 rostlin. Většina hodnot této varianty se pohybuje v dolní polovině, což lze pozorovat i na hodnotě mediánu.

Tabulka 10: Analýza variací průměrných hodnot počtů rostlin v jarním ječmeni v závislosti na hnojení

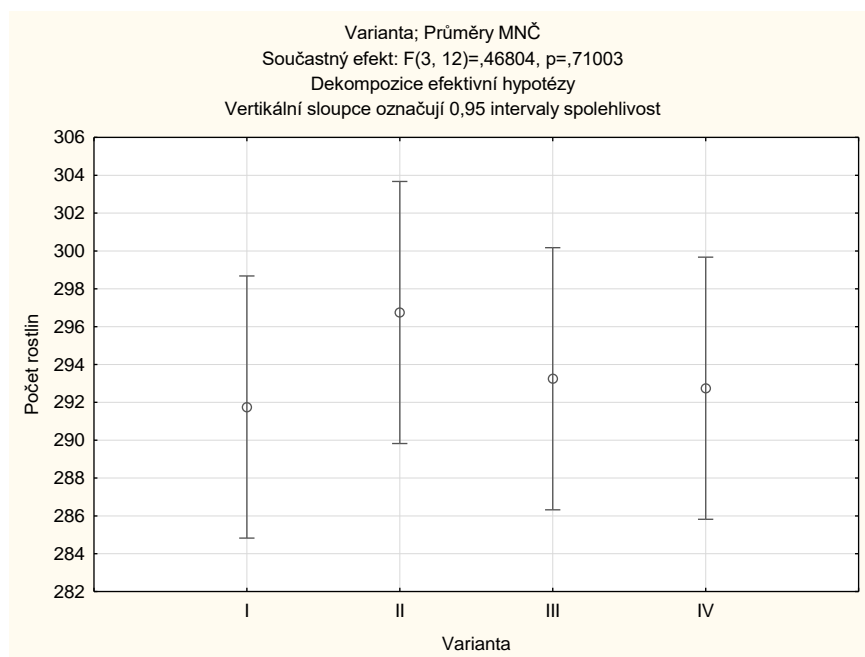
Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota ¹⁾
Varianta hnojení	57	3	19	0,47	0,710031
Chyba	485	12	40	-	-

¹⁾ p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza (H_0). Tedy, že dvě varianty sledování se od sebe statisticky významně neliší.

Je-li p hodnota < 0,05 popř. α < 0,01 nebo < 0,001, zamítáme H_0 a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (*) popř. velmi významný rozdíl (**), nebo velmi vysoce významný rozdíl (***)

V tabulce č. 10 je uvedena analýza variací průměrných hodnot počtů rostlin v jarním ječmeni. Z dat tabulky lze usuzovat, že mezi variantami hnojení a počtem rostlin nebyla prokázána statisticky významná souvislost.

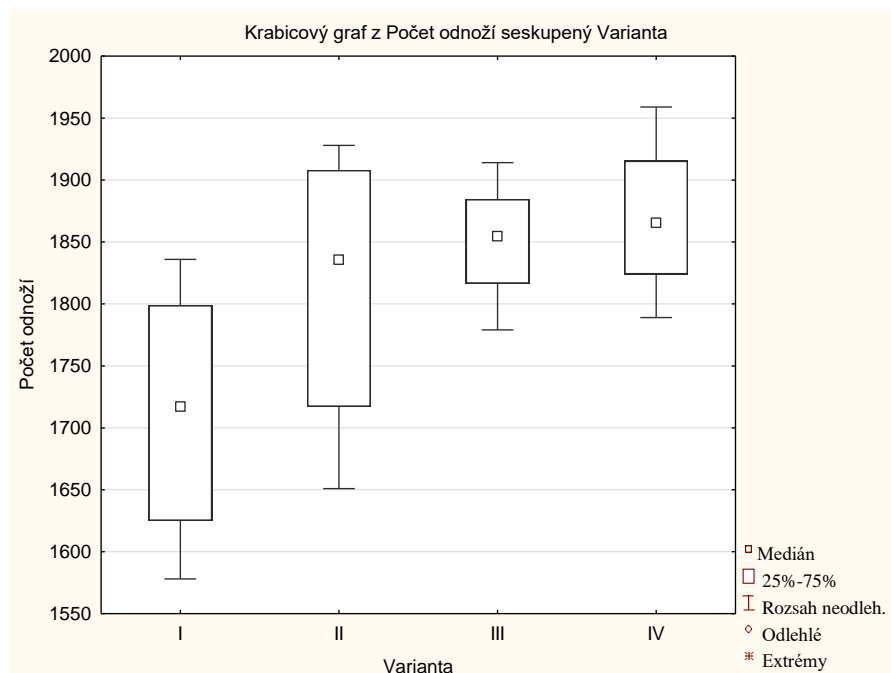
Graf 2: Průměrný počet rostlin u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Graf č. 2 znázorňuje průměrný počet rostlin u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti, ta se prokázala jako neprůkazná.

4.2.3 Počet odnoží na m²

Graf 3: Krabicový graf počet odnoží na m²



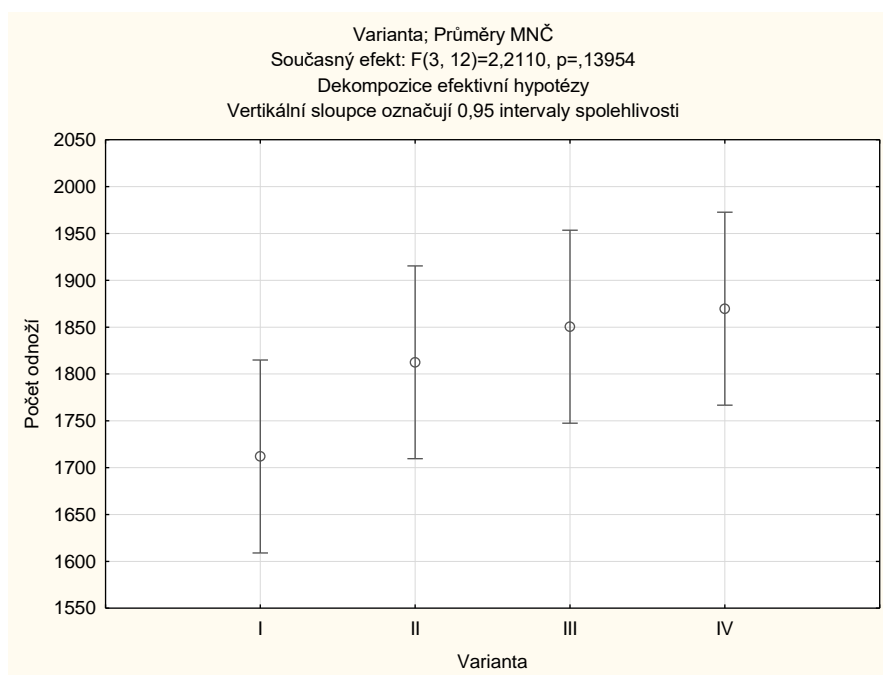
Nejvyšší variabilita hodnot byla zjištěna u varianty II, kde aplikace dusíkatého hnojení v čistých živinách byla 50 kg. ha^{-1} . Naopak nejmenší rozsah hodnot byl u varianty III, kde lze usuzovat nejpřesnější vypovídající hodnotu počtu odnoží na metru čtverečním.

Tabulka 11: Analýza variací průměrných hodnot počtů odnoží v jarním ječmeni v závislosti na hnojení.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta hnojení	59260	3	19753	2,211	0,139538
Chyba	107209	12	8934	-	-

V tabulce je uvedena analýza variací průměrných hodnot počtů odnoží v jarním ječmeni. Z tabulky je zřejmé, že mezi variantami hnojení a počtu odnoží nebyl prokázán významný statistický rozdíl.

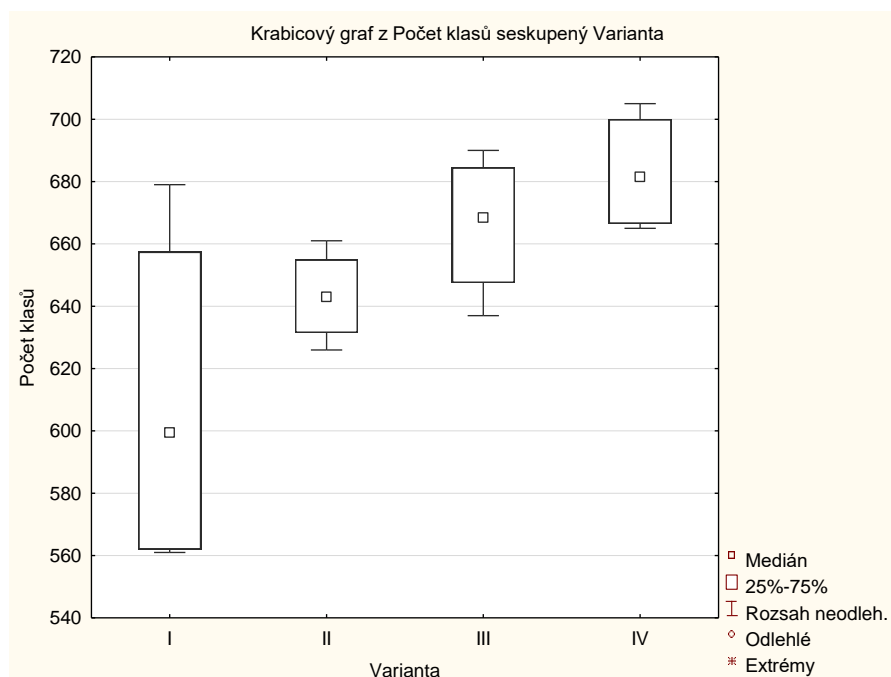
Graf 4: Průměrný počet odnoží u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Průměrné hodnoty počtu odnoží u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti se neprokázal jako průkazný.

4.2.4 Počet klasů na m²

Graf 5: Krabicový graf počet klasů na m²



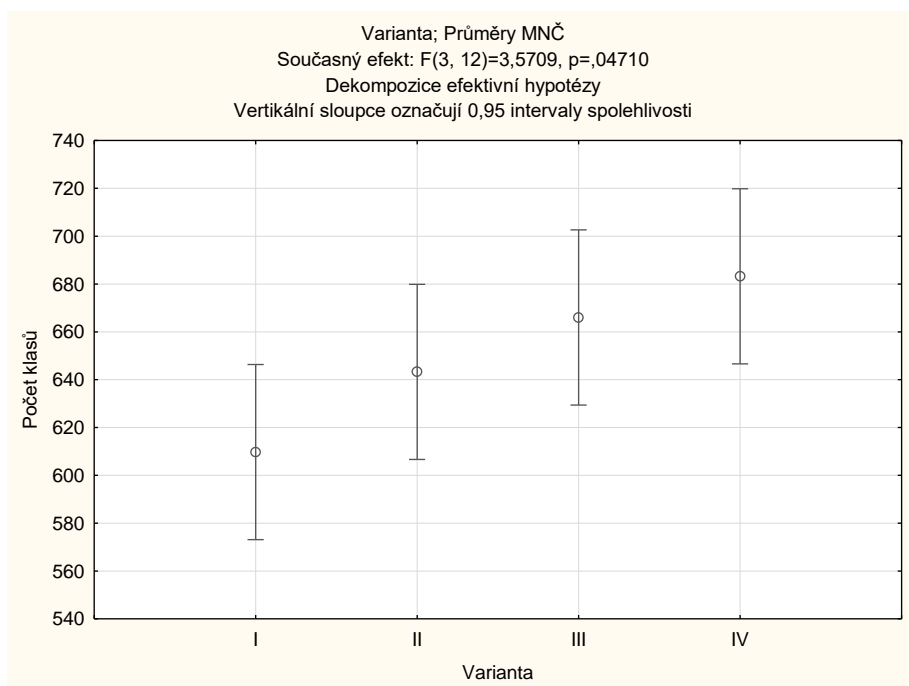
Varianta I vykazuje oproti ostatním vysokou variabilitu v počtu klasů na jednotku plochy. Naopak varianta II vykazuje oproti ostatním variantám vysokou stabilitu tohoto výnosového prvku. Nejvyšší mezikvartilové hodnoty průměrných dat se pohybují ve variantě IV, s dávkou dusíkatého hnojení 110 kg. ha⁻¹ a to v rozmezí od 665 do 700 klasů.

Tabulka 12: Analýza variací průměrných hodnot počtů klasů v jarním ječmeni závislosti na hnojení

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta hnojení	12104	3	4035	3,571*	0,047104
Chyba	13558	12	1130	-	-

Ve výše zobrazené tabulce je uvedena analýza variací průměrných hodnot počtů klasů v jarním ječmeni. Z tabulky lze usuzovat, že mezi variantami hnojení a počtu klasů byl prokázán statisticky významný rozdíl.

Graf 6: Průměrný počet klasů u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti



Graf č. 6 udává průměrné počty klasů u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti. Existuje průkazný rozdíl mezi variantami hnojení. V následující tabulce č. 13 je uveden Fischerův LSD test, kterým bylo zjištěno, jaké konkrétní varianty se mezi sebou statisticky lišily.

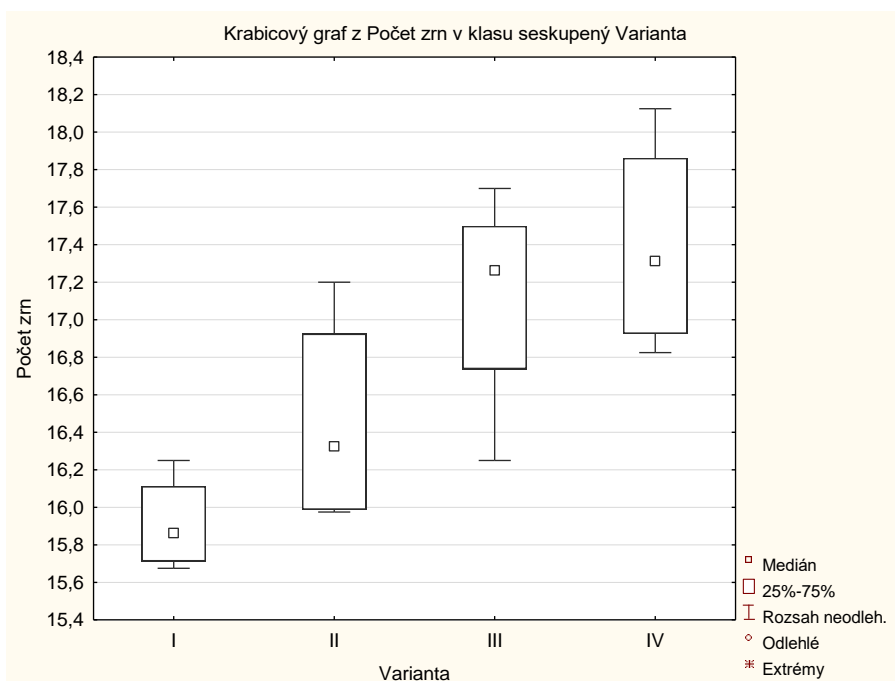
Tabulka 13: Průměrný počet klasů (na 1 m²) u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině P_{0,05}

Varianta	Průměrný počet klasů	Homogenní skupiny na hladině P _{0,05}	
I	609,75		****
II	643,25	****	****
III	666,00	****	
IV	683,25	****	

Z Fischerova LDS testu vyplývá, že varianta I hnojená 20 kg čistých živin N hnojení na ha se liší od všech ostatních.

4.2.5 Počet zrn v klasu

Graf 7: Krabicový graf počet zrn v klasu



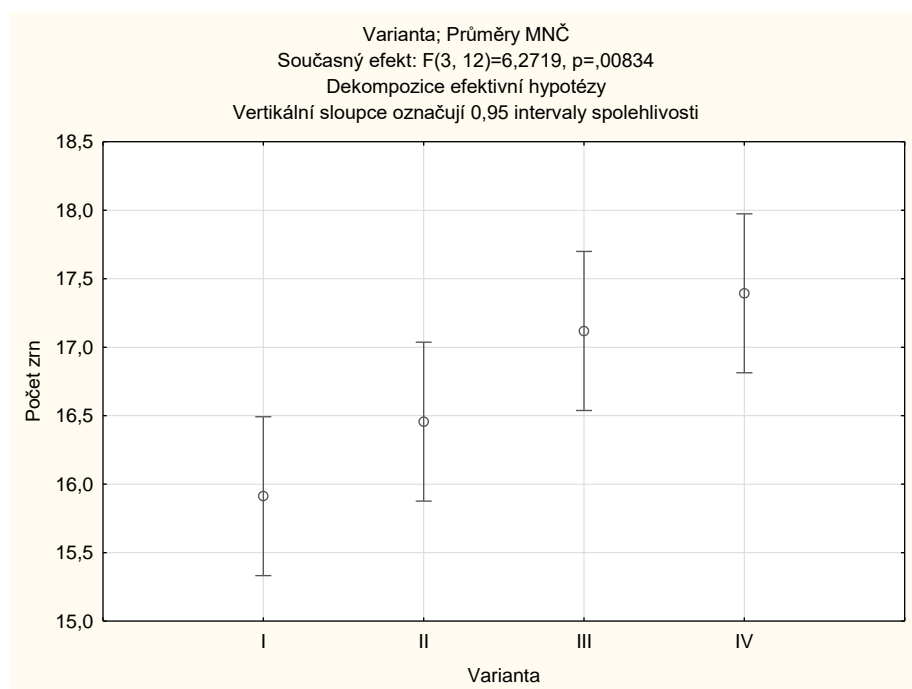
Z grafu je patrný rozdíl mezi jednotlivými mezikvartilovými rozpětími z jednotlivých variant. Zajímavostí u tohoto diagramu jsou téměř shodné hodnoty mediánu u varianty III a IV.

Tabulka 14: Analýza variací počtu zrn v klasu v jarním ječmeni v závislosti na hnojení

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta hnojení	5,338	3	1,779	6,27**	0,008341
Chyba	3,405	12	0,284		

Ve výše uvedené tabulce č. 14 je zaznamenána analýza variací průměrných hodnot počtů zrn z 10 rostlin jarního ječmene. Byl prokázán velmi významný statistický rozdíl mezi variantami hnojení a počtu zrn v klasu.

Graf 8: Průměrný počet zrn u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



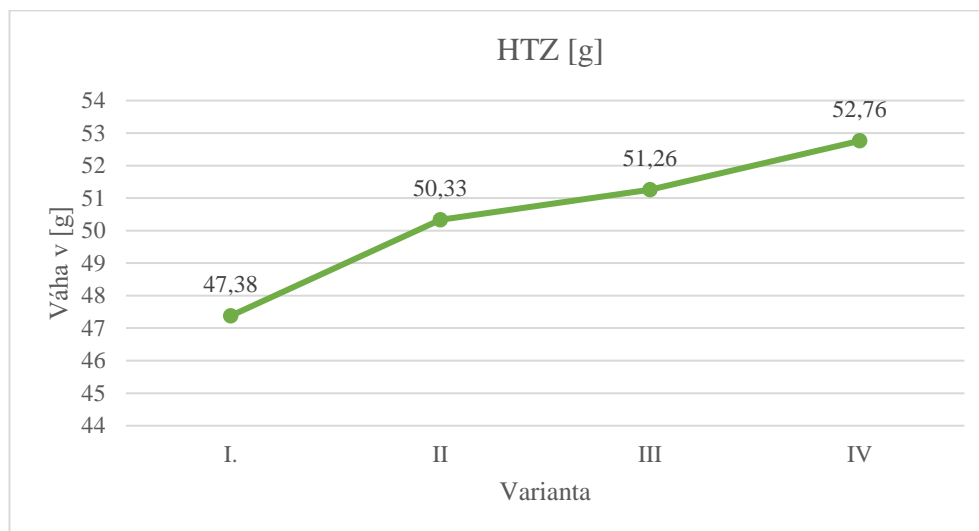
Graf č. 8 udává průměrný počet zrn u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti. Byl zjištěn, existující průkazný rozdíl mezi variantami hnojení.

Tabulka 15: Průměrný počet zrn v klasu u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

Varianta	Průměrný počet zrn	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
I	15,912	****		
II	16,456	****	****	
III	17,118		****	****
IV	17,394			****

4.2.6 Hmotnost tisíce zrn

Graf 9: Spojnicový graf hmotnost tisíce zrn



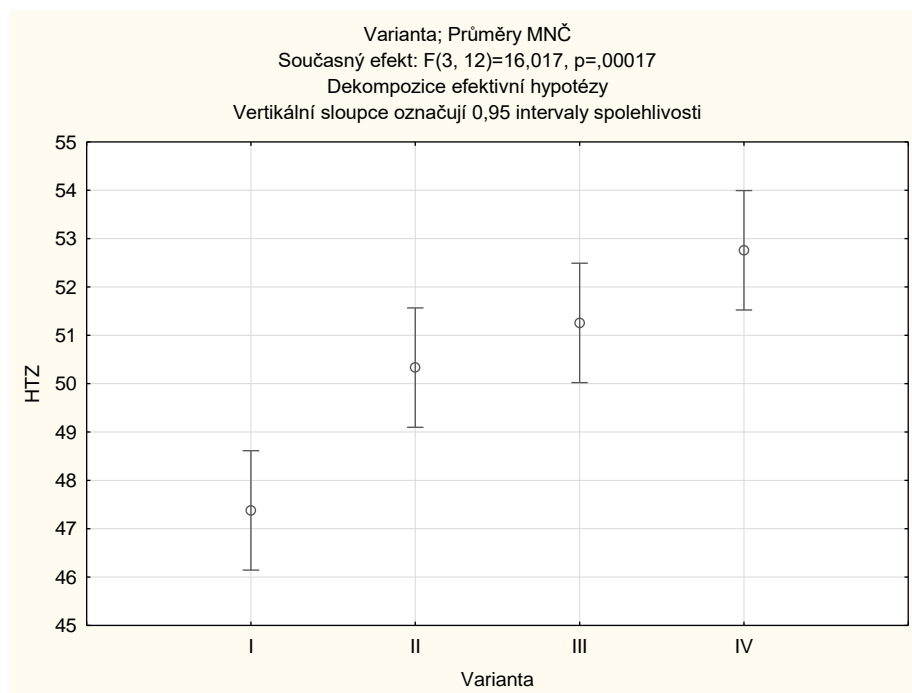
Dle zobrazených výsledků v grafu číslo 9 je prokazatelná stoupající tendence hmotnosti zrn se zvyšujícím se dávkou dusíku. Varianta IV s dávkou 110 kg. ha⁻¹ čistých živin dusíkatého hnojení dosáhla nejvyšší HTZ. I přes nižší dávku dusíkatého hnojení v čistých živinách (50 kg. ha⁻¹) u varianty II je HTZ také přijatelné. HTZ krmného jarního ječmene odrůdy Bente je známo vysokými hodnotami. Tedy i přes nižší dávky čistých živin N, byla hmotnost tisíce zrn průměrná.

Tabulka 16: Analýza variací průměrných hodnot HTZ z jarního ječmene v závislosti na hnojení

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota
Varianta hnojení	61,73	3	20,58	16,02***	0,00017
Chyba	15,42	12	1,28	-	-

Ve výše uvedené tabulce je zaznamenána analýza variací průměrných hodnot HTZ z jarního ječmene. Z tabulky je zřejmé, že mezi variantami hnojení byl prokázán velmi vysoce významný rozdíl.

Graf 10: Průměrné hodnoty HTZ u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Průměrné hodnoty HTZ u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměru a 95 % intervalů spolehlivosti prokazují, že mezi variantami hnojení existuje průkazný rozdíl.

Tabulka 17: Průměrné hodnoty HTZ u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

Varianta	Průměrný počet zrn	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$		
I	47,38			****
II	50,33	****		
III	51,25	****	****	
IV	52,76		****	

4.3 Vyhodnocení hypotéz

1. Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet rostlin.

Ze zjištěných údajů lze vyhodnotit, že neexistuje závislost mezi stoupající dávkou dusíkatého hnojení a počtem rostlin. Viz tabulka č. 10.

2. Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet odnoží.

Ze zjištěných údajů lze vyhodnotit, že neexistuje závislost mezi stoupající dávkou dusíkatého hnojení a počtem odnoží. Viz tabulka č. 11.

3. Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet klasů.

Ze zjištěných údajů lze vyhodnotit, že existuje závislost mezi stoupající dávkou dusíkatého hnojení a počtem klasů. Viz tabulka č. 12.

4. Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat počet zrn v klasu.

Ze zjištěných údajů lze vyhodnotit, že existuje závislost mezi stoupající dávkou dusíkatého hnojení a počtem zrn v klasu. Viz tabulka č. 14.

5. Se stoupající dávkou dusíkatého hnojení bude stoupat HTZ.

Ze zjištěných údajů lze vyhodnotit, že existuje závislost mezi stoupající dávkou dusíkatého hnojení a HTZ. Viz tabulka č. 16.

4.4 Výnos zrna

Tabulka 18: Teoretické výnosy z jednotlivých variant [t. ha⁻¹]

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	4,10	5,22	5,34	5,97
B	4,24	5,29	5,85	5,68
C	4,89	5,64	6,11	6,53
D	5,18	5,15	6,08	6,95
Průměr	4,60	5,33	5,85	6,28

Tabulka 19: Teoretický a skutečný výnos [t. ha⁻¹] za rok 2021

Výnosy	Varianta			
	I.	II.	III.	IV.
Teoretický výnos [t. ha⁻¹]	4,60	5,33	5,85	6,28
Skutečný výnos [t. ha⁻¹]	3,72	4,87	5,32	5,81

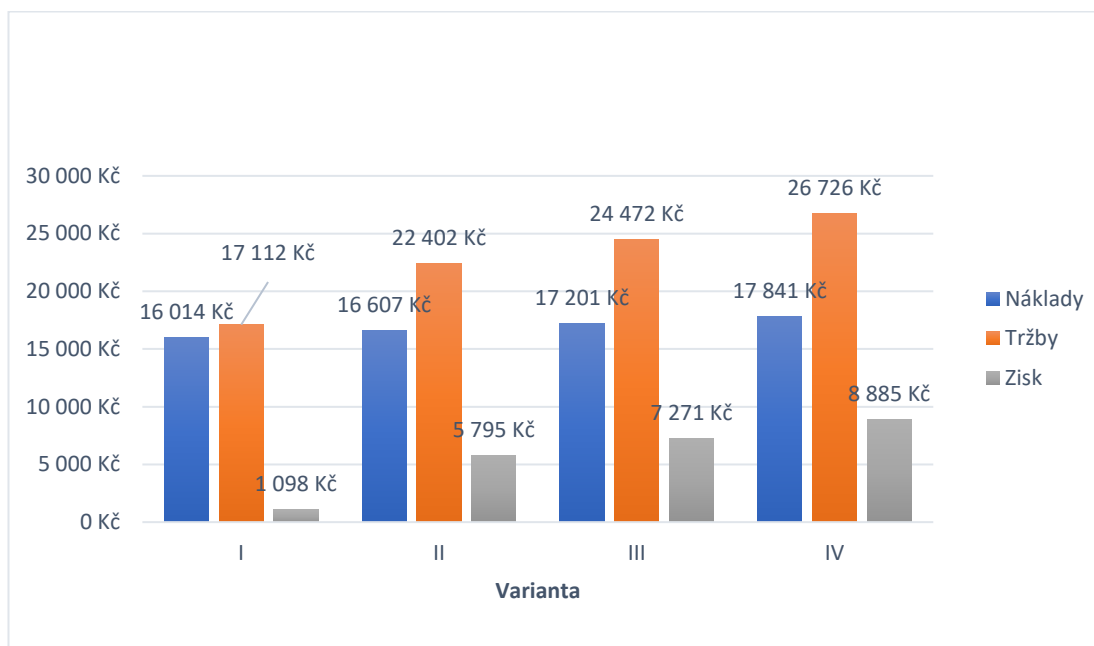
V tabulce č. 18 jsou vedeny teoretické a skutečné výnosy jarního ječmene. Nejvyššího teoretického a skutečného výnosu dosáhla varianta IV, na které bylo aplikováno 110 kg čistých živin dusíkatého hnojení. Naopak nejnižší teoretický i skutečný výnos byl zaznamenán u varianty I.

5 Ekonomické zhodnocení

Tabulka 20: Ekonomické zhodnocení pěstovaného jarního ječmene za rok 2021

Druh nákladů		Náklady na 1 ha.Kč ⁻¹			
		Varianta			
		I	II	III	IV
Osivo [Kč. ha ⁻¹]		2 286,90 Kč	2 286,90 Kč	2 286,90 Kč	2 286,90 Kč
Náklady na mechanizaci [Kč. ha⁻¹]		X	X	X	X
Podmítka		968,00 Kč	968,00 Kč	968,00 Kč	968,00 Kč
Orba		2 783,00 Kč	2 783,00 Kč	2 783,00 Kč	2 783,00 Kč
Setí		1 815,00 Kč	1 815,00 Kč	1 815,00 Kč	1 815,00 Kč
Aplikace hnojiva		350,90 Kč	350,90 Kč	350,90 Kč	350,90 Kč
Sklizeň		2 541,00 Kč	2 541,00 Kč	2 541,00 Kč	2 541,00 Kč
Chemická ochrana [Kč. ha⁻¹]		X	X	X	X
Typ ochrany	Přípravek	X	X	X	X
Herbicid	Mustang Forte	574,00 Kč	574,00 Kč	574,00 Kč	574,00 Kč
Fungicid	Delaro	1 655,28 Kč	1 655,28 Kč	1 655,28 Kč	1 655,28 Kč
Insekticid	Next	1 073,88 Kč	1 073,88 Kč	1 073,88 Kč	1 073,88 Kč
Smáčedlo	Prefin	183,92 Kč	183,92 Kč	183,92 Kč	183,92 Kč
Smáčedlo	Superfin	181,50 Kč	181,50 Kč	181,50 Kč	181,50 Kč
Hnojení NPK [Kč. ha ⁻¹]		1 442,93 Kč	1 442,93 Kč	1 442,93 Kč	1 442,93 Kč
Hnojení močovina 46 % [Kč. ha ⁻¹]		0,00 Kč	593,80 Kč	1 187,61 Kč	1 827,10 Kč
Hořká sůl [Kč. ha ⁻¹]		157,30 Kč	157,30 Kč	157,30 Kč	157,30 Kč
Celkové náklady [Kč. ha⁻¹]		16 013,61 Kč	16 607,41 Kč	17 201,22 Kč	17 840,71 Kč
Výnos [t. ha ⁻¹]		3,72	4,87	5,32	5,81
Výkupní cena [Kč.t ⁻¹]		4 600,00 Kč	4 600,00 Kč	4 600,00 Kč	4 600,00 Kč
Celkové tržby [Kč. ha⁻¹]		17 112,00 Kč	22 402,00 Kč	24 472,00 Kč	26 726,00 Kč
ZISK [Kč. ha⁻¹]		1 098,39 Kč	5 794,59 Kč	7 270,78 Kč	8 885,29 Kč

Graf 11: Porovnání nákladů, tržeb a zisků variant



Ze zkoumaných variant dosáhla nejvyššího zisku varianta IV hnojená 110 kg N ha⁻¹, jejíž zisk činí 8 885 Kč. Ve srovnání s variantou III hnojenou 80 kg N ha⁻¹ je rozdíl v zisku 1 614 Kč. Hodnoty nákladů u těchto dvou variant byl téměř shodný.

6 Diskuse

Jarní ječmen má z obilovin pěstovaných v ČR nejkratší vegetační dobu. Jeho setí by mělo proběhnout co nejdříve na jaře, nejpozději však do začátku dubna. Jarní ječmen v poloprovozním pokusu byl setý 30.03. 2021, čímž byla splněna dle Zimolky et al. (2006) doba setí. Předplodinou jarního ječmene byla ozimá pšenice. Vzhledem k použitému jarnímu ječmenu v poloprovozním pokusu byla dle Diviše et al. (2010) zvolena přijatelná předplodina pro setí jarního krmného ječmene. Stejný názor uvádí Striegl a Židková (1993), tedy výběr předplodiny pro krmivářský ječmen nemusí být tak přísný a tolerují se předplodiny obilovin ozimého charakteru.

Počet vzešlých rostlin se uvádí jako jeden z hlavních prvků tvorby výnosu, který ovlivňuje další postupně tvořící se výnosové prvky, které na sebe navzájem navazují. Optimální počet rostlin by se měl podle Diviše et al. (2000) pohybovat v rozmezí od 300 do 450 rostlin na m². Průměrný počet rostlin z jednotlivých variant v poloprovozním pokusu se lehce pohyboval pod hranicí 300 rostlin na m². Lze konstatovat, v závislosti na nasbíraných hodnotách, porost jako řídký. Vzhledem k použitému certifikovanému osivu, byla možná nižší vzházivost rostlin způsobená vyšší hrudovitostí půdy a také zvoleným nízkým výsevkem, který činil 3,5 MKS.

Lipavský (2000) udává, že se v řídkém porostu tvoří více odnoží. Je možné, že ve fázi odnožování byl příjem dusíku větší, a proto byl počet odnoží vyšší vzhledem k nižšímu počtu rostlin.

Hustota porostu by se měla dle Zimolky et al. (2006) pohybovat v rozmezí 800 až 1000 klasů na m². V letech 2015-2018 byla na ÚKZÚZ provedena série pokusů odrůd jarních ječmenů, konkrétně i odrůdy Bente, která byla zkušební odrůdou v poloprovozním pokusu. ÚKZÚZ (2018) uvádí hodnotu pro odrůdu Bente dosahující průměrného počtu plodných stébel 745 klasů na m². Průměrný počet klasů ze všech variant hnojení z poloprovozního pokusu činil 650 klasů. Nižší průměrný počet klasů mohl být způsoben menším počtem plodných odnoží, které mohly být ovlivněny chladným a vlhkým počasím v měsících duben a květen.

Diviš et al. (2010) udává průměrný počet zrn v klasu jarního ječmene okolo 15 až 20 zrn. V poloprovozním pokusu těchto hodnot bylo u všech variant dosaženo.

Nejvyšší hmotnost tisíce zrn byla dosažena ve variantě IV 52,76 g. ÚKZÚZ (2018) uvádí průměrnou hmotnost odrůdy Bente 53 g. Průměrná HTZ ze všech variant

činila 50,43 g. Hmotnost tisíce zrn je podle Petra et al. (1987) ovlivněna průběhem počasí, výživou, nedostatkem vláhy a živin, listovými a klasovými chorobami, tyto vlivy poškozují asimilační aparát a přispívají ke zkrácení doby naplnění obilek.

Nejvyššího výnosu bylo dosaženo ve variantě IV, na kterou bylo aplikováno 110 kg čistých živin N hnojení a výnos činil 5,8 t. ha⁻¹. Dle výsledku ze zemědělské praxe (AGRA Dešná, a.s.) za hospodářský rok 2021, které uvádí (Saaten-union, 2021), se výnos pohyboval při dávce N 100 kg čistých živin na ha okolo 6 t. ha⁻¹.

Naopak nejnižšího výnosu dosáhla varianta s 20 kg čistého dusíku na ha, a to v důsledku nejnižšího počtu zrn v klasu a nejnižší hmotností tisíce zrn.

Zajímavým zjištěním během statistického vyhodnocování hypotéz byl fakt, že počet rostlin a počet odnoží nebyl ovlivněn odstupňovanou dávkou hnojení.

Zbýlé hypotézy týkající se vlivu odstupňované dávky dusíkatého hnojení na výnosové prvky jako počet klasů na m², počet zrn v klasu a HTZ byly statisticky potvrzeny.

Závěr

Poloprovozní pokus byl založen v rámci diplomové práce na jaře v roce 2021. Průběh období vegetace, zejména první jarní měsíce byly v porovnání s dlouhodobým teplotním normálem chladné. Vyšší teploty se následně objevily v měsíci červen a červenec. Úhrn srážek během vegetace se pohyboval na průměrné úrovni. Hodnot výnosnosti bylo dosaženo také vzhledem k ideálnímu počasí během odnožování i diferenciaci klasu. Největší množství srážek spadlo v měsíci červenec, tím byla ovlivněna doba sklizně.

Při hodnocení počtu rostlin na m^2 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi variantami hnojení. Počet rostlin je určen zejména způsobem setí a dávky hnojení mají na jejich počet zanedbatelný vliv.

Z výsledků diplomové práce lze konstatovat dosažení nejvyššího počtu klasů ve variantě (IV) hnojené 110 kg dusíku v čistých živinách na ha. Naopak ve variantách (II) a (III), kde se sice lišily dávky dusíkatého hnojení, nebyl průměrný počet klasů až tak rozdílný. Nejnižšího počtu klasů dosáhla varianta (I) hnojená 20 kg čistých živin dusíkatého hnojení.

Statisticky vysoce významný rozdíl byl zjištěn mezi variantami hnojení a hmotností tisíce zrn v klase. U varianty IV byla zjištěna HTZ 52,76 g a s postupným ubýváním dusíkatého hnojení HTZ klesala.

Ze statistického vyhodnocení vyplynulo, že výnos zrna byl průkazně ovlivněn hnojením. Navýšení produkce zrna tak pozitivně ovlivnily jednotlivé odstupňované dávky dusíkatého hnojení.

S ohledem na ekonomické zhodnocení vyplývá nejvyšší zisk u varianty IV, který činil 8 885 Kč. ha^{-1} . Rozdíl v zisku mezi variantami III a VI byl 1 614 Kč. ha^{-1} . Nejnižšího zisku dosáhla varianta I s nejnižším množstvím aplikovaného dusíku.

Z výše popsaných výsledků lze doporučit pro praxi variantu IV, na kterou bylo aplikováno 110 kg N. ha^{-1} . V této variantě byl dosažen nejvyšší výnos a z ekonomického hlediska byla tato varianta nejrentabilnější. Pan Jaroslav Čech z dlouhodobé zkušenosti využívá variantu IV (110 kg N. ha^{-1}) z důvodu vyššího výnosu. S ohledem na spočtenou výnosnost bych také doporučila dávku hnojení 50 kg N ha^{-1} , která dle ekonomického hlediska vychází také zajímavě. I při nižší aplikaci hnojiv bylo dosaženo akceptovaného výnosu. Vzhledem k aktuálně se vyvíjejícím cenám hnojiv budou i do budoucna ekonomicky zajímavější varianty s nižšími

dávkami hnojení. Zde se nabízejí také alternativní možnosti hnojení např. statková hnojiva, zelené hnojení atd.

Jednoletý poloprovozní pokus byl založen a hodnocen pouze v jednom vegetačním období, pro potvrzení získaných výsledků a vytvoření pravidel hnojení pro praxi by bylo žádoucí jeho opakování v delším časovém období. Zjištěné výsledky mohou sloužit také jako základ pro následující pokusy v dalších letech.

Seznam použité literatury

Anderson, P.M. et al. (1995): *Growth and Development Guide for Spring Barley*. Minnesota Extension, University of Minnesota, Minnesota.

Baudyš, E. et al. (1958). *Zemědělská fytopatologie, díl II – Choroby polních plodin*. Československá akademie věd, Praha.

Beneda, J. et al. (2001). *Metodika pěstování jarních obilovin*. Zemědělský výzkumný ústav, s.r.o., Kroměříž. ISBN 80-902545-4-3.

Bittner, V. (2008). *Škodlivé organismy ječmene*. První vydání. Kurent s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-08-6.

Černý, L. et al. (2007). *Jarní sladovnický ječmen: pěstitelský rádce*. První vydání. Kurent, s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-04-8.

De Bona, F.D. et al. (2011): Nitrogen utilization by sulfur-deficient barley plants depends on the nitrogen form. In: *Environmental and Experimental Botany*. pp. 237-244. ISSN: 0098-8472

Diviš, J. et al. (2000). *Pěstování rostlin: učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. ISBN 80-7040-456-6.

Diviš, J. et al. (2010). *Pěstování rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. ISBN 978-80-7394-216-8.

Hůla, J. et al. (2002). *Vliv minimalizačních a půdochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha. ISBN 80-7271-106-7-80-00.

Isfan, D. (1990). Nitrogen physiological efficiency index in some selected spring barley cultivars, *Journal of Plant Nutrition*, 13:8, 907-914, DOI: 10.1080/01904169009364125

Klem, K. et al. (2011). *Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene*. První vydání. Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž. Brno. ISBN 978-80-904594-0-3.

Kuchtík, F. et al. (1998). *Pěstování rostlin II*. FEZ, Třebíč. ISBN 80-901789-7-9.

Kvěch, O. et al. (1985). *Osevní postupy*. Rostlinná výroba, Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-068-85

Martin, J. H., Waldren, R. P., Stamp, D. L. (2006). *Principles of field crops production*. Pearson Education, New Jersey. ISBN 0-13-025967-5.

Moudrý, J. a Jůza, J. (1998). *Pěstování obilnin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. ISBN 80-7040-274-1.

Petr, J., Černý V., Hruška L., (1980). *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Praha.

Petr, J., Húska, J., et al. (1997). *Speciální produkce rostlinná I*. Agronomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN 80-213-0152.

Polák, B. et al. (1998). *Základy pěstování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-7105-166-7.

Prugar, J. et al. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. Praha. ISBN 978-80-86576-28-2.

Sekerková, M. et al. (2010). *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*. Zborník z 1. vedeckej konferencie, Centrum výskumu rastlinnej výroby, Piešťany. ISBN 978-80-89417-24-7.

Sobotka, M. et al. (1958): *Atlas obilnin československých povolených a rajonizovaných odrůd*. První vydání. Státní zemědělské vydavatelství, Praha.

Striegl, M. a Židková, D. (1993). *Základy pěstování krmného ječmene*. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-7105-055-5.

Šnobl, J. et al. (2005). *Základy rostlinné produkce*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN 80-213-1340-4.

Špaldon, E. et al. (1986). *Rostlinná výroba*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.

Šroller, J. et al. (1997). *Speciální fyto technika-rostlinná výroba*. První vydání. EKOPRESS, s.r.o., Praha. ISBN 80-86119-04-1

Vaněk, V. (2002). *Výživa a hnojení polních plodin a zahradních plodin*. Třetí vydání. Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 80-902413-7-9.

Vaněk, V. et al. (2016). *Výživa a hnojení polních plodin*. Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-79-3.

Zimolka, J. et al. (2006). *Ječmen – formy a užitkové směry v České republice*. První vydání. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-18-5.

Citace webových zdrojů

Agromanual.cz (2007). *Jarní ječmen*. [online] [cit. 30.01. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/plodiny/plodina/jecmen-jarni>

Czso.cz, (2021). Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2021. [online] [cit. 15.03. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2021>

Černý, J. et al. (2020): *Hnojení jarního ječmene dusíkem – co vše spolu může souviset a proč vždy hnojení „nefunguje“, jak si přejeme*. [online] Agromanual [cit. 30.03. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-jarniho-jecmene-dusikem-co-vse-spolu-muze-souviset-a-proc-vzdy-hnojeni-nefunguje-jak-si-prej>

Faměra, O. (2002): *Založení porostu jarního ječmene vyžaduje velkou péči*. [online] Úroda [cit. 30.03. 2022]. Dostupné z: <https://uroda.cz/zalozeni-porostu-jarniho-jecmene-vyzaduje-velkou-peci/>

Lipavský, J. (2000). *Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. [online]. Agris [cit. 30.01. 2022]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/106805>

Saaten-union.cz, (2021). *BENTE potvrzuje své kvality skvělými výnosy v praxi*. [online] [cit. 23.02. 2022]. Dostupné z: <https://www.saaten-union.cz/index.cfm/article/11002.html>

ÚKZÚZ.cz, (2018). *Významné hospodářské vlastnosti odrůd jarního ječmene*. [online] [cit. 23.02. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/598412/PVZ_JCJ_18.pdf

Vach, M. a Javůrek, M. (2009). *Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny*. [online] Nysl [cit. 30.01. 2022]. Dostupné z: http://invenio.nysl.cz/record/123485/files/nysl-123485_1.pdf

Venclová, B. (2019). *Hnojení jarního ječmene fosforem*. [online] Úroda [cit. 30.01. 2022]. Dostupné z: <https://uroda.cz/hnojeni-jarniho-jecmene-fosforem-na-jare/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Obec Běleč (sever: ↑)	31
Obrázek 2: Setí jarního ječmene (foto autor, 2021).....	34
Obrázek 3: Schéma založeného pokusu	36
Obrázek 4: Vyznačení varianty na pokusném pozemku (foto autor, 2021).....	37
Obrázek 5: Čtverec o rozměrech 0,5 m x 0,5 m (foto autor, 2021)	37
Obrázek 6: Jarní ječmen ve fázi kvetení (foto autor, 2021).....	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srážky[mm] ve vegetačním období březen-červenec 2021	31
Tabulka 2: Teplota [°C] ve vegetačním období březen-červenec 2021	32
Tabulka 3: AZZP k roku 2018 mg/kg (Mehlich 3).....	32
Tabulka 4: Ochranná opatření včetně přihnojení během vegetace v roce 2021	33
Tabulka 5: Dávky aplikovaných hnojiv podle jednotlivých variant v roce 2021	34
Tabulka 6: Ceny přípravků a hnojiv v roce 2021	41
Tabulka 7: Ceny agrotechnických operací v roce 2021	41
Tabulka 8: Průměry výnosových prvků	42
Tabulka 9 : Základní statistické vyhodnocení dat výnosových prvků jarního ječmene	43
Tabulka 10: Analýza variancí průměrných hodnot počtů rostlin v jarním ječmeni v závislosti na hnojení.....	44
Tabulka 11: Analýza variancí průměrných hodnot počtů odnoží v jarním ječmeni v závislosti na hnojení.....	46
Tabulka 12: Analýza variancí průměrných hodnot počtů klasů v jarním ječmeni závislosti na hnojení.....	47
Tabulka 13: Průměrný počet klasů (na 1 m ²) u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině P _{0,05}	48
Tabulka 14: Analýza variancí počtu zrn v klasu v jarním ječmeni v závislosti na hnojení.....	49
Tabulka 15: Průměrný počet zrn v klasu u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině P _{0,05}	50
Tabulka 16: Analýza variancí průměrných hodnot HTZ z jarního ječmene v závislosti na hnojení.....	51
Tabulka 17: Průměrné hodnoty HTZ u hodnocených variant hnojení s vyznačením homogenních skupin na hladině P _{0,05}	52
Tabulka 18: Teoretické výnosy z jednotlivých variant [t. ha ⁻¹]	53
Tabulka 19: Teoretický a skutečný výnos [t. ha ⁻¹] za rok 2021	53
Tabulka 20: Ekonomické zhodnocení pěstovaného jarního ječmene za rok 2021	54
Tabulka 21: Počet rostlin ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m ²).....	69
Tabulka 22: Počet odnoží ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m ²)	69
Tabulka 23: Počet klasů ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m ²).....	70

Tabulka 24: Počet zrn v klasu	70
Tabulka 25: Hmotnost tisíce zrn	71
Tabulka 26: Přepoččet rostlin na 1 m ²	71
Tabulka 27: Přepoččet odnoží na 1 m ²	71
Tabulka 28: Přepoččet klasů na m ²	71
Tabulka 29: Přepoččet zrn v klasu	72
Tabulka 30: Přepoččet HTZ.....	72

Seznam grafů

Graf 1: Krabicový graf počet rostlin na m ²	43
Graf 2: Průměrný počet rostlin u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti	45
Graf 3: Krabicový graf počet odnoží na m ²	45
Graf 4: Průměrný počet odnoží u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti	46
Graf 5: Krabicový graf počet klasů na m ²	47
Graf 6: Průměrný počet klasů u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti	48
Graf 7: Krabicový graf počet zrn v klasu	49
Graf 8: Průměrný počet zrn u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti	50
Graf 9: Spojnicový graf hmotnost tisíce zrn	51
Graf 10: Průměrné hodnoty HTZ u hodnocených variant hnojení s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti	52
Graf 11: Porovnání nákladů, tržeb a zisků variant	55

Seznam použitých zkratek

% - procento

°C – stupeň Celsia

aj. – a jiné

Ca – vápník

cm – centimetr

č. – číslo

DC – decimální Zadoksova stupnice

g – gram

ha – hektar

HTZ – hmotnost tisíce zrn

K – draslík

kg – kilogram

km – kilometr

ks – kus

m – metr

m² – metr čtvereční

Mg – hořčík

MKS – milion klíčivých semen

mm – milimetr

N – dusík

P – fosfor

S – síra

t – tuna

tj. – to je

tzv. – tak zvaně

Přílohy

Tabulka 21: Počet rostlin ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m²)

		Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	sub 1	70	70	73	80
	sub 2	75	73	75	75
	sub 3	71	76	82	70
	sub 4	70	75	69	71
B	sub 1	73	71	73	77
	sub 2	73	77	71	75
	sub 3	71	75	75	70
	sub 4	76	79	73	71
C	sub 1	72	71	78	70
	sub 2	78	70	77	72
	sub 3	75	73	72	70
	sub 4	75	76	77	78
D	sub 1	71	74	71	74
	sub 2	75	75	67	76
	sub 3	72	70	70	73
	sub 4	70	79	73	69

Tabulka 22: Počet odnoží ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m²)

		Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	sub 1	465	451	427	423
	sub 2	421	479	473	458
	sub 3	389	511	463	456
	sub 4	487	447	491	452
B	sub 1	412	469	502	478
	sub 2	478	495	478	501
	sub 3	367	409	463	473
	sub 4	321	410	471	507
C	sub 1	496	500	459	498
	sub 2	452	478	462	447
	sub 3	487	463	471	436
	sub 4	401	487	387	491
D	sub 1	398	398	452	460
	sub 2	385	362	471	472
	sub 3	474	447	459	425
	sub 4	415	444	473	502

Tabulka 23: Počet klasů ve čtverci 50 cm x 50 cm (0,25m²)

		Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	sub 1	132	158	158	176
	sub 2	144	154	160	162
	sub 3	136	163	156	170
	sub 4	151	162	163	160
B	sub 1	140	145	166	173
	sub 2	136	147	162	163
	sub 3	136	169	165	158
	sub 4	149	165	165	171
C	sub 1	135	157	171	166
	sub 2	156	160	165	178
	sub 3	178	169	168	179
	sub 4	167	163	175	172
D	sub 1	165	172	179	175
	sub 2	171	163	162	169
	sub 3	173	166	173	183
	sub 4	170	160	176	178

Tabulka 24: Počet zrn v klasu

		Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	sub 1	155	163	166	173
	sub 2	156	161	154	165
	sub 3	155	157	163	168
	sub 4	164	159	167	175
B	sub 1	165	155	172	171
	sub 2	162	173	184	170
	sub 3	157	167	172	165
	sub 4	155	171	180	167
C	sub 1	170	172	167	169
	sub 2	162	173	178	172
	sub 3	160	164	173	186
	sub 4	158	179	174	177
D	sub 1	154	157	163	179
	sub 2	163	161	166	186
	sub 3	157	163	179	173
	sub 4	153	158	181	187

Tabulka 25: Hmotnost tisíce zrn

		Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	sub 1	46,32	51,25	51,67	52,03
	sub 2	46,24	51,21	51,51	52,91
B	sub 1	47,15	50,86	50,47	50,16
	sub 2	47,39	50,73	50,02	51,37
C	sub 1	47,27	50,11	51,72	53,72
	sub 2	47,33	50,98	52,36	53,05
D	sub 1	48,78	48,65	51,09	54,28
	sub 2	48,56	48,87	51,22	54,57

Tabulka 26: Přepoččet rostlin na 1 m²

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	286	297	296	296
B	293	302	292	293
C	300	290	304	290
D	288	298	281	292
Průměr	291,75	296,75	293,25	292,75

Tabulka 27: Přepoččet odnoží na 1 m²

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	1762	1888	1854	1789
B	1578	1783	1914	1959
C	1836	1928	1779	1872
D	1672	1651	1855	1859
Průměr	1712,00	1812,50	1850,50	1869,75

Tabulka 28: Přepoččet klasů na m²

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	563	637	637	668
B	561	626	658	665
C	636	649	679	695
D	679	661	690	705
Průměr	609,75	643,25	666,00	683,25

Tabulka 29: Přepočítání zrn v klasu

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	15,75	16,00	16,25	17,03
B	15,98	16,65	17,70	16,83
C	16,25	17,20	17,30	17,60
D	15,68	15,98	17,23	18,13
Průměr	15,91	16,46	17,12	17,39

Tabulka 30: Přepočítání HTZ

	Varianta I.	Varianta II.	Varianta III.	Varianta IV.
A	46,28	51,23	51,59	52,47
B	47,27	50,80	50,25	50,77
C	47,30	50,55	52,04	53,39
D	48,67	48,76	51,16	54,43
Průměr	47,38	50,33	51,26	52,76
