

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv výše výsevu na kvantitativní a kvalitativní
parametry zrna ozimého ječmene**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Lenka Chvalová

Studijní program: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv výše výsevku na kvantitativní a kvalitativní parametry zrna ozimého ječmene" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2024

Lenka Chvalová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za vstřícný přístup, připomínky a odborné vedení při psaní této práce. Dále bych také ráda poděkovala konzultantovi doc. Ing. Václavu Brantovi Ph.D. za odborné vedení během pokusu.

Dále bych poděkovala Ing. Pavlovi Maříkovi a ŠS Selgen Lužany za umožnění založení pokusu a pomoci při realizaci.

Vliv výše výsevku na kvantitativní a kvalitativní parametry zrna ozimého ječmene

Souhrn

Ječmen ozimý patří mezi nejrozšířenější obilninu v ČR a také mezi obilniny s vyššími výnosy. Ječmen ozimý má menší náročnost na pěstování než jarní ječmen nebo pšenice, proto se pěstuje s minimálními vklady. S jeho silně vyvinutým kořenovým systémem snáze odolává klimatickým změnám. Proto je snaha využít jeho kompenzační schopnost snížením výsevku a tím i snížením nákladů.

Tématem této diplomové práce je ověření, zda se nižší počet rostlin na plochu u vybraných odrůd neodrazí v kvalitě a výši produkci zrna a zda snížení výsevku povede ke snížení nákladů v celé pěstební technologii.

V roce 2022 byly v rámci mé diplomové práce provedeny pokusy na pozemcích SŠ Lužany. Byly založeny pokusy s čtyřmi odrůdami po pěti různých výsevkách. V pokusu byly použity odrůdy Ariane, Kosmos, Stabil, Zoro. Pokus byl založen na maloparcelkových plochách o velikosti 1 x 10 m. Použité výsevky byly 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 milionů klíčivých zrn na hektar.

Při vyhodnocování výsledků byly zaznamenány následující rozdíly. Dvouřadá odrůdy oproti víceřadým kompenzovaly nižší výsevky větším počtem odnoží. Výsledky potvrdily, že dvouřadá odrůda Ariane vykazovala ve srovnání s ostatními odrůdami nižší výnos, ale minimálně reagovala na pokles množství výnosu. Ostatní odrůdy vykazovaly při výsevkách pod 2,5 MKZ/ha vyšší redukci výnosu. Menší vliv počtu rostlin na výnos byl také prokázán u dvouřadá odrůdy Stabil.

Za reálné výsevky k vyzkoušeným odrůdám z hlediska praxe lze považovat pro odrůdu Ariane výsevek 1,5 MKZ, pro odrůdu Kosmos výsevek 2,5 MKZ, pro odrůdu Stabil 2,5 MKZ a u odrůdy Zoro lze za reálný výsevek považovat 3,5 MKZ. Snížení výsevku nebude mít negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a povede ke snížení nákladů na pěstební technologii. Snížení výsevku pod 2,5 MKZ může zvýšit pravděpodobnost zaplevelení a tím i náklady na ošetřování. Se snižujícím výsevkem bude klesat počet klasů na m^2 , což v suchém roce může mít za následek snížení výnosů. Naopak nejvyšší výsevek povede k nižšímu počtu zrn v klasu a zvýšení většího propadu přes síto.

Klíčová slova: ječmen, výsevek, odrůdy, kvalitativní parametry

Influence of sowing rate on quantitative and qualitative parameters of winter barley grain

Summary

Winter barley is one of the most widespread grains in the Czech Republic and also one of the grains with higher yields. Winter barley is less demanding to cultivate than spring barley or wheat, so it is grown with minimal inputs. With its strongly developed root system, it is more resistant to climate changes. Therefore, the effort is to use its compensatory ability by reducing seeding and thereby reducing costs.

The topic of this diploma thesis is to verify whether a lower number of plants per area for selected varieties will not be reflected in the quality and amount of grain production and whether a reduction in seeding will lead to a reduction in costs in the entire growing technology.

In 2022, as part of my diploma thesis, experiments were carried out on the grounds of SŠ Lužany. Trials were established with four varieties of five different sowings. The varieties Ariane, Kosmos, Stabil, Zoro were used in the experiment. The experiment was based on small plots of 1 x 10 m. The used seeding rates were 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 5.5 million germinating grains per hectare.

The following differences were noted when evaluating the results. Compared to multi-row varieties, double-row varieties compensate for lower sowing rates with a greater number of offshoots. The results confirmed that the Ariane two-row variety showed a lower yield compared to the other varieties, but minimally responded to the decrease in the amount of yield. The other varieties showed a higher yield reduction when sowing below 2.5 MKZ/ha. A smaller effect of the number of plants on the yield was also demonstrated for the two-row variety Stabil.

From the practice point of view, for real sowings of the tested varieties are considered 1.5 MKZ seeding for the Ariane variety, 2.5 MKZ seeding for the Kosmos variety, 2.5 MKZ seeding for the Stabil variety and 3.5 MKZ seeding for the Zoro variety. The reduction in seeding is not going to have a negative effect on the quality and production of grain and it is going to lead to a reduction in the cost of cultivation technology. By reducing the seeding rate below 2.5 MKZ, it can increase the probability of weeding and thus the cost of treatment. With decreasing seeding, the number of ears per m² is going to decrease, which in a dry year may result in reduced yields. On the contrary, the highest seeding is going to lead to a lower number of grains in the cob and an increase in the drop through the sieve.

Keywords: barley, sowing, varieties, qualitative parameters

Obsah

1. Úvod	8
2. Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3. Literární rešerše.....	10
3.1 Hospodářský význam ječmene ozimého	10
3.2 Biologické vlastnosti ozimého ječmene	10
3.3 Technologie pěstování ozimého ječmene.....	11
3.3.1 Zařazení v osevním postupu	11
3.3.2 Nároky na pěstování	11
3.3.3 Výběr odrůdy	11
3.3.3.1 Víceřadé odrůdy	12
3.3.3.2 Dvouřadé odrůdy	12
3.3.4 Založení porostu	13
3.3.4.1 Zpracování půdy	13
3.3.4.2 Setí.....	14
3.3.5 Výživa a hnojení	14
3.3.6 Ošetření porostů během vegetace	15
3.3.7 Sklizeň a posklizňová úprava	16
3.4 Kvalitativní ukazatele ječmene ozimého.....	16
3.4.1 Kvalita ječmene	16
3.4.2 Hodnocení kvality zrna.....	16
3.4.3 Jakostní ukazatele krmného ječmene.....	16
3.4.4 Obsah látek v zrně	17
3.5 Kvantitativní ukazatele ječmene ozimého	17
3.5.1 Výnosy ječmene ozimého.....	17
3.5.2 Hustota porostu	18
3.5.3 Počet zrn v klasu	18
3.5.4 Hmotnost tisíce zrn	18
4. Metodika	19
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště.....	19
4.2 Klimatické podmínky v průběhu vegetačního roku 2022–2023	19
4.3 Metodika pokusu.....	21

4.3.1	Založení pokusu	21
4.3.2	Použité ošetření při vegetaci	21
4.3.3	Hodnocení porostu	22
5.	Výsledky	23
6.	Diskuze	34
7.	Závěr.....	36
8.	Literatura.....	37

1. Úvod

Ječmen je jednou z nejdůležitějších plodin na světě s využitím sahajícím od výroby potravin a krmiv, sladovnictví a pivovarnictví až po molekulární výzkum. V celosvětovém měřítku v 70. letech 20. století byla sklizená plocha ječmene více než 80 miliónů hektarů, v dnešní době je to méně než 60 miliónů hektarů. Za stejnou dobu se pěstební plocha v Evropě snížila z přibližně 53 na 29 miliónů hektarů. Hlavními evropskými producenty ječmene jsou Francie, Německo, Rusko, Španělsko a Ukrajina. Celosvětový výnos se pohybuje okolo 3 t/ha. V Evropě produkce ječmene pokrývá 50 % pěstitelských ploch. Průměrný výnos zrna se za poslední čtyři desetiletí zvýšil o 60 % na 3,2 t/ha. V západní Evropě dokonce o 80 % na 5,9 t/ha (Capettini et al. 2010).

Ječmen ozimý je pro pěstitele stále atraktivní zejména pro svůj vysoký výnosový potenciál ve srovnání s jarním ječmenem. Ale ve srovnání s jarním ječmenem má ozimý ječmen horší sladovnickou jakost. V dnešní době se začínají objevovat ozimé odrůdy s lepší sladovnickou jakostí. Lze tedy předpokládat že v mnoha oblastech v Evropě nahradí ječmen ozimý jarní variantu z důvodu přibývajících sucha v jarním období (Pařízek & Jurečka 1995).

Ječmen ozimý z důvodu dřívější sklizně umožňuje rozložení ekonomické náročnosti při sklizni. Ozimý ječmen je často využíván jen ke krmným účelům v podniku, proto často nevstupuje přímo na trh a může to vést k opomíjení ekonomiky pěstování (Csajbók et al. 2020). Jednou z cest snížení nákladů na pěstování ozimého ječmene je snižování výsevku. Snížení výsevku přinese úsporu osiva a zvýší se plošný výkon secích strojů. Při vhodné volbě odrůdy lze velice dobře snížit výsevek bez ovlivnění výnosu. Další možností ke snížení nákladů je variabilní setí, které u ozimého ječmene bude pravděpodobně řízeno podle potenciálu vzcháživosti, tzn. na „úrodnějších“ částech pozemku se bude vysévat méně, z důvodu lepší vzcháživosti a v důsledku lepšího potenciálu ke tvorbě silnějších odnoží dochází ke snížení rizika polehání, menší konkurenci mezi rostlinami apod. A na „horších“ částech pozemku bude výsevek zvýšen, aby bylo zajištěno požadované množství rostlin při působení stresových faktorů z důvodů nižší vzcháživosti, nižší odnožování apod. (Brant et al. 2023).

U ječmene a dalších obilnin je důležité mít optimální hustotu porostu. Nižší počet rostlin na jednotku plochy je ječmen schopen vykompenzovat vyšším odnožením, ale jen do určité míry. Pro kvalitní založení porostu je důležitý výše výsevku (Honsová 2017).

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat vztah mezi výší výsevku a odrůd na strukturu porostů a kvalitativní a kvantitativní parametry zrna ozimého ječmene a na základě polních maloparcelkových experimentů založených v roce 2022 na lokalitě Lužany ověřit vliv rozdílných výsevků v závislosti k odrůdě na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna ozimého ječmene.

Hypotéza: Snížení výsevku ozimého ječmene k určité odrůdě nemá negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a vede ke snížení nákladů na pěstební technologii.

3. Literární rešerše

3.1 Hospodářský význam ječmene ozimého

Ječmen je jednou ze základních plodin v zemědělství (Badr et al. 2000). U ječmene se předpokládá, že to byla první domestikovaná plodina, která představovala základní potravinu pro zemědělce (Langridge 2018). Archeologové naznačují, že plodina byla domestikována kolem roku 8 000 př. n. l. (Badr et al. 2000). Ječmen obecný pochází původně ze západní Asie a severní Afriky (Hashash & El-Absy 2019).

Ječmen je po pšenici, rýži a kukuřici čtvrtou nejdůležitější obilninou na světě (Hashash & El-Absy 2019). Zatímco produkce ostatních hlavních obilnin, kukuřice, rýže a pšenice, nadále rostla, produkce ječmene v posledních dvou desetiletích stagnovala (Langridge 2018). Má celosvětovou produkci přes 159 milionů tun, na obdělávané ploše 51 milionů ha (Kumari et al. 2023).

V mnoha regionech zůstal důležitou potravinou, ale nyní se používá hlavně jako krmivo pro zvířata a k výrobě piva (Langridge 2018). Ječmen, který má být použit ke sladování, musí splňovat specifikace klíčivosti, velikosti a hmotnosti zrna, bílkovin zrna, aktivity několika enzymů a mnoha dalších vlastností. Ječmen na krmení nemusí splňovat tak přísné specifikace jako ječmen na slad, ale rozhoduje zde odrůda a její následné využití. Stejně tak kvalitativní znaky ječmene používaného jako pícniny jsou méně dobře definovány (Horsley et al. 2009).

Jsou různé druhy ječmene (šestiřadé/dvouřadé a sladovnické/krmné), které je třeba vzít v úvahu při výběru rodičů pro křížení, současné cíle šlechtitelů ječmene se zaměřují na vývoj odrůd sladovnického ječmene (Horsley et al. 2009).

3.2 Biologické vlastnosti ozimého ječmene

Jedná se o kvetoucí rostlinu patřící do čeledi lipnicovitých, která se pěstuje v mírném podnebí po celém světě v nadmořské výšce 350 - 4 050 m n. m (Hashash & El-Absy 2019). Ječmen je pravděpodobně nejrozšířenějším druhem z obilnin, který se pěstuje ve vyšších zeměpisných šířkách a nadmořských výškách a dále v pouštích než jakákoli jiná obilnina. Právě v extrémních podmínkách, např. himálajských zemích, zůstává ječmen dnes hlavním zdrojem potravy (Baik & Ullrich 2008).

U ozimého ječmene se vyskytují hlavně šestiřadé, čtyřřadé a dvouřadé typy (Špunar 2001). Kořeny sahají do hloubky až 1,4 m, hloubka prokořenění závisí hlavně na půdních vlastnostech. Tvorbu kořenů zásadně ovlivňuje půdní vláhota, živiny a hustota porostu (Noworolnik 2010). Z našich obilnin tvoří ječmen nejvyšší počet primárních kořínků. Ve střední části jsou kořeny ječmene porostlé kořenovými vlásky, které jsou těsně spojeny s půdními částicemi (Csajbók et al. 2020). Proto i kratší vláhový deficit během vegetace může nepříjemně ovlivnit růstové i produkční procesy (Paknijat 2010).

Stéblo ječmene ozimého tvoří 4-8 článků oddělených kolénky a dosahuje do výšky 0,8 - 1,3 m, stavba stébla je hodně ovlivněna odrůdou, vláhou a výživou. Ječmen má na rozdíl od ostatních obilnin blanitý jazýček a na konci pochvy jsou dlouhá ouška, které se navzájem překrývají. Květenství je složený nerozvětvený klas, který se rozděluje na tři kvítka (Bartošová et al. 2018).

Ječmen je bohatým zdrojem bílkovin, vitamínů B, niacinu, minerálů a vlákniny ve stravě, je také dobrým zdrojem manganu a fosforu. Surový ječmen se skládá ze sacharidů 78 %, bílkovin 10 %, vody 10 % a tuku 1 % (Hashash & El-Absy 2019).

3.3 Technologie pěstování ozimého ječmene

3.3.1 Zařazení v osevním postupu

V praxi se ječmen ozimý pěstuje většinou po pšenici ozimé. Dobré předplodiny pro ječmen jsou luskoviny nebo i pícniny či řepka ozimá. Nevhodné předplodiny jsou jarní i ozimý ječmen z důvodu přenosu chorob. Ječmen se v praxi používá jako předplodina pro řepku ozimou z důvodu brzké sklizně (Teksl 1996).

Pokus Woźniak (2010) ukazuje, že různé systémy ve zpracování půdy a střídání plodin způsobily velké rozdíly ve výnosu ozimého ječmene, zaplevelení a vlastnostech půdy. Nejvyšší výnos byl stanoven u ječmene pěstovaného v konvenčním systému po hrachu a nejnižší výnos byl u ječmene pěstovaného v bezorebném systému po ozimé pšenici. Ječmen zasetý po pšenici byl více zaplevelený než ječmen zasetý po hrachu. Podle pokusu Christen & Sieling (1993) produkoval ječmen vyšší hmotnost semen a větší počet rostlin na m² po řepce a po ovsu oproti ječmene pěstovanému po pšenici nebo ječmeni.

3.3.2 Nároky na pěstování

Ječmen je celosvětově významná plodina přizpůsobená okrajovému a stresovému prostředí (Kumari et al. 2023). Má menší nároky na klima a půdu než jarní ječmen. Ozimý ječmen snese i menší holomrazy do -12 °C. Za větších mrazů a nepříznivých podmínek ječmen vymrzá. Schopnost přezimovat s co nejnižším poškozením je jedna z nejdůležitějších vlastností ozimých plodin v ČR. Odolnost k vyzimování je druhově i odrůdově specifická vlastnost (Mařík et al. 2012). Ječmen dokáže tolerovat širokou škálu podmínek prostředí, včetně extrémů zeměpisné šířky a délky (Ahmed et al. 2016). Ječmen je dobře přizpůsobivý k suchu, oproti pšenici má dobře vyvinutý kořenový systém (Godfray et al. 2010).

3.3.3 Výběr odrůdy

Při výběru odrůdy by se měly posuzovat víceleté výsledky z lokalit se stejnými půdně-klimatickými podmínkami. Výběr odrůd by neměl být ovlivněn jenom tříletými výsledky, které nejsou dostatečně ověřeny v letech, ve kterých hrozí škodlivý faktor nebo laboratorními testy, které ověří odolnost odrůdy proti škodlivým vlivům prostředí. Ani při víceletém zkoušení odrůd nemusí být jejich odolnost dostatečně ověřena (ÚKZÚZ 2015).

Vhodné je využívat více rozdílů ve vlastnostech odrůd, jako je odolnost proti chorobám, rozdílná ranost nebo vhodnost raného nebo pozdního setí (Křen & Míša 2012).

Všechny odrůdy v České republice, které jsou v seznamu doporučených odrůd a evropském katalogu odrůd, se mohou u nás pěstovat. Všechny odrůdy jsou hodnoceny v rámci 3 let ve zkouškách ÚKZÚZ a po úspěšném dokončení může šlechtitel podat žádost o zařazení do seznamu. Při hodnocení je základním parametrem ozimého ječmene sledován výnos zrna. Jsou sledovány i parametry jako je ranost, odolnost k polehání nebo proti chorobám a kvalita

zrna. V seznamu doporučených odrůd v roce 2023 bylo 25 odrůd ozimého ječmene z toho 7 dvouřadých a 18 víceřadých odrůd (ÚKZÚZ 2023).

Ze seznamu doporučených odrůd jsou vybrány 4 odrůdy LG Zoro, KWS Kosmos, KWS Ariane a Stabil od roku 2023 je přejmenovaný na Stalagmit. Tyto odrůdy se v roce 2022 umístily v průměrném výnosu se 115 % víceřadé odrůdy LG Zoro a KWS Kosmos a dvouřadá odrůda Stalagmit se 114 %, dvouřadé KWS Ariane mělo v roce 2022 pouze 107 % (ÚKZÚZ 2023).

3.3.3.1 Víceřadé odrůdy

3.3.3.1.1 KWS Kosmos

Je to šestiřadá odrůda středně odolná proti padlí travnímu na listu, rzi ječnou, komplexem hnědých skvrnitostí a fusáriím v klase. Je středně odolná až odolná proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí (Soufflet – agro 2023).

Rostliny jsou středně vysoké, středně odolné proti poléhání. Zrno má středně velké až malé, podíl předního zrna je vysoký. Podle seznamu doporučených odrůd má odrůda okolo 624 ks/m² produktivních stébel (ÚKZÚZ 2023). KWS Kosmos je pozdní odrůda kombinovaného typu. Odrůda vyšší hustotou porostu zvyšuje výnos, a to i při nižší intenzitě pěstování (Dvořáčková 2023). Odrůda je vhodná i pro pozdní setí.

V optimálním termínu v kukuřičné a řepařské oblasti je doporučený výsevek okolo 3,7 MKZ/ha. V oblastech obilnářských a bramborářských se pohybuje doporučený výsevek okolo 3,9 MKZ/ha (Soufflet – agro 2023).

3.3.3.1.2 LG Zoro

Zoro je šestiřadá odrůda s genem odolnosti BYDV proti virové žluté zakrslosti ječmene. Má vysokou odolnost vůči rhynchosporiové skvrnitosti, fusáriím v klase a padlí travním. Má velmi dobrou odolnost proti komplexu hnědých skvrnitostí a rzi ječné (Doležal 2021).

Odrůda je středně vysoká až vysoká. Zrno je středně velké až malé, podíl předního zrna je nízký. Může u ní hrozit riziko poléhání. Počet produktivních stébel má odrůda 640 ks/m² (ÚKZÚZ 2023). Odrůda je středně raná, středně odnožuje s velmi dobrou zimovzdorností. Je možné ji pěstovat i po obilnině. LG Zoro je klasový typ, který má relativně těžký klas. Odrůda se snižujícím se výsevkem vytvoří dlouhé klasy a zvýší HTZ (Doležal 2023).

Doporučený výsevek ve všech výrobních oblastech se pohybuje v rozmezí 3,5 - 4,3 MKZ/ha (Doležal 2021).

3.3.3.2 Dvouřadé odrůdy

3.3.3.2.1 KWS Ariane

Dvouřadá odrůda s dobrou odolností k padlí travnímu a fuzarióze klasu. Má střední odolnost ke rzi ječné a rhynchosporiové skvrnitosti. Ariane má horší odolnost ke komplexu hnědých skvrnitostí (Soufflet – agro 2023).

Je to sladovnická, nízká odrůda, a středně odolná proti poléhání. Zrno má středně velké, podíl předního zrna je středně vysoký. Má odolnost proti napadení padlím ječmene. Dvouřadá odrůda KWS Ariane má okolo 1 051 ks/m² produktivních odnoží (ÚKZÚZ 2023). Odrůda je

polopozdní a kompenzační typ. V řídkých porostech má lepší vývoj klasů. V hustších porostech může výnos klesat (Dvořáčková 2023).

Je vhodná do všech výrobních oblastí a její doporučený výsevek v optimálním termínu mezi 3,7 - 3,9 MKZ/ha (Soufflet – agro 2023).

3.3.3.2.2 Stabil (Stalagmit)

Je to dvouřadá odrůda s velmi dobrým zdravotním stavem, s vhodností i do ekologického zemědělství. Má dobrou odolnost proti napadení padlím na listu a spálou ječmene. Je středně odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene a komplexem listových skvrnitostí (Oseva pro 2023).

Je to středně vysoká až nízká odrůda se střední odolností proti polehání. Zrno je velmi velké, podíl předního zrna je velmi vysoký. Počet produktivních odnoží na této odrůdě je v průměru 958 ks/m² (ÚKZÚZ 2023). Dobře reaguje na vysoké zásoby živin. Je to středně raný, kombinovaný typ. Vyšší hustotou stoupá výnos (Dvořáčková 2023).

Je vhodná do všech výrobních oblastí a má doporučený výsevek 3,7 - 4,0 MKZ/ha (Oseva pro 2023).

3.3.4 Založení porostu

3.3.4.1 Zpracování půdy

Zpracování půdy je považováno za hlavní nástroj hospodaření s půdou, který se používá ke zlepšení fyzikálních podmínek půdy a růstu plodin. Výkonnost plodin a půdní vlastnosti jsou významně ovlivněny postupy zpracování půdy (Alam et al. 2014). Obdělávání půdy má 20 % vliv na výnosy plodiny (Khurshid et al. 2006). Postupy hospodaření, které změní strukturu půdy, mohou mít pozitivní nebo negativní důsledky. Pěstební systémy mají významný dopad na fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, které v konečném výsledku ovlivňují výnos plodin. Nevhodné zpracování půdy může způsobit zrychlenou erozi, ztrátu organické hmoty, úrodnost, narušení koloběhu vody a živin pro rostliny (Lal 1993). Omezení zpracování půdy pozitivně ovlivňuje několik aspektů půdy, zatímco nadměrné a zbytečné zpracování půdy vede k opačným jevům, které jsou pro půdu škodlivé. Proto je v současné době značný zájem a důraz na minimální zpracování (Iqbal et al. 2005). Konvenční zpracování půdy způsobují změnu ve struktuře půdy, úpravou objemové hmotnosti půdy a obsahu půdní vlhkosti. Opakované narušování konvenčním zpracováním půdy navíc vede ke vzniku jemnější a kypré půdní struktury, zatímco minimální zpracování půdy ponechá půdu neporušenou (Rashidi & Keshavarzpour 2007). Tento rozdíl má za následek změnu pórů v půdě a schopnost rozptylovat vzduch a regulovat erozi (Khan et al. 2001).

Při používání těžkých strojů hrozí zhutňování půd, které mění půdní agregáty a strukturu pórů, což ovlivňuje pevnost půdy, pórovitost a dostupnost vzduchu. Zhutněná půda může vést ke snížení příjmu vody a hnojiv, což vede k nižší produkci plodin a zvýšenému odtoku vody. V pokusech bylo zjištěno, že ztráty živin se zvyšují ve zhutněné půdě (Millington et al. 2016).

Pokus Woźniak (2020), při kterém byl sledován výnos zrna, počty rostlin, klasů na m² a hmotnost zrna na klas, byl více ovlivněn mírou zpracování půdy než osevním postupem. V systémech s redukcí zpracování půdy bylo větší zaplevelení na m² ve srovnání s konvenčním a bezorebným systémem.

3.3.4.2 Setí

V pokusech Photiades & Hajichristodoulou (1984) byl zkoušen pozdní výsev, hloubka setí, výše výsevu a rozteč řádků. Při setí v období od poloviny listopadu až do poloviny prosince se výnosy snížily až o 70 %. Hluboký výsev do hloubky 20 cm místo 5 cm snížil u ječmene výnos zrna o 62 %. Účinky se zvyšovaly, když byla hloubka výsevu spojena s pozdním výsevem. Vliv výsevu nebyl obecně moc významný a bylo zjištěno že optimum je kolem 100 kg/ha. V rozteči řádků se nejvhodnější ukázala varianta s roztečí 16 cm. Široká rozteč 32 cm poskytovala nižší výnosy a podporovala růst plevelů mezi řádky. Podle pokusu Schillinger (2005), kde byly použity výsevky 120, 200, 280 semen na m² měl výsevek velmi významný vliv na hustotu porostu, ale neovlivnil výnos zrna. Experiment Conry & Hegarty (2009) prováděný po dobu 5 let testoval vliv čtyř výsevků 100, 150, 200 a 250 kg/ha na výnos zrna a obsah bílkovin. Byly získány významné rozdíly ve výnosu mezi menším a větším výsevkem a výsevek 200 kg/ha dosáhl největšího výnosu.

3.3.5 Výživa a hnojení

Ječmen ozimý je často pěstován s minimálními vstupy a minimálním využitím pesticidů. Ječmen ozimý dobře využívá živiny v půdě a se zvýšením intenzity pěstování se zvětšuje i výnos ječmene a tím i rentabilita pěstování (Cass & Jensen 1970).

Množství jednotlivých živin podle daných podmínek lokality může usnadnit laboratorní rozbor. Tyto rozborů umožňují aplikovat optimální dávky hnojiv. Při použití vyšších dávek hrozí zhoršení porostu (Štěrba 2009).

Příjem živin rostlinami ovlivňují nízké teploty, které snižují aktivitu mikroorganismů. Při chladném počasí se snižuje příjem živin kořeny a má vliv na příjem fosforu. Příjem živin omezují i vysoké teploty v kombinaci se suchem, kdy chybí voda k rozpuštění živin. Omezení příjmu živin může dojít i za vysokého obsahu vody v půdě, kdy dochází k úbytku půdního vzduchu a k omezení příjmu živin (Hrudová 2011).

Hnojení fosforem a draslíkem probíhá na podzim, se základní dávkou dusíku před setím (Cass & Jensen 1970). Fosfor je po dusíku druhou nejdůležitější živinou z hlediska růstu a vývoje rostliny. Při vzházení začne být rostlina závislá na fosforu z půdy. Dostatek fosforu v půdě může být ovlivněn pH půdy nebo ostatními živinami jako jsou hliník, železo a vápník. Nedostatek fosforu se může projevit i za nízké vlhkosti půdy a nízkou teplotou (Kunzová 2010). Dávky fosforu a draslíku bychom měli přizpůsobit podle zásoby živin v půdě, předplodiny a agroekologických podmínek. Při vyrovnávací dávce je třeba vycházet z výsledků agrochemických rozborů půd (Striegl & Žídková 1993).

Draslík společně s dusíkem a fosforem hraje důležitou roli ve vývoji rostlin (Marschner 1995), způsobuje vyšší výnos a kvalitu zrna, rostliny jsou zelenější a mají také vyšší odolnost vůči stresu (Fusuo et al. 2010). Nedostatek draslíku ovlivňuje řadu chorob např. padlí a listovou skvrnitost a také výnos zrna. Maximální výtěžnosti zrn ječmene je dosaženo tam, kde byl aplikován dostatek hnojiva draslíku (Brennan & Jayasena 2007).

Dusík je klíčovým prvkem pro dosažení trvale vysokých výnosů obilnin. Podílí se na všech metabolických procesech rostliny, její rychlost příjmu a rozdělení je do značné míry určováno na potřebě růstu v různých růstových fázích rostlin. Rostlina potřebuje více dusíku při odnožování, prodlužování stébla a plnění zrna (Delogu et al. 1998).

Ječmen bývá více náchylný k chorobám a škůdcům v případech, ve kterých je dostupnost dusíku a draslíku v nerovnováze. Tato nerovnováha může vést k oslabení růstu rostlin, které obsahují vyšší koncentraci rozpustných sloučenin dusíku a sacharidů. Sacharidy poskytují snadno dostupný zdroj potravy pro běžná parazitická onemocnění, jako jsou například rzi, padlí a plísně (Černý 2014). Při omezeném příjmu fosforu může dojít ke snížení výnosu a zvýšené náchylnosti k onemocnění ječmene. Tato reakce opět souvisí s omezením metabolismu a s růstem rostlin v souvislosti s nedostatkem fosforu. Rostlina je tak náchylná k napadení škodlivými patogeny. Výzkum prokázal zvýšený výskyt plísní o 50 % tam, kde nebyl aplikován fosfor (Sláma 2019). Rostliny s deficitem draslíku mají omezenou syntézu látek jako je škrob, bílkoviny a celulóza, což vede k akumulaci menších sloučenin, jako jsou amidy, které jsou živnou půdou pro různou nemoc. Nedostatek draslíku může mít též za následek tenčí buněčné stěny s menší mechanickou odolností vůči škůdcům. Vyhodnocením více než 1000 pokusů na obilninách se zjistilo, že v případech, kdy byla koncentrace draslíku nízká a v nerovnováze s přísunem dusíku, došlo u ječmene po jejím přidání ke snížení chorob a bakteriálních infekcí ve více než 70 % případech. Nedostatek draslíku je spojován také s vyšším výskytem rzi a padlí (Černý 2014). Mnohé studie spojují mangan s omezením rostlinných nemocí. Vykazuje přímý inhibiční efekt na růst hub, obzvláště padlí. A protože je také nezbytný pro tvorbu ligninu a suberinu, celkově činí rostlinné buňky více fyzicky odolné vůči infekcím. Rostliny s deficitem manganu mají schopnost metabolizovat dusík, což vede k nahromadění dusičnanového dusíku v listu. Ten je zdrojem potravy pro choroby, jako jsou rzi a plísně, a zvyšuje tak úroveň infekce u ječmene (Sláma 2019).

3.3.6 Ošetření porostů během vegetace

Při ošetřování porostu je nutné správně zvolit diagnózu a vhodný termín. Při nesprávném použití nebo dávce přípravku vznikají ekonomické ztráty a při neošetření nadlimitních výskytů chorob a škůdců dojde kromě finanční škody i k dalšímu rozmnožení škodlivého činitele (Tvarůžek et al. 2010). Lauringson et al. (2000) uvádějí, že chemická regulace plevelů požívaná po dobu šestnácti let znamenala redukci počtu semen plevelů v ornici v průměru o 30–35 % méně v porovnání s chemicky neošetřovanou variantu.

Ječmen je každoročně postižen řadou chorob, které jsou zodpovědné za značné škody a ztrátu výnosu a kvality. Hlavní ochrana proti výskytu chorob, škůdců nebo plevelů je střídání plodin, obdělávání půdy, doba setí a v poslední řadě fungicidy. Fungicidy mohou poskytnout velmi vysokou úroveň kontroly chorob a jsou široce používány k ochraně plodin. Špatné používání fungicidů však může účinnost fungicidů výrazně snížit (Walters et al. 2012). V pokusu Macky & Roelfs (2007) se prokázalo, že na rozvoj rzi stonkové má vliv hustota porostu. Závažnost rzi byla o 18–36 % vyšší v porostech s menším výsevkem než v hustých porostech.

Ze škůdců se na ječmeni objevují mšice, bzunka ječná, bejlmorka sedlová, kohoutek modrý. Ošetřujeme jen tehdy, až výskyt dosáhne kalamitního rozšíření (Striegl & Žídková 1993).

Primární využití regulátorů růstu slouží zejména k zabránění polehnutí porostu. Aplikace je vhodná v časných termínech, kdy prodlouží vegetativní fázi odnožování a zkracuje následná internodia (Koprna et al. 2017).

3.3.7 Sklizeň a posklizňová úprava

Ječmen ozimý se sklízí většinou jako první plodina před pšenicí a řepkou. Obilniny sklízíme v plné zralosti. Zvolení správného termínu sklizně může předejít značným ztrátám na výnosu a také horší kvalitě zrna (Zadeh et al. 2014). Při sklizni by měla být optimální vlhkost zrna mezi 12–15 %. Při vyšší vlhkosti se zvyšují ztráty a poškození zrna. Velmi důležité je minimalizovat mechanické poškození zrna při sklizni. Maximální vlhkost skladovaného zrna nemá překročit 14 %. Při vyšší vlhkosti hrozí plesnivění a je nutno dosušet (Černý et al. 2007).

3.4 Kvalitativní ukazatele ječmene ozimého

3.4.1 Kvalita ječmene

Kvalita ječmene je důležitá od krmiv pro zvířata až po pivovarnictví a je dána mnoha geny (Fox et al. 2003). Cílová jakost ječmene závisí na požadovaných parametrech koncovým uživatelem, např. krmení hospodářských zvířat nebo slad pro pivovarnictví. Ozimý ječmen se běžně v České republice nesladuje. V poslední době však došlo ve sladovnické kvalitě ozimého ječmene k výraznému pokroku a na trhu se objevily odrůdy ozimého ječmene se sladovnickou kvalitou. Hlavní charakteristické rysy, které se hodnotí, zahrnují % dusíku v zru, objemovou hmotnost a hmotnost tisíce zrn. Základním faktorem ovlivňující kvalitu zrna ječmene je odrůda. Půdní a klimatické podmínky, průběh počasí, předplodina, hnojení, ošetřování a skladování výrazným způsobem ovlivňují finální vlastnosti sklizeného zrna ječmene (Sachambula & Psota 2014).

V pokusu Högy et al. (2013) bylo zjištěno několik pozitivních a negativních účinků na kvalitu krmných obilnin v podmínkách oteplování. Ječmen na vyšší teploty během období plnění zrna reaguje snížením hmotností tisíce zrn, protože k adaptaci na oteplování dochází na úkor metabolických procesů a akumulace zásobních látek. Se zvyšující teplotou byla zjištěna i vyšší koncentrace bílkovin a tím i vyšší nutriční hodnota. Ječmen byl mnohem citlivější na zvýšenou teplotu než na změny srážek.

Výsledky získané z pokusu Jankovic et al. (2011) vykazovaly sníženou kvalitu zrna se zvyšujícím se obsahem dusíku, ale výrazně to zvýšilo výnos.

3.4.2 Hodnocení kvality zrna

Ječmen rozdělujeme do dvou skupin hodnocení jakosti zrna. První zahrnuje sladovnickou kvalitu. Druhá skupina zahrnuje nesladovnickou kvalitu zrna, a to ječmen potravinářský na výrobu ječných krup a ječmen krmný pro výrobu krmných směsí (Straňák 2002).

3.4.3 Jakostní ukazatele krmného ječmene

Ječmen krmný se posuzuje podle ČSN 46 1200–3. Tato norma udává maximální hodnoty jakosti krmného ječmene. Vlhkost zrna je nejvýš 14,5 %. Obsah nečistot, kam řadíme cizí semena, poškozená zrna a cizí látky má být do 5 %. Příměsi jako jsou zlomky zrn a zrnové příměsi se mají pohybovat v rozmezí 3–5 % (ČSN 46 1200-3).

3.4.4 Obsah látek v zrn

Ječmen obsahuje 80 až 88 % sušiny a 12 až 20 % vody. Sušinu tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté sloučeniny a anorganické látky. Anorganické látky neboli popeloviny tvoří podstatně menší podíl sušiny než organické látky. Jejich obsah kolísá mezi 2 až 3 %. Sacharidy představují asi 80 % hmotnosti ječného zrna. Nejvíce zastupovanou složkou je škrob. Škrob slouží jako zásobárna živin pro klíček v období klíčení. Obsah dusíkatých látek se pohybuje v rozmezí 10 - 11,5 % a je velmi variabilní v závislosti na odrůdě, složení půdy, hnojení, předplodině, na klimatických podmínkách a době vegetace (Hubík & Mareček 2002).

Množství jednotlivých látek v rostlině je ovlivněno jejím zásobením živinami během růstu i zrání a podmínkami při pěstování (Hubík & Mareček 2002).

Doba setí a výsevy mají významný vliv na kvalitu zrna. Ovlivní zejména velikost a chemické složení zrna, které určují jeho vhodnost pro kvalitu krmiva a pro výrobu piva. Načasování těchto operací má významný vliv na hmotnost tisíce zrn a povahu zrna k lepšímu (Khokonova et al. 2018). Maximální kvality zrna je dosaženo při fyziologické zralosti zrna. Následně kvalita zrna klesá (Ellis & Filho 1992).

3.5 Kvantitativní ukazatele ječmene ozimého

3.5.1 Výnosy ječmene ozimého

Výnos zrna se skládá z počtu klasů/m², počtu zrn/klas a hmotností jednotlivých zrn, z nichž důležitá je průměrná hmotnost tisíce zrn. Většina objemu výnosu je způsobena rozdílnými oblastmi a roky, velké odlišnosti jsou spíše v počtu zrn než ve velikosti zrna. Je velmi silný vztah mezi počtem zrn/m² a výnosem, ale jen slabý vztah mezi průměrnou hmotností zrn a výnosem (AHDB 2022). Ahmadi et al. (2020) prokázali, že výnos zrna ozimého ječmene je ovlivněn hustotou a délkou kořenů. Pro dosah těchto složek je zásadní dobrá předplodina a vyvážená výživa rostlin. V pokusu Äyräväinen & Paatela (1974) se prokázalo, že rostliny pěstované při nižších teplotách okolo 10 °C vytvořily vyšší celkové biologické výnosy a výnosy zrna než rostliny pěstované při vyšších teplotách. Mezi dvouřadými a víceřadými rostlinami se prokázal větší výnos, a to u dvouřadých odrůd. Nejdůležitějším faktorem ovlivňující výnos zrna je hustota porostu a počet zrn na klas (Makowski 1970). V pokusu Malesevic (1983) byl největší výnos na variantě 350 zrn/m² s dávkou dusíku 60 kg N/ha. Cammarano et al. (2019) uvádějí, že se budoucí výnosy ječmene sníží o 8 až 25 % v závislosti na klimatických podmínkách. Výnos ječmene bude více závislý na srážkách a extrahované půdní vodě. Teplotní extrém v reprodukční fázi negativně ovlivňují výnosy. V pokusu Petcu et al. (2020) se výnos ječmene pozitivně zvýšil, když se snížil výsev na 350 semen/m². Sníženým výsevkem se zvýšila kvalita zrna.

3.5.2 Hustota porostu

Hustota porostu ovlivňuje výnosové a růstové parametry zásadního významu. V experimentu Kirby (1967) se projevoval vliv odrůdy na hustotu porostu. Odrůdové rozdíly byly pozorovány v maximálním počtu odnoží, které přežily a vytvořily klasy. Tyto rozdíly byly největší mezi šestiřadou a dvouřadou odrůdou. Počet klasů byl ovlivněn jak odrůdou, tak i hustotou porostu. Podle Briggs (1978) se rostliny s větším rozprostřením více odnožovaly, ale plně nekompensovaly účinky nadměrných rozestupů. Jak se hustota rostlin zvyšovala, tak počet klasů na rostlinu klesal.

Podle pokusu Äyräväinen & Paatela (1974) měly rostliny větší hmotnost tisíce zrn na menších výsevkách. Hustota porostu neovlivnila počet zrn v klasu. Více stébel a větší výnosy byly vyprodukovány na menších výsevcích.

3.5.3 Počet zrn v klasu

U ozimého ječmene je výnos zrna nejvíce spjat s počtem zrn, proto jsou obzvláště důležitá včasná rozhodnutí o pěstitelských zásadách optimalizujících odnožování a přežití (Černý et al. 2012).

Samotný počet zrn závisí na počtu plodných odnoží na jednotku plochy a počtu zrn v klasu. Pěstitel proto musí aplikovat živiny, které mohou ovlivnit počet zrn v klasu. Důležité živiny pro ovlivnění počtu zrn v klasu jsou například dusík, draslík, měď, zinek, bor a mangan (Hřivna et al. 2013).

3.5.4 Hmotnost tisíce zrn

V pokusu Malešević (1983) klesala hmotnost tisíce zrn s rostoucí hustotou porostu. Podle polního experimentu pěti hustot výsevu (100, 175, 250, 325 a 400 rostlin na m²) dle Emam & Moaicd (2000) byl studován výnos zrna ozimého ječmene. Ukázalo se, že u rostlin se zvýšenou hustotou 250 až 400 rostlin na m² nedošlo k žádné významné změně výnosu zrna. Do 250 rostlin na m² byla rostoucí hustota populace spojena s vyšším výnosem zrna. Vyšší výnos byl spojen s vyšším počtem zrn, a i vyšším počtem klasů na m². Nicméně vyšší hustota rostlin než 250 rostlin na m² vedla ke zvýšení počtu klasů na m², ale byla snížena velikost klasu tzn. snížení počtu zrn/klas. Proto nejvyšší hustota vedla k nejnižšímu počtu zrn na klas. Zvýšená hustota byla výsledkem většího propadu přes síto. Výsledkem bylo, že optimální hustota výsevu tj. 250 rostlin na m² vede ke zvýšení výnosu. Podle polního experimentu Khokonova et al. (2018), kde byly výsevky 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 MKZ (miliónů klíčivých zrn) /ha, bylo prokázáno, že s nárůstem výsevu na ha, klesá hodnota hmotnosti tisíce zrn. Nejlepší parametry zrna jsou při výsevu 4,5 – 5,0 miliónů klíčivých zrn na hektar.

4. Metodika

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusné plochy s ozimým ječmenem byly založeny na pozemcích ŠS (šlechtitelské stanice) Selgen Lužany. Lužany se nachází v okrese Plzeň – jih, cca 25 km od Plzně. Zeměpisné údaje: 49°33' s. š. a 13°19' v. d.

Lužany jsou řazeny do klimatického regionu mírně teplý a mírně vlhký. Půdy jsou zde hluboké a jsou zařazeny do půdních typů hnědozemě. Pokus probíhal na pozemku s těžkou jílovitohlinitou půdou. Lužany jsou řazeny do obilnářské výrobní oblasti. Nadmořská výška se zde pohybuje okolo 360 m n.m. (eKatalog BPEJ 2022).

4.2 Klimatické podmínky v průběhu vegetačního roku 2022–2023

Meteorologické údaje byly měřeny v obci Lužany přímo na šlechtitelské stanici Selgen, asi 1 km od pokusu. Délka vegetačního roku od zasetí 12.10.2022 do sklizně 12.7.2023 byla 273 dní.

V tabulce č. 1 a obrázku č. 1 jsou uvedeny měsíční meteorologické údaje za rok 2022 až 2023 ve srovnání se 65letými normály. V měsíci září, březen a duben byly velmi vysoké srážky. Ostatní měsíce vykazovaly úhrn srážek pod normál. Průměrná měsíční teplota po celé vegetační období byla každý měsíc nad normálem.

Na obrázku č. 1 je zobrazený kumulovaný úhrn srážek za vegetační období ve srovnání s 65letým kumulovaným normálem.

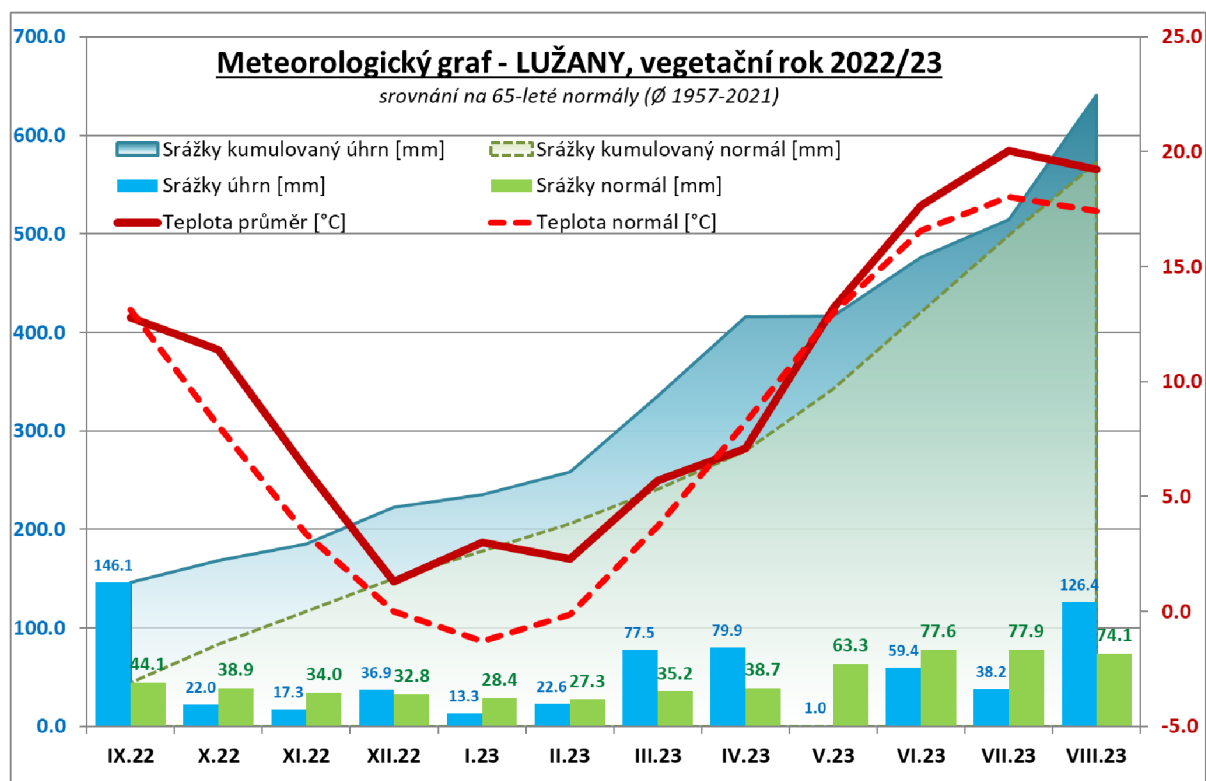
Celkový úhrn srážek za vegetační období byl 640,6 mm. Ve srovnání se 65letým normálem, kdy celkový úhrn je 572,3 mm, bylo toto období na srážky nadprůměrné.

Průměrná roční teplota byla 10 °C. To je o zhruba 2 °C více oproti normálu, který činí 8,3 °C.

Tab. 1: **Meteorologická tabulka – Lužany, vegetační rok 2022/2023** (srovnání na 65leté normály 1957–2021)

Lužany, vegetační rok 2022/23	Teplota průměr	Teplota normál	Srážky úhrn	Srážky normál
měsíc	[°C]	[°C]	[mm]	[mm]
IX.22	12.8	13.1	146.1	44.1
X.22	11.4	8.1	22.0	38.9
XI.22	6.2	3.4	17.3	34.0
XII.22	1.3	0.0	36.9	32.8
I.23	3.0	-1.3	13.3	28.4
II.23	2.3	-0.1	22.6	27.3
III.23	5.7	3.7	77.5	35.2
IV.23	7.1	8.2	79.9	38.7
V.23	13.2	13.0	1.0	63.3
VI.23	17.6	16.6	59.4	77.6
VII.23	20.0	18.1	38.2	77.9
VIII.23	19.2	17.4	126.4	74.1
Celkem	10.0	8.3	640.6	572.5

Zdroj: (Meteorologická stanice Lužany Selgen)



Obr. 1: **Meteorologický graf – Lužany, vegetační rok 2022/23** (zdroj: Meteorologická stanice Lužany Selgen)

4.3 Metodika pokusu

4.3.1 Založení pokusu

Pokus byl založen v Lužanech u Přeštic dne 12.10.2022 samochodným oyort HEGE. Byly založeny pokusy se 4 odrůdami ozimého ječmene s 5 rozdílnými výsevkami. Odrůdy byly 2 šestiřadé KWS Kosmos, LG Zoro a 2 dvouřadé KWS Ariane a Stabil (Stalagmit). V tab. 2 jsou výsledky vybraných odrůd ze seznamu doporučených odrůd za rok 2022. Všechny odrůdy byly zaseté po 5 výsevkách a to od 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 MKZ (milion klíčivých zrn) na hektar.

V tabulce č. 3 jsou zobrazeny výsevky v kg/ha. Velikost jednotlivých pokusných parcel byla 1 x 10 m. Porosty byly založeny po dobré předplodině hrachu polním.

Tab. 2: Výsledky vybraných odrůd z roku 2022 v seznamu doporučených odrůd

JCO-SDO LU 2022	t/ha	HTZ g	Met. dne	Zrání dne	Výška cm	PPS/m ²	Popis		
KWS Kosmos	11.60	54.6	18.5	1.7	82	612	6-ř.	pozdní	kombinovaný
LG Zoro	12.42	51.3	14.5	28.6	88	504	6-ř.	polopozdní	klasový
KWS Ariane	10.09	54.3	17.5	30.6	70	1264	2-ř.	polopozdní	kompensační
Stabil	11.73	65.4	15.5	29.6	77	944	2-ř.	stř. raný	kombinovaný

Tab. 3: Výsevky odrůd v kg/ha

Odrůdy	1.5 MKZ	2.5 MKZ	3.5 MKZ	4.5 MKZ	5.5 MKZ
	výsevek kg/ha				
KWS Kosmos	92	139	195	250	306
LG Zoro	90	136	190	245	299
KWS Ariane	96	145	203	262	320
Stabil	108	163	228	293	359

4.3.2 Použité ošetření při vegetaci

Na jaře, 1.3.2023 bylo provedeno regenerační hnojení Ledkem amonným s dolomitem s 27 % dusíku a to dávkou 54 kg/ha čistého dusíku. Produkční dávka byla aplikována 3.5.2023 hnojivem DASA s 26 % dusíku, dávkou 39 kg/ha čistého dusíku. Celkového dusíku na hektar v čistých živinách bylo 93 kg/ha.

Postemergentní jarní aplikace herbicidu proběhla 24.3.2023 přípravky Mustang Forte s dávkou 0,75 l/ha a Pixxaro s dávkou 0,25 l/ha. 27.4.2023 proběhla aplikace regulátoru růstu Fixator s dávkou 0,6 l/ha a fungicidu Delaro s dávkou 0,75 l/ha. Poslední aplikace herbicidu byla 4.5.2023 přípravkem Fenova Super dávkou 1,0 l/ha. Dne 16.5.2023 proběhla poslední aplikace fungicidu s přípravkem Revycare s dávkou 1,5 l/ha a smáčedlem Vivolt s dávkou 0,2 l/ha.

4.3.3 Hodnocení porostu

První hodnocení porostu se konalo 11.11.2022, kdy byl hodnocen počet rostlin na ha a vzdálenost rostlin v řádku. Skutečný počet rostlin při provedeném hodnocení převyšoval stanovené výsevky, ale byl dosažen požadovaný rozdíl mezi jednotlivými variantami v počtu rostlin na jednotku plochy. Na každé pokusné parcele ve čtyřech bodech byl stanoven počet rostlin na 0,25 m² a zároveň byla stanovena vzdálenost mezi rostlinami. Pro hodnocení pravidelnosti rozmístění rostlin v řádku byl použit variační koeficient a směrodatná odchylka.

Další kontrola porostu proběhla 16.3.2023. Byly zaznamenány počty odnoží na rostlině. Z každé varianty bylo odebráno 20 rostlin úhlopříčně na ploše a u nich stanoven počet odnoží. Poté byla u každého opakování u 10 rostlin odstráněna nadzemní biomasa v místě přechodu podzemní a nadzemní části. Každá rostlina byla usušena zvlášť. Sušení probíhalo při teplotě 105 °C po dobu 24 h. Následně byla stanovena průměrná suchá nadzemní biomasa rostliny.

V době dozrávání porostů se uskutečnilo hodnocení počtu klasů a počtu zrn v klasu k datu 7.6.2023. U všech variant po 4 opakování byl na ploše 0,25 m² určen počet plodných odnoží na rostlině. Počet zrn v klasu probíhal výběrem 10 klasů z každé varianty. Vybírány byly klasy různých velikostí tak, aby se předešlo výběru těch nejlepších nebo naopak nejhorších a byl spočítán počet zrn v jednotlivých klasech.

Sklizeň porostů proběhla 12.7.2023 maloparcelkovou sklízecí mlátičkou a následně se z každé varianty stanovil výnos. U každého vzorku byla hodnocena i objemová hmotnost, HTZ, vlhkost zrna a obsah látek v znu. HTZ se stanovila ve 4 měření z každé varianty na přístroji Marvin přes laserové měření HTZ. Kvalita zrna byla stanovena pomocí metody NIR – obsah N látek a obsahu škrobu.

Pro hodnocení bylo použito metody analýzy jednoduchého třídění (ANOVA, Tukey hladina významnosti 95 %). Data byla zpracována programem Statgraphics®Plus (Statgraphics Technologies, Inc. The Plains, Virginia).

5. Výsledky

První hodnocení 11.11.2022 dokládá tabulka č. 4, ve které jsou zobrazeny průměrné hodnoty počtu rostlin (ks/m²) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku (milióny klíčivých zrn – MKZ na ha a ve vztahu ke skutečnému počtu rostlin na plochu stanovenému 11.11.2022). Stanovení rozdílů v rámci odrůdy vykazují odlišné indexy ve sloupci a dokládají statisticky průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti 95 %.

Tab. 4: **Průměrné hodnoty počtu rostlin (ks/m²) u vybraných odrůd ozimého ječmene** v závislosti na výši výsevku v roce 2022 na lokalitě Lužany. Stanovení rozdílu v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda			
	Ariane	Kosmos	Stabil	Zoro
	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)
1.5	167 a	151 a	180 a	171 a
2.5	270 ab	264 ab	246 a	248 a
3.5	396.5 bc	344 b	420 b	409 b
4.5	471 c	393 b	506 bc	432 b
5.5	643 d	597 c	583 c	566 c
<i>p-value</i>	<i>0.0000</i>	<i>0.0000</i>	<i>0.0000</i>	<i>0.0000</i>

Přes uvedené rozdíly mezi teoretickým a skutečným počtem rostlin byl dosažen požadovaný statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými variantami v počtu rostlin na jednotku plochy, včetně viditelných rozdílů mezi průměry udávaných výsevků.

Na tabulce č. 5 jsou zobrazeny průměrné hodnoty počtu rostlin vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku v roce 2022. Tabulka porovnává výši výsevku v rámci odrůd na hladině významnosti 95 % a nejsou zde žádné statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami.

Tab. 5: **Průměrné hodnoty počtu rostlin (ks/m²) vybraných odrůd ozimého ječmene** v závislosti na výši výsevku v roce 2022 na lokalitě Lužany. Stanovení rozdílu mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha				
	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)	počet rostlin na m ² (kusy)
Ariane	167 a	270 a	396.5 a	471 a	643 a
Kosmos	151 a	264 a	344 a	393 a	597 a
Stabil	180 a	246 a	420 a	506 a	583 a
Zoro	171 a	248 a	409 a	432 a	566 a
<i>p-value</i>	<i>0.7172</i>	<i>0.9276</i>	<i>0.2106</i>	<i>0.1484</i>	<i>0.4077</i>

K datu 11.11.2022 byla stanovena i vzdálenost rostlin v řádku. Tabulka č. 6 udává průměrnou vzdálenost v řádku a mezi jednotlivými varianty statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %. Největší vzdálenosti v řádku mezi rostlinami byli na výsevkách 1,5 - 2,5 MKZ/ha.

Tab. 6: **Průměrné vzdálenosti v řádku (mm) vybraných odrůd ozimého ječmene** v závislosti na výši výsevku v roce 2022 na lokalitě Lužany. Stanovení rozdílu v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)
1.5	167	64.44 d	151	77.00 c	180	71.63 d	171	67.31 d
2.5	270	47.63 c	264	49.81 b	246	53.88 c	248	45.56 c
3.5	397	29.38 b	344	31.19 ab	420	28.06 b	409	27.06 b
4.5	471	20.25 ab	393	23.06 a	506	20.00 ab	432	23.50 ab
5.5	643	9.81 a	597	15.38 a	583	7.56 a	566	11.56 a
<i>p-value</i>		<i>0.0000</i>		<i>0.0000</i>		<i>0.0000</i>		<i>0.0000</i>

Tabulky č. 7–10 udávají průměrnou vzdálenost v řádku, směrodatnou odchylku, variační koeficient a minimum a maximum u každé vybrané odrůdy na hladině významnosti 95 %.

Podle směrodatné odchylky v tabulce č. 7–10 je vidět velká vzájemná odlišnost ve vzdálenosti v řádku v nejmenším výsevku. Prvky navzájem podobné jsou ve výsevku 5,5 MKZ/ha. Největší míru variability je u všech odrůd na výsevku 5,5 MKZ/ha. A v porovnání variability v rámci odrůd je nejvíce variabilní odrůda Stabil. Minimum udává nejmenší vzdálenost rostlin v řádku. Hodnota maximum udává největší vzdálenost rostlin v řádku. Nejvíce vzdálených rostlin v řádku bylo průměrně na odrůdě Kosmos. Variační rozpětí udává rozmezí mezi minimem a maximem.

Tab. 7: **Průměrná vzdálenost v řádku (mm), směrodatná odchylka, variační koeficient a minimum a maximum u odrůdy Ariane** (ANOVA, Tukey)

výsevek (MKZ/ha)	Odrůda						
	Ariane						
	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Variační rozpětí
1.5	167	64.44 d	22.48	34.88	33	104	71
2.5	270	47.63 c	11.98	25.15	25	66	41
3.5	397	29.38 b	11.52	39.23	11	48	37
4.5	471	20.25 ab	9.95	49.14	6	37	31
5.5	643	9.81 a	6.79	69.24	2	29	27
Celkem			23.71	69.13	2	104	102

Tab. 8: Průměrná vzdálenost v řádku (mm), směrodatná odchylka, variační koeficient a minimum a maximum u odrůdy Kosmos (ANOVA, Tukey)

výsevek (MKZ/ha)	Odrůda						
	Kosmos						
	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Variační rozpětí
1.5	151	77.00 c	30.91	40.14	40	159	119
2.5	264	49.81 b	25.76	51.71	21	108	87
3.5	344	31.19 ab	14.11	45.23	11	56	45
4.5	393	23.06 a	10.69	46.34	10	41	31
5.5	597	15.38 a	8.38	54.51	6	29	23
Celkem			29.55	75.21	6	159	153

Tab. 9: Průměrná vzdálenost v řádku (mm), směrodatná odchylka, variační koeficient a minimum a maximum u odrůdy Stabil (ANOVA, Tukey)

výsevek (MKZ/ha)	Odrůda						
	Stabil						
	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Variační rozpětí
1.5	180	71.63 d	30.50	42.58	30	134	104
2.5	246	53.88 c	11.60	21.54	39	82	43
3.5	420	28.06 b	7.81	27.83	16	42	26
4.5	506	20.00 ab	8.75	43.74	8	35	27
5.5	583	7.56 a	3.97	52.44	2	16	14
Celkem			27.95	77.16	2	134	132

Tab. 10: Průměrná vzdálenost v řádku (mm), směrodatná odchylka, variační koeficient a minimum a maximum u odrůdy Zoro (ANOVA, Tukey)

výsevek (MKZ/ha)	Odrůda						
	Zoro						
	počet rostlin na m ² (kusy)	Vzdálenost (mm)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient (%)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Variační rozpětí
1.5	171	67.31 d	20.75	30.83	40	106	66
2.5	248	45.56 c	18.35	40.28	21	92	71
3.5	409	27.06 b	11.38	42.05	11	44	33
4.5	432	23.50 ab	9.01	38.35	11	41	30
5.5	566	11.56 a	6.58	56.93	4	28	24
Celkem			24.06	68.74	4	106	102

Při dalším hodnocení 16.3.2023 byl stanoven počet odnoží na rostlině. Tabulka č. 11 dokládá průměrné hodnoty počtu odnoží (ks/rostlinu) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výsevku. Průměrné hodnoty jsou v rámci odrůdy statisticky průkazné na hladině významnosti 95 % a nejvíce počtu odnoží, jak se předpokládalo je na nejmenších výsevkách. Nejvíce odnoží měla dvouřadá odrůda Ariane a to až 10 odnoží na rostlině.

Odrůda Ariane měla i na výsevku 5,5 MKZ/ha stále hodně odnoží vůči ostatním odrůdám. Je zde vidět, jak dvouřadá odrůdy Ariane a Stabil dokáží vykompenzovat menší výsevek počtem odnoží oproti šestiřadým odrůdám.

Tab. 11: Průměrné hodnoty počtu odnoží (ks/rostlinu) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku v roce 2023. Stanovení rozdílu v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)
1.5	167	10.73 c	151	7.47 c	180	9.47 c	171	7.33 b
2.5	270	8.93 bc	264	7.40 c	246	7.93 bc	248	7.53 b
3.5	397	5.73 a	344	5.80 b	420	7.40 b	409	6.40 b
4.5	471	6.60 ab	393	4.73 b	506	7.33 ab	432	4.13 a
5.5	643	5.93 b	597	3.40 a	583	4.07 a	566	3.80 a
p-value		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000

V tabulce č. 12 jsou zobrazeny průměrné hodnoty počtu odnoží vybraných odrůd v rámci výsevku. Hodnota p-value dokazuje statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % mezi jednotlivými odrůdami, výjimkou je výsevek 2,5 MKZ/ha, který není statisticky průkazný mezi odrůdami a počet odnoží je u všech odrůd podobný.

Tab. 12: Průměrné hodnoty počtu odnoží (ks/rostlinu) vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet odnoží (ks/rostlinu)
Ariane	167	10.73 c	270	8.93 a	397	5.73 a	471	6.60 b	643	5.93 b
Kosmos	151	7.47 ab	264	7.40 a	344	5.80 a	393	4.73 a	597	3.40 a
Stabil	180	9.47 bc	246	7.93 a	420	7.40 b	506	7.33 b	583	4.07 a
Zoro	171	7.33 a	248	7.53 a	409	6.40 ab	432	4.13 a	566	3.80 a
p-value		0.0001		0.1767		0.0235		0.0000		0.0000

Na obrázku č. 2 jsou znázorněny vykopané rostliny. Potvrdila se vyšší produkce odnoží na rostlině na plochách s menším počtem rostlin.



Obr. 2: Stav rostlin 16.3.2023 (foto Chvalová)

V tabulce č. 13 jsou znázorněny průměrné hodnoty hmotnosti suché biomasy u vybraných odrůd. Podle hodnoty p-value jsou hodnoty u odrůd Kosmos, Stabil, Zoro statisticky průkazné mezi výsevkem na hladině významnosti 95 %. U odrůdy Ariane není mezi výsevky statisticky průkazný rozdíl.

Na tabulce č. 13 je vidět nejvíce nadzemní biomasy u odrůdy Zoro na výsevu 1,5 MKZ/ha. Nejmenší hmotnost suché biomasy je u odrůdy Kosmos při výsevu 4,5 a 5,5 MKZ/ha.

Tab. 13: Průměrné hodnoty hmotnosti suché biomasy (g/rostlinu) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevu. Stanovení rozdílů v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)
1.5	167	0.6801 a	151	0.5831 b	180	0.6275 b	171	0.8169 c
2.5	270	0.5506 a	264	0.5736 b	246	0.6405 b	248	0.5973 b
3.5	397	0.4432 a	344	0.7166 b	420	0.491 ab	409	0.5633 ab
4.5	471	0.4903 a	393	0.3119 a	506	0.6147 b	432	0.4541 ab
5.5	643	0.4594 a	597	0.2531 a	583	0.3691 a	566	0.4133 a
p-value		0.0583		0.0000		0.0010		0.0000

Tabulka č. 14 zobrazuje statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % ve výsevku 3,5 až 5,5 MKZ. Liší se tedy hodnota biomasy mezi odrůdami. Ve výsevku 1,5 a 2,5 MKZ/ha nejsou statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami.

Tab. 14: **Průměrné hodnoty hmotnosti suché biomasy (g/rostlinu) u vybraných odrůd ozimého ječmene** v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)	počet rostlin na m ² (kusy)	Hmotnost suché biomasy (g/rostlinu)
Ariane	167	0.6801 a	270	0.5506 a	397	0.4432 a	471	0.4903 bc	643	0.4594 b
Kosmos	151	0.5831 a	264	0.5736 a	344	0.7166 b	393	0.3119 a	597	0.2531 a
Stabil	180	0.6275 a	246	0.6405 a	420	0.491 a	506	0.6147 c	583	0.3691 ab
Zoro	171	0.8169 a	248	0.5973 a	409	0.5633 ab	432	0.4541 b	566	0.4133 b
p-value		0.1093		0.8032		0.0056		0.0000		0.0036

Při dalším hodnocení 7.6.2023 byl hodnocen počet produktivních stébel a počet zrn v klasu. Vyhodnocené hodnoty jsou zobrazené v tabulce č. 15. U všech odrůd jsou statisticky průkazné rozdíly mezi výsevky v rámci odrůdy na hladině významnosti 95 %. Nejvíce produktivních odnoží ve všech výsevkách měla dvouřadá odrůda Ariane. Nejméně produktivních odnoží měla odrůda Kosmos.

V tabulce č. 15 vidíme nejvíce produktivních odnoží u dvouřadá odrůdy Ariane a od výsevku 2,5 MKZ/ha i u šestiřadá odrůdy Zoro. Šestiřadá odrůda Kosmos měla nejméně produktivních odnoží a podobně na tom byla i dvouřadá odrůda Stabil.

Tab. 15: **Průměrné hodnoty počtu produktivních stébel (ks/m²) u vybraných odrůd ozimého ječmene** v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)
1.5	167	1035 bc	151	495 a	180	473 a	171	548 a
2.5	270	981 ab	264	619 bc	246	494 a	248	1021 b
3.5	397	1080 c	344	536 a	420	660 b	409	1104 c
4.5	471	951 a	393	549 ab	506	672 b	432	1287 d
5.5	643	1265 d	597	648 c	583	1024 c	566	1290 d
p-value		0.0000		0.0002		0.0000		0.0000

Tabulka č. 16 znázorňuje hodnoty počtu produktivních stébel a rozdíly mezi odrůdami, kde jsou prokazatelné statisticky průkazné rozdíly.

Tab. 16: **Průměrné hodnoty počtu produktivních stébel (ks/m²) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).**

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet produktivních stébel (ks/m ²)
Ariane	167	1035 b	270	981 c	397	1080 c	471	951 c	643	1265 c
Kosmos	151	495 a	264	619 b	344	536 a	393	549 a	597	648 a
Stabil	180	473 a	246	494 a	420	672 b	506	660 b	583	1024 b
Zoro	171	548 a	248	1021 c	409	1104 c	432	1290 d	566	1287 c
<i>p-value</i>		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000

V tabulce č. 17 jsou zobrazeny průměrné hodnoty počtu zrn v klasu u vybraných odrůd ozimého ječmene. Jsou zde statisticky průkazné rozdíly v rámci odrůdy na hladině významnosti 95 %. U dvouřadých odrůd Ariane a Stabil byly podobné počty zrn v klasu. U šestiřadých odrůd, odrůda Kosmos neprokazovala klesání počtu zrn v klasu se zvyšujícím se výsevkem. Odrůda Zoro prokazovala pokles zrn v klasu od 3,5 MKZ/ha a výš.

Tab. 17: **Průměrné hodnoty počtu zrn v klasu (ks) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).**

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)
1.5	167	25 b	151	52.4 a	180	30.4 b	171	62.2 c
2.5	270	23.8 ab	264	59.8 b	246	29.7 b	248	62.2 c
3.5	397	22.4 ab	344	56.7 ab	420	29 b	409	60.3 c
4.5	471	23.1 ab	393	53.2 a	506	23.3 a	432	41.6 b
5.5	643	21.1 a	597	60.8 b	583	24.2 a	566	30.8 a
<i>p-value</i>		0.0119		0.0000		0.0000		0.0000

Tabulka č. 18 znázorňuje průměrné hodnoty počtu zrn v klasu a rozdíly mezi odrůdami, kde jsou prokazatelné statisticky průkazné rozdíly.

Tab. 18: **Průměrné hodnoty počtu zrn v klasu (ks) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílu mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).**

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)	počet rostlin na m ² (kusy)	Počet zrn v klasu (ks)
Ariane	167	25 a	270	23.8 a	397	22.4 a	471	23.1 a	643	23.1 a
Kosmos	151	52.4 c	264	59.8 c	344	56.7 c	393	53.2 c	597	53.2 c
Stabil	180	30.4 b	246	29.7 b	420	29 b	506	23.3 a	583	23.3 a
Zoro	171	62.2 d	248	62.2 c	409	60.3 c	432	41.6 b	566	41.6 b
<i>p-value</i>		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000

Na obrázku č. 3 je stav rostlin z 28.6.2023. U každé odrůdy jsou vybrány klasy z výsevku 1,5 a 5,5 MKZ/ha.



Obr. 3: Stav rostlin 28.6.2023 (foto Chvalová)

Výsledky ze sklizně porostu k datu 12.7.2023 jsou v tabulce č. 19. V tabulce jsou zobrazeny průměrné hodnoty výnosu u vybraných odrůd na hladině významnosti 95 %. Jsou zde stanovené statisticky průkazné rozdíly u odrůd Kosmos, Stabil a Zoro. Odrůda Ariane byla statisticky neprůkazná ve všech výsevkách. Na tabulce vidíme, jak odrůda Ariane má ve všech výsevkách podobné výnosy. Odrůda Kosmos má nejvyšší výnos ve výsevku 3,5 MKZ/ha. Podobně je na tom i odrůda Zoro. A odrůda Stabil má podobné výnosy ve výsevkách od 2,5 - 4,5 MKZ/ha.

Tab. 19: Průměrné hodnoty výnosu (t/ha) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)
1.5	167	7.08 a	151	6.36 a	180	7.20 a	171	7.08 a
2.5	270	7.07 a	264	8.13 b	246	9.71 b	248	8.26 ab
3.5	397	7.12 a	344	9.52 c	420	9.98 b	409	10.52 c
4.5	471	7.69 a	393	8.06 b	506	9.57 b	432	9.34 bc
5.5	643	6.72 a	597	6.67 a	583	8.15 a	566	8.06 ab
p-value		0.1644		0.0000		0.0000		0.0002

V tabulce č. 20 jsou zobrazené průměrné hodnoty výnosů a stanovuje rozdíly mezi odrůdami. Ve výsevku 1,5 MKZ/ha není statisticky průkazný rozdíl v rámci odrůd na hladině významnosti 95 %. Od výsevku 2,5 MKZ/ha až do 5,5 MKZ/ha jsou statisticky významné rozdíly v rámci odrůd.

Tab. 20: Průměrné hodnoty výnosu (t/ha) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina)
Ariane	167	7.08 a	270	7.07 a	397	7.12 a	471	7.69 a	643	6.72 a
Kosmos	151	6.36 a	264	8.13 a	344	9.52 b	393	8.06 a	597	6.67 a
Stabil	180	7.20 a	246	9.71 b	420	9.98 b	506	9.57 b	583	8.15 b
Zoro	171	7.08 a	248	8.26 a	409	10.52 b	432	9.34 b	566	8.06 b
<i>p-value</i>		0.1985		0.0006		0.0001		0.0013		0.0039

Hmotnost tisíce zrn je zobrazena v tabulce č. 21. V tabulce jsou stanoveny statisticky průkazné rozdíly v rámci odrůdy u odrůdy Ariane, Kosmos a Stabil na hladině významnosti 95 %. Statisticky neprůkazná hmotnost tisíce zrn je u odrůdy Zoro. Nejvyšších hodnot dosahovala dvouřadá odrůda Stabil.

Tab. 21: Průměrné hodnoty hmotnosti tisíce zrn (HTZ, g) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)
1.5	167	43.3 a	151	42.0 a	180	53.4 a	171	48.2 a
2.5	270	44.2 ab	264	47.6 b	246	53.5 ab	248	48.3 a
3.5	397	45.8 ab	344	46.4 b	420	54.0 ab	409	48.4 a
4.5	471	46.3 b	393	45.3 ab	506	55.4 bc	432	48.4 a
5.5	643	46.5 b	597	45.5 ab	583	56.2 c	566	47.0 a
<i>p-value</i>		0.0098		0.0035		0.0019		0.3062

V tabulce č. 22 jsou stanoveny rozdíly průměrných hodnot hmotnosti tisíce zrn mezi odrůdami. Podle hodnoty *p-value* jsou ve všech výsevkách statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami na hladině významnosti 95 %.

Tab. 22: Průměrné hodnoty hmotnosti tisíce zrn (HTZ, g) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)	počet rostlin na m ² (kusy)	HTZ (g)
Ariane	167	55.4 bc	270	46.5 a	397	44.2 a	471	45.8 a	643	43.3 a
Kosmos	151	56.2 c	264	47.6 a	344	46.4 b	393	45.3 a	597	45.5 b
Stabil	180	54.0 ab	246	56.2 b	420	54.0 d	506	53.4 c	583	53.5 c
Zoro	171	53.4 a	248	48.3 a	409	48.4 c	432	48.4 b	566	47.0 b
<i>p-value</i>		0.0046		0.000		0.000		0.000		0.000

V tabulce č 23 jsou mezi objemovou hmotností zobrazeny statisticky významné rozdíly v rámci odrůdy mezi výsevky na hladině významnosti 95 %. Nevyšší objemová hmotnost byla u dvouřadých odrůd Ariane a Stabil. Nejméně pak měla odrůda Kosmos. U šestiřadých odrůd klesala objemová hmotnost od nejvyššího výsevku po nejmenší výsevek. U dvouřadých odrůd to bylo naopak, objemová hmotnost klesala se vzrůstajícím výsevkem.

Tab. 23: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti (kg/hl) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů v rámci odrůdy. (ANOVA, Tukey).

výsevek (MKZ/ha)	odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)
1.5	167	76.65 d	151	70.05 a	180	76.1 b	171	72.58 a
2.5	270	74.58 b	264	72.28 b	246	75.18 a	248	74.15 b
3.5	397	75.25 c	344	72.73 b	420	74.95 a	409	74.13 b
4.5	471	74.85 bc	393	72.78 b	506	76.03 b	432	75.85 c
5.5	643	72.6 a	597	73 b	583	74.75 a	566	74.85 b
p-value		0.0000		0.0006		0.0000		0.0000

Statisticky průkazné rozdíly v objemové hmotnosti jsou i v tabulce č. 24, kde jsou stanoveny rozdíly mezi odrůdami v rámci výsevku na hladině významnosti 95 %.

Tab. 24: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti (kg/hl) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku. Stanovení rozdílů mezi odrůdami. (ANOVA, Tukey).

odrůda	výsevek MKZ/ha									
	1.5		2.5		3.5		4.5		5.5	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)	počet rostlin na m ² (kusy)	Objemová hmotnost (kg/hl)
Ariane	167	76.65 c	270	74.58 b	397	75.25 c	471	74.85 b	643	72.6 a
Kosmos	151	70.05 a	264	72.28 a	344	72.73 a	393	72.78 a	597	73 a
Stabil	180	76.1 c	246	75.18 b	420	74.95 bc	506	76.03 c	583	74.75 b
Zoro	171	72.58 b	248	74.15 b	409	74.13 b	432	75.85 c	566	74.85 b
p-value		0.0000		0.0003		0.0000		0.0000		0.0000

Tabulka č. 25 zobrazuje hodnoty dusíkatých látek v zrně ozimého ječmene. Odrůda Zoro měla nejmenší obsah dusíkatých látek v zrně ve všech výsevkách. Odrůda Stabil měla nejvíce obsahu ve výsevku 1,5 a 4,5 MKZ/ha.

Tab. 25: Hodnoty dusíkatých látek v zrně (%) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výši výsevku.

Výsevek (MKZ/ha)	Odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	N látky (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	N látky (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	N látky (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	N látky (% 100 % sušina)
1.5	167	8.09	151	8.09	180	8.86	171	7.93
2.5	270	8.02	264	8.21	246	8.02	248	7.94
3.5	397	8.19	344	7.93	420	8.11	409	7.93
4.5	471	8.00	393	8.38	506	8.63	432	8.10
5.5	643	8.11	597	7.93	583	8.19	566	7.65

V tabulce č. 26 jsou zobrazeny hodnoty obsahu škrobu v zrně. Nejvíce obsahu škrobu měla odrůda Ariane. Ostatní odrůdy měly hodnoty podobné.

Tab. 26: **Obsah škrobu v zrně (%) u vybraných odrůd ozimého ječmene v závislosti na výšce výsevu.**

Výsevek (MKZ/ha)	Odrůda							
	Ariane		Kosmos		Stabil		Zoro	
	počet rostlin na m ² (kusy)	Škrob (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Škrob (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Škrob (% 100 % sušina)	počet rostlin na m ² (kusy)	Škrob (% 100 % sušina)
1.5	167	56.90	151	55.07	180	53.96	171	55.31
2.5	270	57.29	264	55.17	246	55.55	248	55.72
3.5	397	57.40	344	55.13	420	55.28	409	55.57
4.5	471	57.42	393	54.91	506	54.94	432	55.40
5.5	643	57.20	597	55.48	583	55.13	566	55.70

6. Diskuze

V mém pokusu vedl snižující výsevek k větší pravděpodobnosti zaplevelení ak větším nákladům na ošetřování. Klesal zde i počet klasů na m^2 . S klesajícím výsevkiem stoupal počet odnoží na rostlinu nejvíce u dvouřadých odrůd Ariane a Stabil. Nejvyšší výsevek vedl k nejnižšímu počtu zrn v klasu, což zvyšuje větší propad přes síto, a to hlavně u odrůdy Zoro.

Mnoho studií uvádí, že počet zrn v klasu má pozitivní vliv na výnos zrna. Podle pokusu Neykov & Doneva (2020) pozitivně zareagoval nižší výsevek na délku klasu, počet zrn na klas a na výnos.

V mém pokusu se prokázaly rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. Největšího výnosu bylo dosahováno při výsevcích 2,5 - 4,5 MKZ/ha. Odrůda Ariane měla stále stejný výnos při všech výsevcích. Výsledky potvrdil pokus Petcu et al. (2020), kde byly výrazné rozdíly mezi odrůdami ozimého ječmene v agronomických zásahách. Výnos ječmene se zvýšil snížením výsevku na 350 semen/ m^2 . Podle pokusu Schillinger (2005), kde byly použity výsevky 120, 200, 280 semen na m^2 měl výsevek velmi významný vliv na hustotu porostu, ale neovlivnil výnos zrna. Experiment Conry & Hegarty (2009) prováděný po dobu 5 let testoval vliv čtyř výsevků 100, 150, 200 a 250 kg/ha na výnos zrna a obsah bílkovin. Byly zjištěny významné rozdíly ve výnosu mezi menším a větším výsevkiem. Výsevek 200 kg/ha dosáhl největšího výnosu. Podle polního experimentu pěti hustot výsevu (100, 175, 250, 325 a 400 rostlin na m^2) dle Emam & Moaicd (2000) byl studován výnos zrna ozimého ječmene. Ukázalo se, že u rostlin se zvýšenou hustotou 250 až 400 rostlin na m^2 nedošlo k žádné významné změně výnosu zrna. Do 250 rostlin na m^2 byla rostoucí hustota populace spojena s vyšším výnosem zrna. Vyšší výnos byl spojen s vyšším počtem zrn, a i vyšším počtem klasů na m^2 . Nicméně hustota rostlin nad 250 rostlin na m^2 vedla ke zvýšení počtu klasů na m^2 , ale byla menší velikost klasu tzn. snížení počtu zrn/klas. Proto nejvyšší hustota vedla k nejnižšímu počtu zrn na klas. Zvýšená hustota byla výsledkem většího propadu přes síto. Výsledkem bylo, že optimální hustota výsevku, tj. 250 rostlin na m^2 vede ke zvýšení výnosu. Podle pokusu Äyräväinen & Paatela (1974) měly rostliny větší hmotnost tisíce zrn na menších výsevcích. Hustota porostu neovlivnila počet zrn v klasu. Více stébel a větší výnosy byly vyprodukovány na menších výsevcích.

Snížením výsevku se zlepšila i kvalita zrna. V pokusu Malesevic (1983) klesala hmotnost tisíce zrn s rostoucí hustotou porostu. Podle polního experimentu Khokonova et al. (2018), kde byly výsevky 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 MKZ (miliónů klíčivých zrn) /ha, bylo prokázáno, že s nárůstem výsevku na ha klesá hodnota hmotnosti tisíce zrn. Nejlepší parametry zrna jsou při výsevku 4,5 – 5,0 miliónů klíčivých zrn na hektar. Dvouřadé odrůdy se v tomto pokusu chovaly jinak, než se předpokládalo. Se vzrůstajícím výsevkiem stoupala i hmotnost tisíce zrn. U šestiřadých se neprokázal výrazný rozdíl mezi výsevky v hmotnosti tisíce zrn.

U objemové hmotnosti se objevily výrazné rozdíly mezi dvouřadými odrůdami a šestiřadými odrůdami. U Dvouřadých odrůd objemová hmotnost klesala se zvyšujícím se výsevkiem, zatímco u šestiřadých stoupala.

Obsah dusíkatých látek v zrně byl u odrůdy Ariane a Zoro podobný. Odrůdy Kosmos a Stabil měly velice variabilní výsledky mezi výsevkami. Obsah škrobu v zrně se v rámci výsevků v odrůdě výrazně nelišil. Ale v porovnání odrůd měla nejvíce škrobu odrůda Ariane. Základním faktorem ovlivňující kvalitou zrna ječmene je odrůda. Půdní a klimatické podmínky, průběh počasí, předplodina, hnojení, ošetřování a skladování výrazným způsobem ovlivňují finální vlastnosti sklizeného zrna ječmene (Sachambula & Psota 2014).

V pokusu Högy et al. (2013) bylo zjištěno několik pozitivních a negativních účinků na kvalitu krmných obilnin v podmínkách oteplování. Ječmen na vyšší teploty během období plnění zrna reaguje snížením hmotností tisíce zrn, protože k adaptaci na oteplování dochází na úkor metabolických procesů a akumulace zásobních látek. Se zvyšující teplotou byla zjištěna i vyšší koncentrace bílkovin a tím i vyšší nutriční hodnota. Ječmen byl mnohem citlivější na zvýšenou teplotu než na změny srážek. Výsledky získané z pokusu Jankovic et al. (2011) vykazovaly sníženou kvalitu zrna se zvyšujícím se obsahem dusíku, ale výrazně to zvýšilo výnos.

Aby však bylo možné použít nižší výsevky, je zapotřebí dobře připravené set'ové lůžko a dostatek vláhy v půdě pro rychlé vzejití ječmene. Načasování těchto operací má významný vliv na hmotnost tisíce zrn a povahu zrna k lepšímu (Khokonova et al. 2018). Podle pokusu Honsové (2017) se stoupajícím výsevkem klesalo procento polní vzcházivosti. Výnosy u tří porovnávaných výsevků na ekologické ploše se lišily jen minimálně. Tedy i v ekologickém pěstování lze snížit výsevek na m^2 a nebude to mít negativní vliv na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna. Maximální kvality zrna je dosaženo při fyziologické zralosti zrna. Následně kvalita zrna klesá (Ellis & Filho 1992).

Pokus byl pěstován ve srážkově nadprůměrném roce, proto by bylo vhodné provést další výzkum v suchém roce. Ječmen je ve srovnání s jinými obilninami dobře adaptován na sucha, protože má velmi dobrý kořenový systém (Csajbók et al. 2020). Ale v extrémních suchých podmínkách může docházet k vynucené zralosti a tím se snižuje kvalita zrna. Sucha snižuje výnos zrna, počet odnoží, klasů a zrn na rostlinu a HTZ (Paknijat 2010).

V roce 2020–2021 proběhl pokus Chvalová (2022), zkoumající vliv hustoty porostu/jednotku plochy na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna ozimého ječmene u odrůdy Kosmos. V pokusu byly čtyři výsevky (1,5; 2; 2,5 a 3 MKZ/ha). Doporučený výsevek byl prokázán mezi 2,2 až 2,5 MKZ/ha. Pokus Trhlík (2024) se zaměřoval na šířku řádku a jejich vliv na výnos. Výsledky ukázaly, že rozdíly v širokých řádcích nebyly statisticky průkazné a doporučil nižší výsevek ve výši 2,5 MKZ/ha s roztečí řádků 125 mm.

V zemědělské praxi se začínají objevovat nižší výsevky a část zemědělských podniků pracuje s nižšími výsevkami ozimého ječmene okolo 2,5 MKZ/ha.

7. Závěr

- Byly provedeny pokusy s ozimým ječmenem ve vegetačním roce 2022–2023, kde bylo cílem prokázat vliv rozdílných výsevků v závislosti k odrůdě na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna ozimého ječmene. Do pokusu byly vybrány čtyři odrůdy Ariane, Kosmos, Stabil, Zoro.
- Každá odrůda se porovnávala s pěti výsevky 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 MKZ/ha, kdy se stoupajícím výsevkiem stoupala i hustota porostu, tedy počet rostlin na metr čtverečný. Se stoupajícím výsevkiem klesal počet odnoží na rostlině a tím i vyrovnanost rostlin v řádku. Se stoupajícím výsevkiem stoupal počet produktivních odnoží na m², ale klesal počet zrn v klasu. Na nejvyšším výsevku byly malé a nevyrovnané klasy. Na nižších výsevkách byly rostliny pevnější a vyrovnanější, se silnějšími klasy. Nejvyšší výnos byl na výsevcích od 2,5 - 4,5 MKZ/ha. Se stoupajícím výsevkiem klesala i objemová hmotnost. Odrůda Ariane měla ve všech výsevcích vysoký obsah škrobu a méně dusíkatých látek s porovnáním ostatních odrůd.
- Ječmen je s vysokou odnožovací schopností schopen kompenzovat nižší výsevky. Každá odrůda dokáže vykompenzovat nižší výsevky jinak. Dvouřadá odrůdy oproti šestiřadým mají vysoký počet odnoží na rostlinu, ale nízký počet zrn v klasu. Dvouřadá sladovnická odrůda Ariane dokázala mít stejný výnos ve všech výsevkách a měla vysoký obsah škrobu v zrně, ale větší hustota porostu měla vliv na objemovou hmotnost. Lze tedy říct, že jsou zde rozdíly mezi odrůdami a každá odrůda kompenzuje výnos odlišně.
- Za reálné výsevky k vyzkoušeným odrůdám z hlediska praxe lze považovat pro odrůdu Ariane výsevek 1,5 MKZ, pro odrůdu Kosmos výsevek 2,5 MKZ, pro odrůdu Stabil 2,5 MKZ a u odrůdy Zoro lze za reálný výsevek považovat 3,5 MKZ.

Stanovisko k hypotéze:

Hypotéza se potvrdila a snížení výsevků ozimého ječmene k určité odrůdě nemá negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a vede ke snížení nákladů na pěstební technologii.

8. Literatura

- AHDB. 2022. The main components of yield in barley. Agriculture and Horticulture Development Board. Available from: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/the-main-components-of-yield-in-barley> (accessed Březen 2024).
- Ahmadi SH, Sepaskhah AR, Zarei M. 2020. Modeling winter barley root distribution in flat and raised bed planting systems subject to full, deficit and rainfed irrigation. *Rhizosphere* **16**: 100257.
- Ahmed IM, Nadira UA, Zhang G, Wu F. 2016. Exploration and Utilization of Drought-Tolerant Barley Germplasm. Academic Press: Cambridge, MA, USA 115–152.
- Alam MK, Islam MM, Salahin N, Hasanuzzaman M. 2014. Effect of tillage practices on soil properties and crop productivity in wheat-mungbean-rice cropping system under subtropical climatic conditions. *Sci World J* 1-15.
- Äyräväinen K, Paatela J. 1974. The effect of temperature and growth density on the development and yield of two – and multi-rowed barley varieties. *Agricultural and Food Science*. **46**.
- Badr A, Sch R, Rabey HE, Effgen S, Ibrahim H, Pozzi C, Rohde W, Salamini. 2000. On the Origin and Domestication History of Barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution* **17**:499–510.
- Baik BK, Ullrich SE. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science* **48**:233–242.
- Bartošová L, Hájková L, Trnka M. 2018. Fenologické fáze ječmen setý – ozimý. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. a Český hydrometeorologický ústav. Available from: <https://www.fenofaze.cz/cz/sledovane-druhy/jecmen-sety-ozimy/> (accessed Listopad 2023).
- Brant V, Voršilka T, Procházka P, Chvalová L, Trhlík V, Zábanský P, Kroulík M, Žamboch M. 2023. Vliv výše výsevku ozimého ječmene na výnos zrna. *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vliv-vyse-vysevku-ozimeho-jecmene-na-vynos-zrna> (accessed Duben 2024).
- Brennan RF, Jayasena KW. 2007. Increasing applications of potassium fertiliser to barley crops grown on deficient sandy soils increased grain yields while decreasing some foliar diseases. *Australian Journal of Agricultural Research* **58**:680–689.
- Briggs DE. 1978. *Barley*. Chapman and Hall Ltd. London. ISBN – 13: 978-94009-5717-6.
- Cammarano D, Ceccarelli S, Grando S, Romagosa I, Benbelkacem A, Akar T, Al-Yassin A, Pecchioni N, Francia E, Ronga D. 2019. The impact of climate change on barley yield in the Mediterranean basin. *European Journal of Agronomy* **106**:1 – 11.

Capettini F, Ceccarelli S, Grando S. 2010. Barley production, improvement, and uses. *ResearchGate* **210**:162.

Cass DD, Jensen W. 1970. Fertilization in barley. *American Journal of Botany* **57**:62–70.

Conry MJ, Hegarty A. 2009. Effect of sowing date and seed rate on the grain yield and protein content of winter barley. Published online by Cambridge University Press **118**(3): 279–287.

Csajbók J, Kutasy E, Pepó P. 2020. Photosynthetic and Agronomic Traits of Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties. *Agronomy – Basel* **10**:2.

Černý L. 2014. Možnosti ovlivnění výživného stavu jarního ječmene. Sborník z konference „Technologie sald. Ječmene – ječmen na rozcestí“.

Černý L, Křováček J, Hájek M. 2012. Možnosti ovlivnění kvality sklizeného zrna. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – pokrok v technologii a možnosti trhu“.

Černý L, Vašák J, Křováček J, Hájek M. 2007. Jarní sladovnický ječmen. Kurent, s.r.o., České Budějovice.

ČSN 46 1200-3. 2010. Obiloviny – Část 3: Ječmen. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.

Delogu G, Cattivi L, Pecchioni N, Falcis DD, Maggiore T, Stanca AM. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* **9**:11 – 20.

Doležal S. 2021. LG Zoro – výnosná odrůda s rezistencí proti virózám (BYDV). *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/lg-zoro-vynosna-odruda-s-rezistenci-proti-virozam-bydv> (accessed Prosinec 2023)

Doležal S. 2023. Široký sortiment ozimých ječmenů. *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/siroky-sortiment-ozimych-jecmenu> (accessed Listopad 2023).

Dvořáčková O. 2023. Seznam doporučených odrůd ječmene ozimého 2023. Národní odrůdový úřad ÚKZÚZ. *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/seznam-doporucenych-odrud-jecmene-ozimeho-2023> (accessed Listopad 2023).

eKatalog BPEJ. 2022. VÚMOP, v.v.i.. Available from: <https://bpej.vumop.cz/41100> (accessed Březen 2024).

Ellis RH, Filho CP. 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research* **2**:9–15.

- Emam Y, Moaid GR. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology* **2**:75 - 83.
- Fox GP, Panozzo JF, Li CD, Lance RCM, Inkerman PA, Henry RJ. 2003. Molecular basis of barley quality. *Australian Journal of Agricultural Research* **54**:1081–1101.
- Fusuo Z, Junfang N, Weifeng Z, Xinping C, Čchun-t'ien L, Lixing Y, Jianchang X. 2010. Potassium nutrition of crops under varied regimes of nitrogen supply. *Springer Link* **335**:21-34.
- Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM, Toulmin C. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* **327**:812-818.
- Hashash EF, El-Absy KM. 2019. Barley (*Hordeum vulgare* L.) 1–45 in Al-Khayri JM, Jain SM, Johnson DV, editors. *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*. Springer, Cham.
- Honsová H. 2017. Porovnání výsevků jarního ječmene při ekologickém pěstování. Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“.
- Horsley RD, Franckowiak JD, Schwarz PB. 2009. Barley. Pages 227–250 in Carena MJ, editors. *Cereals. Handbook of Plant Breeding*, Springer, New York.
- Högy P, Poll C, Marhan S, Kandler E, Fangmeier A. 2013. Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley. *Food Chemistry* **136**:1470–1477.
- Hrudová E. 2011. *Abionozologie pro rostlinolékaře. Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství*.
- Hřivna L, Richter R, Ryant P. 2013. Vztah mezi obsahem živin v sušině rostlin ječmene, výnosem a obsahem N-látek v zru. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – intenzita a kvalita“.
- Hubík K, Mareček J. 2002. *Kvalita ječmene*. Profi Press. Úroda. Available from: <https://uroda.cz/kvalita-jecmene/> (accessed Únor 2024).
- Christen O, Sieling K. 1993. The effect of Different preceding on the development, growth and yield of winter barley. *Journal of agronomy and crop science-zeitschrift fur acker und pflanzeunbau* **171**: 114–123.
- Chvalová L. 2022. *Vliv výše výsevku na kvantitativní a kvalitativní parametry zrna ozimého ječmene [BSc. Thesis]*. Czech University of Life Sciences Prague, Prague.

- Iqbal M, Hassan AU, Ali A, Rizwanullah. 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology* **1**: 54–57.
- Jankovic S, Glamočlija D, Maletic R, Rakic S, Hristov N, Inkanovic J. 2011. Effects of nitrogen fertilization on yield and grain quality in malting barley. *African Journal of Biotechnology* **10**: 84.
- Khan FUH, Tahir AR, Yule IJ. 2001. Intrinsic implication of different tillage practices on soil penetration resistance and crop growth. *International Journal of Agriculture and Biology* **1**: 23–26.
- Khokonova MB, Adzhieva AA, Kahukoev MV, Karashaeva AS. 2018. Optimization of barley cultivation technology, ensuring the improvement of grain quality for brewing. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* **10**:1688 – 1690.
- Khurshid K, Iqbal M, Arif MS, Nawaz A. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *Int J Agric Biol* **8**: 593–596.
- Kirby EJM. 1967. The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *The Journal of Agricultural Science* **68**: 317–324.
- Koprna R, Petrásek J, Spíchal L. 2017. Nové možnosti optimalizace počtu odnoží a zvýšení výnosové jistoty u obilnin. *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/nove-moznosti-optimalizace-poctu-odnozi-a-zvyseni-vynosove-jistoty-u-obilnin> (accessed Březen 2024).
- Křen J, Miša P. 2012. Metodika pro tvorbu odrůdové skladby obilnin. Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně. Agrotest fyto, s.r.o. Brno. Kroměříž.
- Kumari SG, Makkouk KM, Najjar A. 2023. Chapter – Barley. *Viral Diseases of Field and Horticultural Crops*. Academic Press 55–61.
- Kunzová E. 2010. Výživa rostlin a hnojení draslíkem. Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Lal R. 1993. Tillage effects on soil degradation soil resilience, soil quality, and sustainability. *Soil and Tillage Research* **27**: 1–8.
- Langridge P. 2018. Economic and Academic Importance of Barley. In Stein N, Muehlbauer G, editors. *The Barley Genome*. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham.
- Lauringson E, Kuill T, Talagre L, Vipper H, Metspalu L, Mitt S. 2000. The effect of agrotechnical methods on weed seedbank. In: *Transaction of the Estonian Agricultural University, Agronomy* **209**:100–102.

- Macky DR, Roelfs AP. 2007. The Effect of Stand Density on the Development of *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici* in Barley. *The American Phytopathological Society* **84**: 29–34.
- Makowski N. 1970. Relations between stand density, number of grains per ear, thousand-grain weight and yield of barley. *Digital Library* **14**: 883-90.
- Malesevic M. 1983. Effect of stand density and nitrogen dose on grain yield of winter feeding barley. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* **44**: 445–453.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2. edition Academic Press, Londýn. 672 s.
- Mařík P, Prášil T, Prášilová P, Hořčíčka P. 2012. Metodika polně-laboratorního testu mrazuvzdornosti adaptovaná pro potřeby odrůdového zkušebnictví s použitím mrazících pultů Ecold EL 51 LT. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha.
- Millington WA, Misiewicz PA, Dickin ET, White DR, Godwin RJ. 2016. An investigation into the effect of soil compaction and tillage on plant growth and yield of winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. Nieves Road.
- Neykov N, Doneva S. 2020. Agronomic and qualitative-technological traits of two-row winter barley cultivars. *Bulgarian journal of agricultural science* **26**: 1198–1202.
- Noworolnik K. 2010. Effect of sowing rate on yields and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish Journal of Agronomy* **3**:20 – 23.
- Oseva pro. 2023. Katalog odrůd – podzim 2023. Oseva pro s.r.o., Praha. Available from: <https://www.oseva.cz/new/?p=katalog&g=podzim> (accessed Prosinec 2023).
- Paknijat H. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *Journal of Applied Sciences* **2**:151–156.
- Pařízek P, Jurečka D. 1995. Přehled odrůd jarního ječmene, PAX AGRIS Brno 23.
- Petcu E, Vasilescu L, Ion V, 2020. Genotype, seed rate and climate condition influence on winter barley agronomic performances. *Agrolife scientific journal* **8**: 219-225.
- Photiades I, Hajichristodoulou A. 1984. Sowing date, sowing depth, seed rate and row spacing of wheat and barley under dryland conditions. *Field Crops Research*. ScienceDirect **9**: 151–162.
- Rashidi M, Keshavarzpour F. 2007. Effect of different tillage methods on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Rural Development* **2**: 274–277.
- Teksl M. 1996. *Pěstování rostlin I. učebnice pro střední zemědělské školy*. Credit, Praha.
- Trhlík V. 2024. Vliv šířky řádku a výsevu na produkční parametry porostů ozimého ječmene [BSc. Thesis]. *Czech University of Life Sciences Prague, Prague*.

Tvarůžek L, Vyšohlíková M, Spáčilová V, Horáčková S, Bílovský J. 2010. Volba správného termínu ošetření ozimých obilnin fungicidy na příkladu ječmene ozimého. *Obilnářské listy* **4**:117.

Sachambula L, Psota V. 2014. Quality of Winter Barley Grain from the Testing Localities in the Czech Republic, Harvest. *Kvasný průmysl* **64**: 94 – 98.

Schillinger WF. 2005. Tillage Method and Sowing Rate Relations for Dryland Spring Wheat, Barley, and Oat. *Crop Science* **45**: 2636–2643.

Sláma T. 2019. Braňte se poléhání a poškození klasu. YARA Agri Czech Republic s.r.o. Available from: <https://www.yaraagri.cz/novinky-a-akce/novinky/2019-04-gramitrel-sucho-4/> (accessed Říjen 2023).

Soufflet agro a.s. 2023. Katalog osiv – Podzim 2023. Soufflet – agro, Prostějov. Available from: https://www.soufflet-agro.cz/media/filer_public/8b/1d/8b1d17aa-4844-45eb-bcbc-5798b116928e/cz_katalog_podzim_2023_03.pdf (accessed Prosinec 2023).

Straňák A. 2002. Kvalita ječmene. Profi Press – Úroda. Available from: <https://uroda.cz/kvalita-jecmene/> (accessed Březen 2024).

Striegl M, Žídková D. 1993. Základy pěstování krmného ječmene. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR v Praze. Praha.

Špunar J. 2001. Ozimý ječmen a jeho perspektiva. Profi Press – Úroda. Available from: <https://uroda.cz/ozimy-jecmen-a-jeho-perspektiva/> (accessed Listopad 2023).

Štěrbá Z. 2009. Výživa obilnin dusíkem. Profi Press – Zemědělec. Available from: <https://zemedelec.cz/vyziva-obilnin-dusikem/> (accessed Únor 2024).

ÚKZÚZ. 2015. Seznam doporučených odrůd 2015. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a komise pro Seznam doporučených odrůd ječmene. Available from: https://eagri.cz/public/web/file/398907/Jecmen_ozimy_2015.pdf (accessed Březen 2024).

ÚKZÚZ. 2023. Seznam doporučených odrůd 2023 - Ječmen ozimý. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a komise pro seznam doporučených odrůd ječmene. Available from: https://eagri.cz/public/portal/-q417751---4dEtK7yl/jecmen-ozimy?_linka=a308849 (accessed Březen 2024).

Walters DR, Avrova A, Bingham IJ. 2012. Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach. *Eur J Plant Pathol* **133**: 33–73.

Woźniak A. 2020. Effect of various systems of tillage on winter barley yield, weed infestation and soil properties. *Applied ecology and environmental research* **18**:3483-3496.

Zadeh HMI, Mahmoodi TM, Khaliliaqdam N. 2014. Effect of different harvesting times on the seed quality of barley cultivars. *Journal of Biological Sciences* **8**:532-53.