

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

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

Bakalářská práce

Autor práce: Lenka Chvalová

Studijní program: Rostlinná produkce

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

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv výše výsevku na kvantitativní a kvalitativní parametry zrna ozimého ječmene" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2022

Lenka Chvalová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské 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.

Také bych chtěla poděkovat agronomovi Ing. Tomášovi Voršilkovi a zaměstnancům ZD Příchovice za umožnění založení pokusu a pomoci při jeho realizaci.

Vliv výše výsevku na kvantitativní a kvalitativní parametry zrna ozimého ječmene

Souhrn

Ječmen ozimý patří k nejrozšířenější obilnině v ČR a výnos zrna se blíží k výnosům pšenice. Ječmen je plodinou méně náročnou na intenzitu pěstování, než je tomu u pšenice nebo jarního ječmene. Má silně vyvinutý kořenový systém a ve srovnání s jarním ječmenem snáze odolává klimatickým změnám. Patří k plodinám méně náročným na výživu, a proto se pěstuje s minimálními vklady. Z důvodu dřívější sklizně je vhodný jako předplodina pro ozimou řepku a tím přispívá k lepšímu rozložení ekonomiky při sklizni.

Tématem této bakalářské práce je ověření, zda se nižší počet rostlin na jednotku plochy neodrazí v kvalitě a výši produkce zrna a zda tato optimalizace výsevku povede ke snížení nákladů v celé jeho pěstební technologii.

V roce 2020 byly rámci mé bakalářské práce provedeny pokusy na pozemcích ZD Příchovice. Byly založeny 4 pokusné plochy s rozdílnými výsevky ozimého ječmene odrůdy Kosmos. Velikost jednotlivých pokusných ploch byla 18 x 400 m. Výsevky byly 1,5; 2; 2,5 a 3 miliony klíčivých zrn na ha.

Při sklizni pokusných políček byly zaznamenány následující postřehy. Nejvyšší výnos zrna ozimého ječmene byl na nejmenším výsevku (1,5 milionu rostlin na ha) 8,39 t/ha. U porostů s vyššími výsevky se výnosy pohybovaly na hranici 7 t zrna na ha. Výsledky potvrzují předem stanovené předpoklady, že nižší počet rostlin je spojen s pozitivním nárůstem HTZ a s počtem zrn v klasu. Z hlediska kvality zrna je nejvyšší obsah škrobu u výsevku 2,1 milion rostlin na ha.

Z pokusů vyplývá, že reálný výsevek 2,2 až 2,5 MKZ/ha je optimální. To znamená, že snížení výsevku nebude mít negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a povede ke snížení nákladů na pěstební technologii. Pokud výsevek klesne pod optimální hranici (2,2 MKZ/ha), může to zvýšit pravděpodobnost zaplevelení a tím náklady na ošetřování. Zároveň však bude klesat počet klasů na m², což v suchém roce může mít za následek snížení výnosů. Naopak nejvyšší výsevek povede k nejnižšímu počtu zrn v klasu, zvýšení většího propadu přes síto a také zvýšení počtu společně rostoucích rostlin vedle sebe na ha.

Klíčová slova: ječmen, výsevek, kvalitativní parametry

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

Summary

Winter barley is one of the most widespread cereals in the Czech Republic, and grain yield is close to wheat yield. It is less difficult at intensive cultivation than wheat or spring barley. Winter barley has a strongly developed root system and it is also more resistant to climate change in comparison to spring barley. It is considered as one of the less nutritious crops, which is why winter barley is grown with minimal maintenance and protection. Due to the earlier harvest, it is suitable as a pre-crop to winter rape and thus contributes to a better distribution of the harvest economy.

The topic of this bachelor thesis is to verify whether the lower number of plants per unit area is not reflected in the quality and amount of grain production and whether this optimization of sowing will lead to cost reduction in its entire growing technology.

In 2020, 4 experimental plots with different sowings of winter barley of the Kosmos variety were established on the lands of ZD Přichovice. The size of the individual experimental plots was 18 x 400 m. The seedlings were 1.5; 2; 2.5 and 3 million germinating grains per ha.

The following observations were made during the harvest of the experimental fields. The highest grain yield of winter barley was at the smallest sowing (1.4 million plants per ha) 8.39 t/ha. For stands with higher sowings, yields were around 7 tons of grain per ha. The results confirm the predetermined assumptions that a lower number of plants is associated with a positive increase in HTZ and with the number of grains in the spike. The highest content of starch is in sowing of 2.1 million plants per ha.

Experiments show that a real sowing rate of 2.2 to 2.5 MKZ/ha is optimal and that sowing reduction does not have a negative effect on grain quality and production. At the same time the sowing reduction optimises the cost of growing technology. If the sowing rate falls below the optimal limit (2.2 MKZ / ha), it may increase the probability of weeding and thus the cost of treatment. At the same time, however, the number of ears per m² will decrease, which in a dry year may result in lower yields. On the contrary, the highest sowing will lead to the lowest number of grains in the cob, an increase in the greater fall through the net and also an increase in the number of co-growing plants side by side per ha.

Keywords: barley, sowing, qualitative parameters

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce.....	9
3. Literární rešerše	9
3.1. Hospodářský význam ječmene ozimého.....	9
3.2. Biologické vlastnosti ozimého ječmene.....	10
3.3. Růst a vývoj ozimého ječmene	11
3.3.1. Klíčení a vzházení BBCH 00 - 10	11
3.3.2. Odnožování BBCH 21 – 29.....	12
3.3.3. Sloupkování BBCH 30 – 39	12
3.3.4. Metání a kvetení BBCH 51 – 69	13
3.3.5. Tvorba zrna a zrání BBCH 71 - 91	14
3.4. Technologie pěstování ozimého ječmene	14
3.4.1. Zařazení v osevním postupu.....	14
3.4.2. Nároky na klima a půdu	15
3.4.3. Výběr odrůdy.....	15
3.4.4. Založení porostu	16
3.4.4.1. Zpracování půdy	16
3.4.4.2. Setí	16
3.4.5. Výživa a hnojení.....	17
3.4.5.1. Fosfor, draslík	17
3.4.5.2. Síra	17
3.4.5.3. Dusík.....	18
3.4.5.4. Vliv výživy rostlin na zdravotní stav ječmene.....	19
3.4.6. Ošetření porostů během vegetace	19
3.4.7. Sklizeň a posklizňová úprava	21
3.5. Kvalitativní ukazatele ječmene ozimého	21
3.5.1. Kvalita ječmene	21
3.5.2. Hodnocení kvality zrna.....	22
3.5.3. Jakostní ukazatele krmného ječmene	23
3.5.3.1. Vlhkost.....	23
3.5.3.2. Obsah příměsí	23
3.5.3.3. Obsah nečistot.....	23
3.5.4. Obsah látek v zrně	23
3.5.5. Vliv technologie pěstování na kvalitativní ukazatele	24

3.6. Kvantitativní ukazatele ječmene ozimého	24
3.6.1. Výnosy ječmene ozimého	24
3.6.2. Hustota porostu.....	25
3.6.3. Počet zrn v klasu.....	26
3.6.4. Hmotnost tisíce semen.....	27
3.6.5. Vliv výsevku na kvantitativní ukazatele	28
4. Metodika.....	29
4.1. Charakteristika pokusného stanoviště.....	29
4.2. Klimatické podmínky v průběhu vegetačního roku 2020 – 2021	29
4.3. Metodika pokusu.....	31
4.3.1. Založení pokusu	31
4.3.2. Použité přípravky při vegetaci.....	31
4.3.3. Hodnocení porostu	31
5. Výsledky.....	33
6. Diskuze	37
7. Závěr	39
8. Seznam použité literatury	40

1. Úvod

Ječmen ozimý je třetí nejrozšířenější obilovinou v ČR, výnosem zrna se řadí na 2. místo po ozimé pšenici (Capettini et al. 2010). Ječmen je spolu s pšenicí druhá nejstarší obilovina. Původ ječmene je z Asie, a to z oblasti úrodného púlměsíce. Už od středověku jsou pěstované jak víceřadé, tak i dvouřadé ječmeny (Zimolka 2006). Ječmen ozimý umožňuje rozložení ekonomické náročnosti při sklizni z důvodu dřívější sklizně, a i vhodnost v osevních postupech jako předplodinu pro ozimou řepku. Brzká sklizeň ječmene ozimého vede ke snížení nákladů na skladování zásob z předchozí sklizně a poskytuje první sklizeň zrna určenou pro krmné směsi. Ozimý ječmen je často využíván jen ke krmným účelům v rámci podniku, proto přímo nevstupuje na trh, a to vede k opomíjení ekonomiky pěstování. Jednou z cest snížení nákladů na pěstování ozimého ječmene je optimalizace výsevku. Tedy snížení počtu semen na jednotku plochy při konstantní výši výsevku na oseté ploše, které přináší úspory na ceně osiva na osevní plochy, snížení nákladů na transport, a i vyšší plošný výkon secích strojů. Při vhodné volbě odrůdy ječmene ozimého, ho lze zařadit do všech pěstitelských podmínek ČR. Ječmen ozimý je plodinou z menší náročnosti na intenzitu pěstování, než je to u pšenice ozimé nebo ječmene sladovnického (Pařízek & Jurečka 1995).

Další možností ke snížení nákladů je variabilní setí, které u ozimého ječmene bude pravděpodobně odpovídat modelu vzcházejícího z parametrů, že na „úrodnějších“ částech pozemku budu vysévat méně, z důvodu lepší vzcházivosti a potenciálu ke tvorbě odnoží, snížení rizika polehání v důsledku silnějších odnoží, menší konkurence mezi rostlinami apod. A na „horších“ bude výsevek zvýšen, aby bylo zajištěno požadované množství rostlin při působení stresových faktorů pro nižší vzcházivost, nižší odnožování apod. Když by bylo ponechaný výsevek na střední hodnotě nedošlo by ke snížení úsporám osiva, ale bude to ředěno průměrně vyšším výnosem z pozemku. Tento model je vhodnější pro plodiny s nižší intenzitou vstupů během vegetace. Zajímavou cestu představuje kombinace obou výše uvedených řešení.

Dalšími možnostmi vedoucími ke snižování výsevku je pěstování ozimého ječmene v širších řádcích, kde je samozřejmě nutné výsevek snížit za účelem vnitrodruhové konkurence. Navyšování rozteče řádků u ozimého ječmene je spojeno s technologií pro suché oblasti, pro postupy využívající meziřádkovou kultivaci a pro systémy pěstování ječmene s pomocnou plodinou. Technologie pěstování ječmene v širších řádcích zároveň otevírá možnost k cílenému hnojení. Z hlediska budoucího vývoje zemědělské politiky lze část krmných plodin zařadit do skupiny s nižší intenzitou vstupů na jednotku plochy a zajistilo by to udržení intenzity tržních komodit jako je pšenice, řepka apod. Cílené hnojení vede ke snížení spotřeby hnojiv a cílená mechanická kultivace porostů snižuje použití herbicidů.

U ječmene a dalších obilnin je důležité docílit optimální hustoty porostu. Nižší počet rostlin na jednotku plochy jsou obilniny schopné vykompenzovat vyšším odnožením, ale jen do určité míry. Pro kvalitní založení porostu má právě důležitou roli výše výsevku (Honsová 2017).

2. Cíl práce

Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat vztah mezi výši výsevku ozimého ječmene a kvantitativními a kvalitativními parametry zrna. Cílem experimentální části bakalářské práce je prokázat vliv rozdílné struktury porosty dané počtem rostlin na jednotku plochy na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna.

Hypotéza: Snížení výsevku ozimého ječmene 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

Již od období středověku se dvouřadý jarní ječmen využíval spíše v pivovarnictví a víceřadý ozimý ječmen, který je výnosnější než jarní, na krmné účely. V dnešní době je ječmen využíván ze 70 % jako velmi kvalitní krmivo pro monogastrická zvířata (Zimolka 2006). Ozimý ječmen je pro pěstitele atraktivní zejména pro svůj vysoký výnosový potenciál ve srovnání s jarními typy (Capettini et al. 2010). Ve světové produkci se využívá ve velmi malé míře i jako sladovnický, v ČR sladovnický ozimý ječmen nepěstujeme, ale je ve fázi zkoušení jeho pěstování a výzkumu kvality zrna. Při pěstování ječmene ozimého na slad se nedosáhne tak kvalitního zrna jako u ječmene jarního (Špunar 2001). Přesto bylo dosaženo velkých zlepšení. Nedávno uvedené německé kultivary ozimého ječmene vykazují, dobrou odolnost proti chorobám a slibnou sladovnickou kvalitou. Z toho lze tedy očekávat že ječmen ozimý zcela nahradí jarní ječmen, a to z důvodu jeho odolnosti vůči stresu a většího výnosového potenciálu (Capettini et al. 2010). Proto rovněž z pohledu krmivářského využití ječmene se intenzivně hledají jakostní ukazatele a vhodné technologie pěstování krmného ječmene odpovídající specifickým požadavkům, odlišných od sladovnického ječmene (Zimolka 2006).

S rostoucím celosvětovým zájmem o zdravou cereální lidskou výživu se zvyšuje poptávka i po potravinářském ječmeni. Jedná se především o hypocholesterolemický účinek ječmene, kde hraje významnou roli obsah Beta-glukanů, podíl vlákniny a obsah antioxidantů (Zimolka 2006). V dnešní době je velmi rozšířený ječmen jako potravinu – „zelený mladý ječmen“. Prodává se ve formě prášku nebo v tabletách. V tak mladé formě má ječmen protizánětlivé účinky, vyživuje pleť a srovnává hladinu cukru v krvi (Žamboch et al. 2021).

Rovněž se zvyšuje potřeba ječmene jako surovina pro průmyslové využití k výrobě lihu, škrobu, kosmetických a farmaceutických přípravků (Zimolka 2006).

Ječmen má a bude mít v budoucnosti mnoho využití jak při tvorbě GMO, nebo jako další možné využití v medicíně nebo při tvorbě nových odrůd obilovin. Proto si zaslouží pozornost v dalším hospodářském využití a při hledání odpovídajících technologických postupů (Zimolka 2006).

3.2. Biologické vlastnosti ozimého ječmene

U ozimého typu ječmene se vyskytují hlavně šestiřadé a čtyřřadé typy. Šestiřadé typy tvoří klas se šesti podélnými řadami obilek, rozmístěné kolem klasového vřetenu stejnoměrně v podobě šestičlenného přeslenu. Čtyřřadé typy tvoří řidší klas taky se šesti řadami. Střední řada obilek je těsně přilehlá k vřetenu a dvě řady postranních obilek se částečně překrývají. Při pohledu půdorysně se jeví klas jako čtyřřadý. Do tohoto typu patří většina kultivarů ozimého ječmene (Špunar 2001). V menší míře se vyskytující dvouřadé typy ječmenů se liší od ostatních postranními klásky na klasovém vřeténku, které jsou neplodné, plně vyvinuty má jen prostřední klásky. Většinou jsou to varianty s odrůdami jarního ječmene (Striegl & Žídková 1993).

Z našich obilovin 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 nepříznivě ovlivnit růstové i produkční procesy (Paknijat 2010). Kořeny ječmene sahají do hloubky až 1,4 m. Do konce vegetace zůstávají aktivní kořeny v hloubce 3 – 5 mm (Zimolka 2006). Hloubka zakořenění závisí hlavně na půdních vlastnostech, utužení ornice a podorničí (Brant 2021). Hmotnost sušiny kořenů u ozimého ječmene je 90 %, pro porovnání má jarní ječmen je 70 – 80 % hmotnosti sušiny kořenů (Zimolka 2006). Tvorba kořenů je zásadně ovlivněna půdní vláhou, živinami, a i organizací porostu např. hustotou porostu (Noworolnik 2010). Kořeny rostlin rostou nejlépe při 14 – 18 °C. Vyšší kyselost půdy i vyšší koncentrace oxidu uhličitého v půdě růst kořenů a následně i rostlin omezuje. Proto porosty ozimého ječmene bývají na kyselých půdách zjara žluté, případně prořídle, což se často neprávem přisuzuje vymrzání. Nejvíce kořenů mají rostliny obvykle v době sloupkování až metání. Později jich část odumírá. Tyto okolnosti je třeba respektovat jak v agrotechnice, tak i při zařazování v osevním postupu i při hnojení (Striegl & Žídková 1993).

Stéblo ječmene tvoří 4 – 8 článků oddělených kolénky a dosahuje výšky 0,8 – 1,3 m (Bartošová et al. 2018). Anatomická stavba stébla je do značné míry ovlivněna odrůdou, hnojením a vláhou. Ječmen jako jiné obiloviny tvoří z podzemního uzlu boční větve neboli odnože. V praxi se pohybuje okolo 2 – 5 plodných odnoží na rostlině (Zimolka 2006).

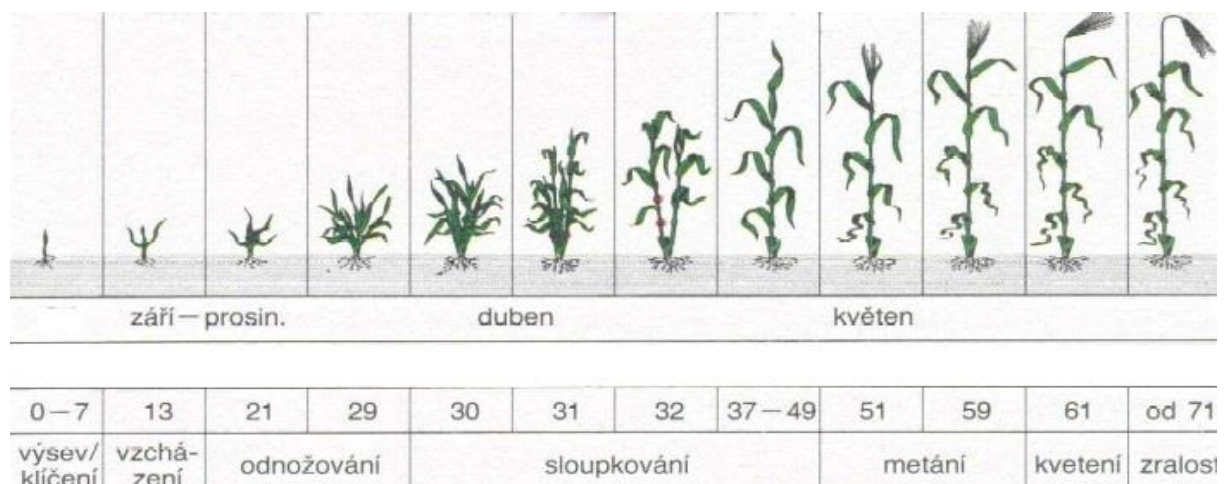
Ječmen má listy pravotočivé, které jsou umístěny nad sebou ve dvou řadách. Ječmen se liší od ostatních obilovin blanitým jazýčkem na konci pochvy, který přechází do téměř rovných a dlouhých oušek, které se vzájemně překrývají (Bartošová et al. 2018). Tímto znakem odlišíme ječmen od ostatních obilovin ještě před vytvořením klasu nebo laty (Zimolka 2006).

Květenství ječmene je složený nerozvětvený klas, rozdělený na jednotlivé tři klásky, jejichž plodnost určuje řadovost ječmene (Bartošová et al. 2018). Plevy vybíhají do osin, existují ale odrůdy i bez osin. Některé odrůdy ječmene mají v různých odstínech zbarvený špičky osin modrofialovým antokyanem. Zrno ječmene je složeno ze tří částí: obalů, endospermu a zárodku. Zbarvení je většinou v naší oblasti světle žluté (Zimolka 2006).

3.3. Růst a vývoj ozimého ječmene

Zahrnuje období od nabobtnání a vyklíčení obilky až po vytvoření nové obilky. Za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty spolu s kvalitativními změnami vedoucí k vytvoření zrna. Pro praktické využití vývoje obilnin rozlišujeme základní období na vegetativní (klíčení, vzcházení, odnožování) a generativní (sloupkování, metání, tvorba zrna, zrání). K vegetativního růstu jsou zapotřebí vegetační faktory jako jsou živiny, voda a vzduch, přičemž rostliny ke svému růstu potřebují alespoň jejich minimální množství. K růstu generativních orgánů jsou zapotřebí tepelné a světelné faktory, v určité výši délka světelného dne v konkrétním časovém rozsahu (Zimolka 2006).

Aktuální stav rostliny v porostu v uvedených základních obdobích lze definovat pomocí fází růstu, podle fenologické stupnice obilovin. Stupnice fenologických fází se používají pro stanovení přesných termínů aplikace hnojiv a postřiků k ochraně rostlin. U nás nejpoužívanější a nejstarší je makrofenologická stupnice Feekesova, která zahrnuje 11 fází (viz obr. č. 1). Mezinárodně používaná stupnice se označuje zkratkou BBCH a dvojciferným číslem od 00 do 99 (Bartošová et al. 2018).



Obrázek č.1: Ukázka makrofenologické stupnice ječmene ozimého (Richter 2005)

3.3.1. Klíčení a vzcházení BBCH 00 - 10

Pro vyklíčení obilky potřebujeme vláhu ve výši více než 60 % hmotnosti obilky. Doba potřebná k nabobtnání obilky je různá, závisí na odrůdě, podílu obalů zrna, velikosti obilky a podmínkách prostředí jako jsou teplota a vlhkost. V příznivých podmínkách nabobtná do 24 hodin, za sucha je to později. To má vliv i na další fáze růstu a projeví se to i na tvorbě výnosu a kvalitě zrna. (Zimolka 2006). Pro zabezpečení dostatku vzduchu je důležité volit optimální hloubku setí, hlavně na utužených půdách a přiměřenou vyzrálост půdy, abychom osivo nezamazali (Brant 2021). Při klíčení z nabobtnalé obilky vyrůstají z klíčku nejprve zárodečné kořínky a brzy na to i vzrostlý vrchol (Striegl & Žídková 1993). Minimální teplota klíčení ječmene je 1 – 2 °C, optimální teplota je 15 °C, obvyklá doba pro vzejití je u ozimého ječmene 8 - 14 dnů. Klíčení je ovlivňováno i přítomností chemických látek v půdě např. větší koncentrací živin z průmyslových hnojiv na souvratích nebo použitím některých mořidel (Zimolka 2006).

Jednotlivá rostlina vzchází, jakmile nad povrch půdy pronikne hrot její zárodečné pochvy (Bartošová et al. 2018). Rychlost vzcházení listů ječmene se mění s datem výsevu a teplotou. Faktory ovlivňující rychlost vzcházení listů jsou síla půdy, výživa dusíkem a hloubkou setí (Kirby 1995). Poslední jmenovaná hloubka setí má na vzcháživost bezprostřední vliv. Při dostatku vláhy vzejde při mělkém setí více rostlin nežli při hlubším setí, avšak za sucha tomu bývá naopak (Striegl & Žídková 1993). Období klíčení a vzcházení je prvním kritickým obdobím výnosového procesu, kdy se rozhoduje o konečném počtu rostlin na jednotce plochy. Je tedy velmi důležité, aby klíčení a vzcházení bylo rovnoměrné a pokud možno v nejkratší době, neboť je prokázán negativní vliv mezi délkou doby vzcházení a počtem vzešlých rostlin (Zimolka 2006).

3.3.2. *Odnožování BBCH 21 – 29*

Po vzejití rostlin a objevení prvních listů se objevují na povrchu další listy, to se považuje za základ příští odnože (Mirschel et al. 2005). Tvorba odnoží je však podmíněna výživou fosforem, a hlavně inhibicí listů. Oblast zakládání odnoží je odnožovací uzel, jehož hloubka je závislá na hloubce setí a má vliv i na odolnost vymrzání ozimého ječmene. Tvorba odnoží trvá po celé období růstu. Je žádoucí, aby tvorba odnoží byla vyrovnaná, aby nedošlo k nižšímu podílu předního zrna a většího počtu zelených zrn (Zimolka 2006). Průběh odnožování může ovlivnit i nevhodná dávka nebo nevhodná aplikace dusíkatých hnojiv (Striegl & Žídková 1993). Opožděné či dodatečně vytvořené odnože jsou rovněž intenzivněji napadány houbovými chorobami (Zimolka 2006). Nejvyšší počet odnoží se tvoří u rostlin v porostech, které byly pohnojeny před setím anebo na počátku odnožování. Naopak porušení rovnováhy obsahu živin v půdě, například nedostatek dusíku a přebytek draslíku, tvorbu odnoží snižuje. Řidší setba vede k větší tvorbě odnoží (Striegl & Žídková 1993). Dodatečná tvorba odnoží je hlavně u polehlých porostů či nástupu vlhkého počasí ve fázi sloupkování po dlouhodobém suchu. V praxi se dodatečná tvorba odnoží nazývá podrůstání a velmi náchylné jsou ranější odrůdy (Zimolka 2006).

3.3.3. *Sloupkování BBCH 30 – 39*

Z odnoží, do nichž rostlina soustřeďuje výživu, se tvoří základy květenství, stébla se prodlužují, tvoří se na nich hmatatelná kolénka a stávají se z nich plodná stébla. Rostlina přechází do generativního období sloupkování (Striegl & Žídková 1993). Celkový počet kolének odpovídá celkovému počtu listů (Bartošová et al. 2018). Postupně založená plodná stébla se postupně vyrovnávají s hlavním stéblem. Na ostatních odnožích se klasy nerozvíjejí jsou to tedy neplodná stébla. Přítomnost neplodných odnoží není na škodu, protože v době tvorby zrna účinně zvětšují asimilační plochu rostlin a napomáhají rozvoji plodných stébel (Striegl & Žídková 1993). Naopak při vyšších přírůstkách neproduktivních odnoží neprospívají výši produkce zrna ani jeho kvalitě (Zimolka 2006). V závěru vegetace odumírají. Čím vyšší stupeň agrotechniky, tím více se produktivní odnožování přibližuje odnožování celkovému (Striegl & Žídková 1993). Jedná se o období nejnáročnější na zásobení vegetačními faktory – vlaha, teplota, živiny (Mirschel et al. 2005). Přechod z odnožování do sloupkování je však vázán na určité podmínky vnějšího prostředí (Striegl & Žídková 1993).

Prvním faktorem je teplota pohybující se v určitém rozmezí a trvající určitou dobu, nazýváme to jarovizační období. Ozimý ječmen ke svému vývoji vyžaduje jarovizační teplotu mezi 2 – 10 °C, působící asi 25 – 40 dnů v průběhu podzimních a zimních měsíců. Druhým faktorem ovlivňující vývoj rostlin je minimální délka dne tzv. fotoperiodická reakce, která zabezpečí květní funkci. Je to nejméně 12 – 13 hodin denního osvětlení alespoň po dobu 20 – 30 dnů (Striegl & Žídková 1993).

Odnožování i sloupkování jsou v životě rostlin ječmene velmi důležitá období, neboť se v nich formuje počet klasů na jednotce plochy a rozhoduje se tak o zahuštění porostu. Rostliny tak samy podle růstových podmínek regulují počet stébel na plošné jednotce. Vhodnými agrotechnickými opatřeními (množství a hloubka výsevu, dobou výsevu, výživou, a i aplikací morforegulatoru a přípravků na ochranu rostlin) můžeme intenzitu odnožování ovlivnit (Striegl & Žídková 1993). Regulace sloupkování je častý zásah u ozimého ječmene, neboť během sloupkování se vytváří morfologické a anatomické předpoklady polehání porostů (Zimolka 2006).

Ječmen ozimý svým genetickým založením patří k silněji odnožujícím plodinám. V průměru se na jedné rostlině tvoří 3 – 5 plodných odnoží, ale i více. U dobře vyvinutých porostů ječmene bývá na 1 m² 750 – 1200 produktivních odnoží a vzešlých rostlin 340 – 400 rostlin na 1 m² (Šnobl et al. 2002). Při vyšším počtu jsou již porosty husté, mohou snadněji polehnout a snižuje se pak výrazně i hmotnost zrn. Sloupkování nejlépe probíhá při mírných teplotách okolo 12 – 16 °C. Celé období sloupkování trvá průměrně 30 – 40 dnů (Striegl & Žídková 1993).

3.3.4. Metání a kvetení BBCH 51 – 69

Za metání se označuje stav, kdy po zduření pochva posledního (praporcového) listu praskne a uvolní se klas (Zimolka 2006). Nejdříve metá hlavní stéblo a potom jednotlivé odnože (Striegl & Žídková 1993). Pořadí metání jednotlivých klasů je v souladu s vývojovým stupněm klasů jednotlivých stébel, chronologicky podle pořadí jejich tvorby. Rozhodující vliv na průběh metání mají venkovní teploty (Zimolka 2006). Optimální teploty při metání rostlin by se měly pohybovat mezi 16 – 20 °C. Příliš vysoké teploty, doprovázené suchem, bývají u ječmene častou příčinou nevymetání klasů. U ječmene dochází k samosprašnosti a současně s metáním klasů nebo i krátce před ním probíhá kvetení a tím dochází k opylení uvnitř květu. Proto je ječmen při kvetení velmi tolerantní na nepříznivé počasí (Striegl & Žídková 1993).

Všechna květenství na jedné rostlině neodkvétají ve stejnou dobu. Nejprve kvete květenství hlavního stébla a postupně stébla dalších řádů. Také kvetení klásků v jednom květenství není rovnoměrné. Nejdříve rozkvétají klásky uprostřed klasu a pak teprve klásky ve spodní a horní části klasu. Proto i zrna ze střední části klasu jsou nejlépe vyvinuta a mají lepší biologickou hodnotu. Kvetení jednoho květenství trvá asi 4 dny a celé období kvetení porostu asi 7 – 10 dní. Vysoká teplota a nízká vzdušná vlhkost toto období zkracují (Striegl & Žídková 1993).

3.3.5. Tvorba zrna a zrání BBCH 71 - 91

Po 12 – 15 dnech od oplodnění je tvorba zrna ukončena a nabývá konečného charakteristického tvaru. Zrání obilek v klasu probíhá ve stejném pořadí jako pořadí metání tzn. že nejdříve zraje klas na hlavním stéble, poté na odnožích podle pořadí jejich tvorby. Umístění obilky v klasu ovlivňuje její velikost a její biologickou a technologickou kvalitu (Zimolka 2006).

Rostliny postupně přecházejí několika stupni zralosti, v nichž se mění jak vzhled, tak i velikost, tvar a zbarvení obilek, u nichž klesá i obsah vody. Je to mléčná, vosková, žlutá a plná zralost (Striegl & Žídková 1993). V mléčné zralosti jsou všechny obilky zelené a na omak měkké a při silnějším stisknutí se z nich uvolňuje mléčně zbarvená šťáva. Ve voskové zralosti je obsah obilky měkký, mezi prsty se hnete a je tvárný. Při žluté zralosti je obsah obilky pevný, při vrypu nehtem se tvoří rýha. Zrno v plné zralosti je tvrdé. (Bartošová et al. 2018).

V případě rostlin, které se sklízí na zelené krmení se jedná o technickou zralost. Existuje i fyziologická zralost, kdy rostlina ukončuje svůj vegetační cyklus a její zrno je schopno začít vlastní život, může začít znovu klíčit. Část obilek je toho schopna už v době dozrávání, většina ostatních však k této zralosti dospěje až po sklizni a po určité době klidu – posklizňové dozrávání. V extrémních suchých podmínkách, které trvají v době dozrávání delší dobu, dochází k vynucené zralosti. V tomto případě obilky zaschnou, aniž by byl dokončen proces zrání. Takové zrno má pak horší jak biologickou, tak i technologickou kvalitu (Striegl & Žídková 1993).

Ozimý ječmen i přes svojí dlouhou vegetační dobu 290 – 310 dní je z obilovin první plodinou, která v příznivých podmínkách dozrává nejdříve. Nepříznivé povětrnostní a půdní podmínky, větší nadmořská výška nebo i samotné pozdní odrůdy mohou období zrání prodloužit (Striegl & Žídková 1993).

3.4. Technologie pěstování ozimého ječmene

3.4.1. Zařazení v osevním postupu

Většina odrůd ječmene ozimého není náročná na předplodinu a snáší i pěstování po obilovině (Selgen 2021). V praxi se pěstuje většinou po ozimé pšenici. Nevhodné předplodiny jsou jarní i ozimý ječmen, z důvodu přenosu chorob. Ječmen by se neměl pěstovat minimálně 2 roky po sobě. Dobré předplodiny pro ječmen jsou okopaniny, luskoviny nebo i pícniny. Při těchto předplodinách ječmen dosahuje největších výnosů a nejvyšší kvality zrna (Teksl 1996). Systém zpracování půdy a střídání plodin způsobily značné rozdíly ve výnosu obilí, zaplevelení a vlastnosti půdy. Nejvyšší výnos zrna byl zaznamenán pro ječmen pěstovaný v konvenčním systému po hrachu, zatímco nejnižší u ječmene pěstovaný v bezorebném systému po ozimé pšenici. Větší množství plevelů bylo zjištěno u ječmene zasetého po ozimé pšenici než po hrachu (Woźniak 2020). Ječmen po ovsu nebo po řepce produkoval vyšší hmotnost semen a větší počet rostlin na m² ve srovnání s ječmenem pěstovaným po pšenici nebo ječmeni (Christen & Sieling 1993).

Ozimý ječmen je schopen se vyrovnat s horšími půdně – klimatickými podmínkami, s nižší hladinou živin, krátkodobými přísušky. Ječmen je však citlivý na utužení půdy a zamokřená místa. Ječmen nesnáší brzké a ani pozdější výsevy. V osevních postupech se pohybuje podíl ječmene okolo 25 % z celkových osevních postupů (Selgen 2021).

3.4.2. Nároky na klima a půdu

Ječmen ozimý má menší nároky na klima a půdu, než je to u ječmene jarního. Ječmen ozimý snese malé holomrazy do $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odolnost snášet abiotické stresy způsobené nízkými teplotami, tedy schopnost přezimovat s co nejnižším poškozením je jedna z nejdůležitějších vlastností ozimých plodin v klimatických podmínkách ČR. Za větších mrazů a nepříznivých podmínek ječmen vymrzá. Odolnost k vyzimování je druhově i odrůdově specifická vlastnost (Mařík et al. 2012). Při vlhké zimě je někdy ječmen napaden plísní sněžnou, která se vyznačuje bílým povlakem na listech. Ječmen klíčí při teplotách $2 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a potřebuje součet teplot za vegetaci v rozmezí $1600 - 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Teksl 1996). Ječmen je ve srovnání s ostatními obilninami dobře adaptován na sucho, k čemuž mu pomáhá jeho silný, dobře vyvinutý kořenový systém (Csajbók et al. 2020). V nepřítomnosti slunečního svitu a při vysoké relativní vlhkosti a optimální teplotě, zaznamenáme u ječmene větší růst povrchu listů. Tím kompenzuje nízkou asimilaci. Tento kompenzační účinek je však částečně ovlivněn nitrifikací v půdě, tzn. s vysokým obsahem dusíku v půdě bude mít tendenci zvyšovat růst listů bez ohledu na sluneční svit (Gregory 1926).

Ječmeni nejvíce vyhovuje pěstování na lehkých písčitéch půdách s neutrálním až mírně kyselým pH v rozmezí $6 - 7$ (Teksl 1996). Ječmen nesnáší kyselé půdy, na nichž špatně přijímá živiny, a to má pak za následek horší stav porostu, nižší výnosy i horší kvalitu zrna (Striegl & Žídková 1993). Ječmen ozimý je citlivý na nedostatek půdního vzduchu, proto bezorebné technologie nejsou správnou volbou do půd s horší strukturou (Selgen 2021).

3.4.3. Výběr odrůdy

Výběr vhodné odrůdy ovlivňuje skoro všechny sledované kvalitativní a kvantitativní znaky. Odrůdové skladby se v České republice řídí seznamem doporučených odrůd a evropským katalogem odrůd. Všechny odrůdy zapsané v těchto seznamech se mohou u nás pěstovat. Na základě technologických zkoušek jsou každoročně schvalovány odrůdy s dobrými kvalitními i kvantitativními znaky. Odrůdy ječmene ozimého jsou nejprve hodnoceny v rámci registračních pokusů ÚKZÚZ a po úspěšném ukončení zkoušek, trvajících minimálně 3 roky, může udržovatel podat žádost o zařazení do seznamu doporučených odrůd (ÚKZÚZ 2015).

Výnos zrna je základním výchozím kritériem pro hodnocení odrůd ozimého ječmene. V rámci hodnocení odrůd ozimého ječmene jsou zohledněny i agronomické vlastnosti (ranost, odolnost proti poléhání, odolnost vůči chorobám) a kvalita zrna (ÚKZÚZ 2015).

V roce 2021 bylo v seznamu doporučených odrůd 19 odrůd, z toho 13 odrůd 6 - řadého ječmene a 6 odrůd 2 – řadého ječmene. Jako nejlepší z hlediska výnosu vyšly na pokusné stanici Selgen v Lužanech z 6 řadých ječmenů odrůdy LG Zoro, Jakubus, KWS Higgins a Beckenbauer. Ze 2 řadých ječmenů vyšli nejlépe SU Celly, Valerie a Sobel (ÚKZÚZ 2021).

3.4.4. Založení porostu

Jedním z nejdůležitějších způsobů, které mohou ovlivnit kvalitu a výnos ječmene je samotné založení porostu. Založení porostu rozumíme zpracování půdy a setí. Nejdůležitější je způsob zpracování půdy, termín setí a výsevek (Hřivna 2002).

3.4.4.1. Zpracování půdy

Před založením porostu je důležitý způsob zpracování půdy. Včasné zpracování a důkladná orba šetří půdní vláhu. Při tradiční technologii by měla být provedena středně hluboká orba do hloubky 0,15 – 0,22 m. Ječmeni nevyhovuje utužená půda nebo i příliš kyprá půda. Při nízké i vysoké objemové hmotnosti půdy se snižovala produkce biomasy a příjem živin ječmenem. Zatímco při střední objemové hmotnosti byl výnos zrna přibližně o 20 % vyšší. V nejkypřejší a nejvíce utužené půdě byla i nejnižší koncentrace fosforu a draslíku. Zhutněnou půdou byl i snížený kontakt kořenů s půdou a transport vody k semenům (Arvidsson 1999; Scott et al. 2005).

Podle Woźniak (2020) byl v bezorebném systému zjištěn vyšší počet a hmotnost plevelů na m². Systémy zpracování půdy ovlivňovaly i počet druhů a složení plevelů. Také výnos zrna, počet rostlin a klasů na m² a hmotnost zrna na klas závisela ve větší míře na systémech zpracování půdy než na osevním postupu.

Bezorebná technologie zakládání porostů ozimého ječmene je vhodný na lehčích půdách s dobrou strukturou, jelikož ozimý ječmen je citlivý na nedostatek půdního vzduchu. Při bezorebném zpracování pozemku, kdy není nikdy dosaženo úplného zapravení posklizňových zbytků a půda je jen z větší či menší části nakypřena a promíchána, je vyšší riziko šíření chorob přenosných na rostlinných zbytcích a výdrolu. (Ball & Robertson 1993).

3.4.4.2. Setí

Vhodný termín výsevu umožní ječmeni odnožit už na podzim a připravit se tak na zimní období a udává se podle výrobní oblasti a vhodné odrůdy. Termín setí se pohybuje okolo 10.9. – 25.9. Zpožděním termínu výsevu bývá negativně ovlivněna kvalita zrna (Teksl 1996).

Při setí by mělo být použito kvalitní osivo. Nekvalitní osivo může mít za následek špatný porost a oprava takto špatně založeného porostu zvyšuje náklady během vegetace. Kvalitní osivo dosahuje vysoké polní vzcházivosti a dobrého zdravotního stavu. Klíčivost je kritériem pro certifikaci osiv. Zároveň představuje hodnotu důležitou pro stanovení optimálního výsevku. Nižší klíčivost osiva znamená zvýšení výsevku, aby byl zachován optimální počet rostlin.

Také HTS (hmotnost tisíce semen) ovlivňuje výsevek. Na HTS při dozrávání má velký vliv hustota porostu, kdy se hodnota může měnit až o 30 % (Hosnedl 2008).

Důležitý je při setí sledovat i výsevní množství ječmene. Výsevek by neměl překročit 4 miliony klíčivých semen na hektar (Selgen 2021). Hustota porostu by neměla překročit 350 rostlin/m² a maximálně 600 klasů/ m², jinak hrozí zhoršení kvality ječmene (Teksl 1996). V přehoustlých porostech se zkracuje klas, snižuje se hmotnost tisíce zrn (HTZ), zvyšuje se poléhavost a dochází k výnosové depresi (Šnobl et al. 2002). Hloubka setí se pohybuje kolem 30 – 50 mm a je důležitým faktorem při vývoji rostlin. (Kirby 1993).

3.4.5. Výživa a hnojení

Ječmen ozimý patří k plodinám méně náročným na výživu. V praxi je velmi často pěstován s minimálními vstupy a minimálním využitím pesticidů. Ječmen dobře využívá živiny v půdě a se zvýšením intenzity pěstování se zvětšuje i výnos ječmene a tím i rentabilita pěstování (Cass & Jensen 1970). Pro dosažení velkého výnosu ječmene je nezbytné zajistit vyváženost živin v době růstu rostliny a při tvorbě semen. Vyvážená výživa musí zahrnovat také aplikace mikroživin ve správném období a dávkou. Množství jednotlivých živin podle daných podmínek lokality mohou usnadnit laboratorní rozborů (YARA 2022). Tyto rozborů umožní aplikovat optimální dávky hnojiv, při použití vyšších dávek hrozí zhoršení porostu (Štěrbá 2009).

3.4.5.1. Fosfor, draslík

Hnojení fosforem a draslíkem probíhá na podzim, se základní dávkou dusíku před setím (Cass & Jensen 1970). Fosfor je hned po dusíku považován za druhou nejdůležitější živinu z hlediska vlivu na růst a vývoj rostlin. Po vyvinutí dvou až tří listů začne být rostlina při stoupajícím počtu listů závislá na fosforu, který začne získávat z půdy. Dostupnost fosforu v půdě může být ovlivněna mnoha faktory, např. pH, ostatní živinami jako hliník, železo a vápník, vlhkostí půdy a teplotou. Je proto důležité zajistit aplikaci dobře dostupného fosforu, aby nedošlo k omezení růstu odnoží (Kunzová 2010). Dávky fosforu a draslíku bychom měli diferencovat podle zásoby živin v půdě, předplodiny a agroekologických podmínek. K vyrovnání jejich nedostatku je třeba využívat výsledků agrochemických rozborů půd (Striegl & Žídková 1993).

Nedostatek draslíku ovlivňuje řadu chorob např. padlí a listovou skvrnitost a také výnos zrna. Maximální výtěžnost zrn ječmene je dosaženo tam, kde bylo aplikováno dostatek hnojiva draslíku (Brennan & Jayasena 2007).

Dávka fosforu se pohybuje okolo 60 – 70 kg P/ha, a dávka draslíku okolo 100 – 120 kg K/ha (Cass & Jensen 1970).

3.4.5.2. Síra

Síra je ve výživě další kritickou živinou, kterou ječmen potřebuje k zajištění trvalého růstu odnoží. Aplikace síry zajistí vývin odnoží a vyšší výnos (Cass & Jensen 1970).

3.4.5.3. Dusík

Dusík je klíčovým prvkem pro dosažení trvale vysokých výnosů obilovin. Podílí se na všech metabolických procesech rostliny, její rychlost příjmu a rozdělení je do značné míry určována nabídkou a poptávkou během různých fází růstu rostlin. Například zásoba půdy dusíkem musí být vysoká při odnožování, prodlužování stonků a plnění zrna, což vyžaduje větší množství pro vývoj a růst reprodukčních orgánů a pro zvýšenou akumulaci bílkovin v jádře (Delogu et al. 1998).

Hnojení dusíkem je nejcitlivějším místem soustavy hnojení ve stanovení výše dávky, doby aplikace a formy hnojiv. Nároky ozimého ječmene na dusík jsou částečně omezeny jeho nižší odolností proti polehání (Striegl & Žídková 1993). Optimální dávka hnojení dusíkem je v rozmezí 60 – 90 – 120 kg N/ha. Při zvyšování dávky nad optimum použití fungicidů a regulátorů růstu, hrozí polehání a vyšší náchylnost k chorobám (Cass & Jensen 1970) a ke snížení výnosu a kvality zrna. Dávka dusíku se odvíjí od jeho množství v půdě, výrobní oblasti a dané předplodině. Po dobrých předplodinách jako jsou řepka, mák, luskoviny a rané brambory se pohybuje dávka na spodní hranici okolo 60 – 90 kg N/ha. Po horších předplodinách jako jsou například obiloviny a v horších podmínkách nebo při suchu se dávka může pohybovat až 120 kg N/ha (Zimolka 2006).

Hnojení dusíkem probíhá ve dvou až třech termínech. První základní dávka se aplikuje společně s fosforem a draslíkem na podzim v dávce 30 kg N/ha (Štěrbá 2009), a to jen v případě na půdách s velmi nízkým obsahem dusíku nebo pokud je tato plodina zařazena do třetí tratě (Richter 2005). Při vyšších dávkách je nebezpečí přerůstání porostu a horšího přezimování (Striegl & Žídková 1993). Druhá regenerační dávka se aplikuje v ledkové formě, brzo na jaře, protože ozimý ječmen má velmi rychlý vývoj, v dávce okolo 30 – 50 kg N/ha (Striegl & Žídková 1993; Selgen 2021). Velikost dávky je odvíjena podle stavu porostu, půdních a povětrnostních podmínek a dusíku v půdě. Je třeba podpořit další tvorbu kláskových hrbolů a celkově posílit rostliny po zimě (Striegl & Žídková 1993). Třetí produkční dávka se aplikuje dle stavu porostu, obvykle 4. – 5 týdnů po regenerační dávce (Cass & Jensen 1970), v době mezi ukončeným odnožováním a začátkem sloupkování (Striegl & Žídková 1993). Produkční dávka činí v průměru 20 – 30 kg N/ha (Zimolka 2006). Při třetí dávce se mohou používat kapalná hnojiva například DAM – 390 s použitím fungicidů a morforegulátorů (Cass & Jensen 1970). Pozdní dávka dusíku – kvalitativní dávka se do celkové dávky N nepočítá, je dávkou navíc. Na zvýšení výnosu tato dávka nemá výrazný vliv, ale zvyšuje obsah bílkovin v zrně a tím i krmnou hodnotu produktu (Zimolka 2006). Tato dávka se pohybuje okolo 20 kg N/ha její účinek se projeví ve vlhčích letech (Striegl & Žídková 1993). Na druhé straně je třeba zmínit i nevýhody, jako je zvýšené riziko polehání, prodloužení vegetace a nevyrovnané dozrávání (Zimolka 2006) a vyšší výskyt chorob (YARA 2022). Nadbytek dusíku může zvýšit výskyt onemocnění (Štěrbá 2009).

3.4.5.4. Vliv výživy rostlin na zdravotní stav ječmene

Ječmen bývá více náchylný k chorobám a škůdcům v případech, kdy 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). U podmíněných patogenů např. čerň střídavá (*Alternaria alternata*) a srpovnička stéblová (*Fusarium culmorum*), dusík snižuje výskyt onemocnění. Je také důležité udržovat rovnováhu mezi přítomnými formami dusíku, a to mezi dusičnany a amoniem, protože podle zjištění obě tyto látky snižují specifické choroby rostlin, např. *Fusarium culmorum*, *Sclerotium delphinii* a další (YARA 2022).

Při omezeném příjmu fosforu může dojít ke snížení výnosu a zvýšené náchylnosti k nemoci ječmene. Tato reakce opět souvisí s omezeným metabolismem a růstem rostlin v souvislosti s nedostatkem fosforu, a rostlina je tak náchylná k útoku patogenů. Výzkum prokázal zvýšený výskyt plísni 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 různé nemoci. Nedostatek draslíku může mít též za následek tenčí buněčné stěny s menší mechanickou odolností vůči predátorům. 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 % případů. 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).

3.4.6. Ošetření porostů během vegetace

Při pěstování ječmene ozimého v suchém období je nejlepší ihned po zasetí půdu uválet rýhovanými válci, aby se co nejrychleji obnovila kapilarita půdy a zamezilo se tvoření půdního škraloupu a erozi (Striegl & Žídková 1993).

Pokud jsou rostliny ozimého ječmene na jaře poškozeny mrazy a povytaženy z půdy, je opět vhodné přiválení hladkými nebo rýhovanými válci. O jejich stavu se musíme přesvědčit kontrolou vzrostného vrcholu a spočítáním nepoškozených rostlin. Za kritický stav porostu pokládáme menší počet rostlin než 120 na 1 m². Při počtu 150 až 200 rostlin na 1 m² ho však po uvážlivém posouzení zachrání regenerační přihnojení dusíkem a převláčení, kterým se odstraní odumřelé nadzemní části rostlin a provzdušní půda (Striegl & Žídková 1993) a podpora aplikací morforegulatorů na bázi CCC (Profi Press 2007).

Na základě obvykle 4-5 vstupů do porostu ječmene při agrobiologické kontrole, kdy sledujeme stav porostu, jeho zaplevelení, hustotu, napadení chorobami, škůdci a sklon k poléhání, se pak případně rozhodujeme i o chemickém ošetření porostů ječmene (Striegl & Žídková 1993). 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 variantou. Chemická ochrana by měla nastoupit jen v případě že nestačí přirozená odolnost rostlin a mechanické nebo biologické ošetření by nebylo dostatečně účinné. Chemické prostředky je možno použít buď preventivně nebo přímo při zvýšeném výskytu škodlivých činitelů. Pro chemické hubení škodlivých činitelů se používají celá řada herbicidů, fungicidů a insekticidů. Ekonomické, a i ekologické důvody nás nutí abychom neošetřovali celé hony, ale jen ohniskově zasažené části pozemků (Striegl & Žídková 1993).

Dobře zapojený porost ozimého ječmene vzdoruje zaplevelení již v průběhu podzimní vegetace relativně dobře. Přesto je dobré sledovat práh škodlivosti jednotlivých plevelných druhů (Striegl & Žídková 1993). Na podzim se ošetřuje ječmen herbicidem proti svízele, metlici chundelce, heřmánkovitým plevelům a pýru plazivém (Selgen 2021). Orientační prahy škodlivosti okolo 1 rostliny svízele, 10 rostlin chundelky metlice, heřmánkovce nevonného a 20 výhonů pýru plazivého na 1 m² půdy se považují za varující (Striegl & Žídková 1993). Na jaře se aplikuje herbicid jen v případě velkého zaplevelení nebo jako oprava podzimní aplikace (Selgen 2021).

Ozimý ječmen je plodinou, která svým vývojem v jarním období dosahuje významného předstihu před ječmenem jarním a je také výrazně častěji napadána chorobami (Tvarůžek et al. 2010). Fungicidní přípravky se aplikují podle rozšíření chorob, obvykle se aplikuje alespoň jednou za vegetaci proti listovým chorobám jako jsou např. skvrnitost listů nebo pat stébel (Profi Press 2007). Preventivní opatření proti řadě chorob je moření osiva. Listovým chorobám v průběhu vegetace předcházíme obvykle několikerým postřikem porostů (Striegl & Žídková 1993).

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

Pro dosažení vysokého výnosu by dobře založený porost ozimého ječmene měl mít asi 650 klasů na 1 m² u šestiřadých a 850 – 1000 klasů na 1 m² u dvouřadých odrůd. Jedním ze způsobů, jak se přiblížit k tomuto cíli, je racionální využití regulátorů růstu (Zimolka 2006).

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 2017). Při teplém podzimu s aplikací regulátoru růstu při teplotě nad 8 °C se omezí přerůstání rostlin a sníží se nebezpečí vyzimování,lepší se zakořenění, příjem živin i zahuštění porostu (Striegl & Žídková 1993). Tato skutečnost výrazněji platí právě u ozimého ječmene. V první dekádě října je možné, jak již bylo uvedeno, aplikací regulátoru zpomalit vývoj ozimého ječmene a tím zvýšit jistotu prezimování. Lze konstatovat, že podzimní ošetření porostů ozimého ječmene regulátoru je účinnější a efektivnější než u ozimé pšenice (Zimolka 2006). Není však vhodné použít ho na pozemcích zaplevelených pýrem plazivým a svízelem

přítulou, zesílí se tím odnožení pýru (Striegl & Žídková 1993). Po aplikaci regulátorů růstu rostliny lépe zakořeňují zvláště v suchých ročnicích, tím se vytvoří příznivější podmínky pro lepší přezimování. Po ošetření dojde také ke zpomalení růstu a vyrovnání vývoje odnoží. Rostliny mají vyšší obsah chlorofylu a intenzivněji, rovnoměrněji přijímají živiny i za nepříznivých podmínek pro příjem živin, čímž zvyšuje aktuální mrazuvzdornost (Zimolka 2006). Také těsně po skončení zimy je možné podle stavu porostu aplikovat regulátory růstu k podpoře odnožování u řídkých nebo růstově málo pokročilých porostů. Ke zvýšení odolnosti ozimého ječmene vůči polehání u silně zahuštěných porostů je možno použít regulátory v době do druhého kolénka, optimum je mezi prvním a druhým kolénkem. Dosáhneme tím zkrácení a zpevnění zejména spodních internodií na rostlinách (Striegl & Žídková 1993). Riziko polehání vzniká zejména u silných, dobře zapojených porostů, které mají ve sloupkování více než 1500 stébel na m². Regulátory lze aplikovat společně s insekticidy a s herbicidy (Zimolka 2006).

3.4.7. Sklizeň a posklizňová úprava

Ječmen ozimý bývá první sklizenou obilninou před pšenicí i řepkou. Volbou vhodné odrůdy v dozrávání lze rozložit sklizeň a předejít tak přezrání a lámání stébla (Selgen 2021). Termín sklizně ovlivňuje kvalitu zrna a sklizňové ztráty. Správně bychom měli krmný ječmen sklízet mezi žlutou a plnou zralostí. Zrno pak obsahuje více bílkovin, nedochází také k takovému lámání stébel pod klasy a výdrolu zrna, jako kdybychom ho sklízeli v plné zralosti. Zrno při přezrání, po dosažení plné zralosti zejména v chladném a deštivém počasí, je velice citlivé na vnější podmínky a může snadno být poškozeno porůstáním. S přezráním porostu dochází též k intenzivnějšímu prodýchání zásobních látek a zvyšují se sklizňové ztráty (Striegl & Žídková 1993).

Při sklizni zrna by měla být jeho vlhkost mezi 12 – 15 %. Při vyšší vlhkosti se zvyšují ztráty a poškození zrna (Černý et al. 2007). Zaplevelení a polehnutí porostu, popřípadě i dodatečné odnožení rostlin ovlivňuje nepříznivě jak vyrovnanost zrání, tak vlhkost a tím i samotnou sklizeň (Striegl & Žídková 1993).

Velmi důležité je minimalizovat mechanické poškození zrna. Při sklizni je nutné pečlivě seřizovat mláticí ústrojí kombajnu i několikrát denně tak, jak se mění vlhkost sklizeného obilí, aby poškození zrna bylo co nejmenší. Při manipulaci se zrnem a při jeho skladování je nutné předcházet mechanickému i biologickému poškození (Černý et al. 2007). Maximální vlhkost skladovaného zrna nemá překročit 14 %. Při vyšší vlhkosti hrozí plesnivění a je nutno zrno dosušet vzduchem. V průběhu skladování je nutno pravidelně kontrolovat jeho teplotu a skladovací vlhkost (Profi Press 2007).

3.5. Kvalitativní ukazatele ječmene ozimého

3.5.1. Kvalita ječmene

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 objevili odrůdy ozimého ječmene se sladovnickou kvalitou (Sachambula & Psota 2014). Kvalita ječmene pro řadu konečných použití od krmiv pro zvířata po pivovarnictví je určována mnoha geny, což ztěžuje šlechtění nových odrůd ječmene (Fox et al. 2003). Hlavní charakteristické rysy, které se hodnotí, zahrnují % dusíku v zrně, objemovou hmotnost a hmotnost tisíce zrn. Základním faktorem ovlivňující kvalitu zrna ječmene je odrůda (Sachambula & Psota 2014). Kvalita sladovnického ječmene je dána dalšími vlastnostmi zrna, jako je například složení bílkovin a sacharidů, struktura endospermu, složení buněčné stěny a činnost různých enzymů při skladování (Honsová 2019).

Živiny jako jsou dusík a draslík jsou důležité pro jakost zrna ječmene. Přebytek dusíku vede k vysokému obsahu dusíku v zrně, což může být žádoucí tam, kde se plodina používá jako krmivo pro zvířata. Mohlo by to, ale také způsobit poléhání plodin, což může mít za následek opožděnou sklizeň a zrna mohou začínat klíčit v klasu. Nadbytek draslíku může ovlivnit kvalitu zrna. Dostatečné množství draslíku dává dobrou pevnost stébla, čímž se snižuje nebezpečí poléhání a lámání, ale způsobuje to padání klasů (Sláma 2019). Zrna v klasech velmi často začnou klíčit, čímž se snižuje kvalita zrna ječmene. Sekundární živina síra může ovlivnit složení dusíku v zrně. Vápník a bor zlepšují pevnost buněčné stěny, což přispívá ke snížení rizika poléhání. Přebytek živin může být zase škodlivý. Například nadbytek síry může spolu s molybdenem zabarvit chuť produktů vyvinutých v procesu skladování (Hřivna et al. 2013). Půdní a klimatické podmínky, průběh počasí, předplodina, hnojení, ošetřování a skladování výrazným způsobem ovlivňují finální vlastnosti sklizeného zrna ječmene (Sachambula & Psota 2014).

3.5.2. Hodnocení kvality zrna

Ječmen rozdělujeme tak jako pšenici do dvou skupin hodnocení jakosti zrna. První zahrnuje sladovnickou kvalitu. Tyto kvalitativní požadavky jsou vytvořeny na základě požadavků sladovnicko – pivovarského průmyslu. V současné době jsou registrovány odrůdy sladovnické jarní a jen malé množství ozimé. Druhá skupina zahrnuje nesladovnickou kvalitu zrna, a to ječmen potravinářský na výrobu ječných krup a ječmen krmný pro výrobu krmných směsí. Ječmen potravinářský je řízen normou ČSN 46 1100 – 6 (Straňák 2002).

Sladovnická kvalita zrna ječmene se řídí podle normy ČSN 46 1100 – 5 a hodnotí se na základě analýzy osmi parametrů. U zrna ječmene je to obsah bílkovin, extrakt, relativní extrakt, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažený stupeň prokvašení, friabilita a obsah beta – glukánů ve sladině (Straňák 2002).

Z hodnot je poté vypočítáno celkové bodové hodnocení odrůdy v rozmezí 1 – 9 bodů, kdy 9 bodů znamená nejlepší sladovnická špička (Hubík & Mareček 2002). Ječmen musí být zdravý, vyzrálý, bez škůdců, cizích pachů a nesmí obsahovat s plesnivou nebo naplesnivělou pluchu (Straňák 2002).

3.5.3. Jakostní ukazatele krmného ječmene

Tabulka č.1: Ječmen krmný se posuzuje podle ČSN 46 1200-3

	Hodnoty
Vlhkost	do 14,5 %
Příměsi	
z toho zlomky zrn	3 %
zrnové příměsi	5 %
Obsah nečistot	do 5 %

3.5.3.1. Vlhkost

Vlhkost je obsah vody v zrnech. Ječmen sladovnický má podle ČSN 46 1100 – 5 obsahovat nejvýše 15 %. U krmného ječmene podle ČSN 46 1200 – 3 nejvýše 14,5 %.

3.5.3.2. Obsah příměsí

Do kategorie příměsí řadíme zlomky zrn, zrnové příměsi a porostlá zrna. Zlomky zrn rozumíme mechanicky poškozená zrna bez ohledu na jejich velikost a zrn bez klíčku. Zrnové příměsi jsou scvrklá zrna, zrna jiných obilovin a poškozená zrna škůdci. Porostlá zrna jsou zrna s charakteristickými známkami růstu. Je pouhým okem viditelný kořínek (ČSN 46 1200-3).

3.5.3.3. Obsah nečistot

Obsah nečistot řadíme cizí semena, poškozená zrna a cizí látky. Cizí semena jsou škodlivé nečistoty nebo semena kulturních i planě rostoucích rostlin s výjimkou zrn jiných obilovin. Poškozená zrna jsou zrna naplesnivělá nebo plesnivá nebo jinak změněnou barvou. Cizími látkami rozumíme veškerý materiál zachycený sítím s otvory širokými 3,5 mm, jako jsou anorganické nečistoty jako písek, zemina, kaménky apod. a organické nečistoty jako jsou například části stébel, klasů, plevy apod. (ČSN 46 1200-3).

3.5.4. Obsah látek v zrně

Při hodnocení krmné hodnoty sledujeme obsah vody a sušiny. Základní živiny, které se vyskytují v sušině zrna, jsou především dusíkaté látky, bezdusíkaté látky (škrob, cukry), tuky a i vláknina. Ostatní složky krmiv jsou přítomny již v menším množství a jsou to minerální látky a vitamíny. Chemické složení ječného zrna značně ovlivňují podmínky prostředí, zejména půda, podnebí, povětrnostní podmínky, výživa, odrůda, ale i způsob pěstování, ošetřování a doba sklizně (Striegl & Žídková 1993).

Chemické složení obilky ječmene je z 80 - 88 % sušina a 12 - 20 % voda (Straňák 2002). Nižší obsah vody by mělo negativní vliv na technologickou jakost. Naopak vyšší obsah vody způsobuje problémy při skladování (Zimolka 2006). Sušinu, tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté sloučeniny a anorganické látky. Anorganické látky neboli popeloviny jsou minerální látky a stopové prvky. Množství minerálních látek je ovlivněno zásobením živin během růstu, zrání a podmínkami při pěstování (Straňák 2002). Mezi nejhojněji zastoupené minerální látky patří fosfor, draslík, křemík a hořčík, v menším množství obsahuje zrno

ječmene vápník, železo, hliník, sodík a molybden (Zimolka 2006). Stopové prvky, které jsou důležité pro činnost enzymů a technologii výroby piva, jsou např. zinek, mangan, měď a bor (Straňák 2002).

Sacharidy v zrně ječmene tvoří asi 80 % hmotnosti ječného zrna (Straňák 2002). Obsah sacharidů je ovlivněn podle druhu obilovin, odrůd a jejich obsah je ovlivňován agroekologickými podmínkami (Zimolka 2006). Nejvíce zastoupenou složkou je škrob, a to více než 65 %. Škrob je zásobárnou živin pro klíček v době klíčení. Ve zralém zrně je zastoupen výlučně v endospermu. Ječmeny dále obsahují 4 – 7 % celulózu. Celulóza je hlavní stavební složkou pluchy. Obsažena je i v klíčku, oplodí a osemeni (Straňák 2002).

Dusíkaté látky jsou další významnou složkou organických látek. Jejich obsah je velmi variabilní vlivem vnějších podmínek, závislosti na odrůdě, složení půdy, hnojení, předplodině, na klimatických podmínkách a době vegetace (Straňák 2002). Do jisté míry určuje i zrna vhodná pro sladovnické účely. Za optimum pro sladovnický ječmen je obsah dusíkatých látek v rozmezí 10 – 11,5 % (Fox 2009).

3.5.5. Vliv technologie pěstování na kvalitativní ukazatele

Pěstitelské technologie, jako je doba setí a výsevy, měly významný vliv na kvalitu zrna. Ovlivnily zejména velikost a chemické složení zrna, které určují jeho vhodnost pro kvalitu krmiva a pro výrobu piva. Načasování termínu setí mělo významný vliv na hmotnost tisíce semen 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).

3.6. Kvantitativní ukazatele ječmene ozimého

3.6.1. Výnosy ječmene ozimého

Výnos zrn je součinem tří složek, a to počtem klasů/m², počtem zrn/klas a hmotností jednotlivých zrn, z nichž nejpodstatnější je průměrná hmotnost tisíce zrn. Většina rozdílů ve výnosu je způsobena rozdílnými oblastmi a roky, velké rozdíly jsou spíše v počtu zrn než ve velikosti zrna. Existuje velmi silný vztah mezi počtem zrn/m² a výnosem, ale jen slabý vztah mezi průměrnou hmotností zrn a výnosem (Honsová 2019; AHDB 2022). Vysoké výnosy jsou výsledkem dosažení správného počtu klasů, udržení zdravých zelených listů, zvýšení počtu zrn/klas a velikosti zrn (Váňová et al. 2021). Ahmadi et al. (2020) prokázali, že výnos zrna ozimého ječmene je ovlivněn hustotou a délkou kořenů. Pro řízení všech těchto složek je zásadní dobrá předplodina a vyvážená výživa rostlin zahrnující všechny makro a mikroživiny. Po udržení vysokých výnosů ječmene je v největším množství zapotřebí živiny – dusík a draslík (Váňová et al. 2021). Ječmen je v poslední době vystaven stresu ze sucha během plnění zrn. Podle pokusu Samarah (2005) a Samarah et al. (2009) měly suchem stresované rostliny kratší dobu plnění zrna než dobře zalévané rostliny. Což ukazuje, že rostliny zasažené silným suchem měly vyšší rychlost růstu než zrna z rostlin s mírným suchem a dobře zalévaných rostlin. Sucho snížilo výnos zrna snížením počtu odnoží, klasů a zrn na rostlinu a hmotnosti jednotlivých zrn. Stres sucha je tedy pro výnos zrna škodlivý bez ohledu na závažnost stresu.

Cammarano et al. (2019) uvádějí, že se budoucí výnosy ječmene se 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.

3.6.2. Hustota porostu

Počet listů a odnoží se určuje velikostí porostu a konečnou hustotou klasů na m^2 v době sklizně (Kirby 1996). Tato hustota porostu závisí na celkovém počtu odnoží a na tom, kolik odnoží je plodných a kolik jich přežije (Honsová 2019). Obiloviny mají velmi dobrou kompenzační schopnost, díky které jsou schopny velké tvorby odnoží v závislosti na hustotě rostlin, výživě, externích vlivech jako je hnojení, stimulanty a regulátory a hlavně odrůdou (Koprna 2017). U ječmene ozimého je cílová hustota porostu až 1000 klasů/ m^2 (Zimolka 2006) a 340 – 400 vzešlých rostlin na 1 m^2 . Variabilita počtu rostlin je výrazně ovlivněna ročníkem (Šnobl et al. 2002). Konečná hustota porostu neovlivňuje jen samotný výnos, ale také nalévání zrna, hmotnost tisíce zrn, jednotlivé frakce zrna, objemovou hmotnost, počet zrn v klasu. Výnos ovlivňuje i odolnost proti polehání (Koprna 2017). Podle Briggs (1978) rostliny s větším rozprostřením více odnožovaly, ale plně nekompensovaly účinky nadměrných rozestupů. Jak se hustota rostlin zvyšovala, tak počet klasů/rostlinu klesal.

Pokud si agronom zvolí silně odnožující odrůdu, brzký termín setí, vyšší výsevek a do toho se přidá vláhově příznivé klima s dostatkem živin, začne porost produkovat velké množství odnoží, které si budou navzájem konkurovat. Už v období sloupkování dojde rostlinám energie na to, aby vyživovali takové množství stébel a bude docházet k jejich redukci (Kirby 1996). Množství živin je nezbytné pro růst a vývoj, nejdůležitější pro včasný růst odnoží a listů a pro přežití odnoží jsou živiny jako je dusík, fosfor, síra, mangan a zinek (Sláma 2019). Redukce stébel ve fázi odnožování a sloupkování bude mít nedostatek těchto živin negativní dopad na výnos (Koprna 2017).

Nejdůležitější živinou pro dosažení vysokého výnosu je dusík. Asi 4 % rostlinného materiálu tvoří obvykle dusík, jeho dostatečná a včasná dávka zajistí větší počet odnoží. Nedostatek dusíku by snižovalo rychlost tvoření budoucího klasu, čímž by klesal konečný počet potenciálních klásků. Přežití odnoží může být ovlivněno dávkami a dobou aplikace dusíku. Pokud je počet odnoží nižší než optimální, aplikace vyšších dávek dusíku na začátku růstového období zvýší počet odnoží, a tím i konečného počtu klasů. Pokud se populace rostlin vyvíjí s optimální počtem rostlin a odnoží, neměla by se tato aplikace vyšších dávek dusíku provádět, neboť to může vést k nadměrnému růstu listů a odnoží a následně k poléhání. Pokud je počet odnoží nadprůměrný, měly by se zpočátku používat nižší aplikační dávky (Richter et al. 2013). Dalšími důležitými živinami jsou mangan a zinek, které ovlivňují vyvíjení výnosových prvků, jako jsou například větší počet klasů a velikost zrn, což povede k vyššímu konečnému výnosu (Sláma 2019).

Odrůdy ječmene dvouřadého mají nižší hmotnost klasu, a proto k dosažení stejného výnosu je zapotřebí vyšší hustota klasů než u šestiřadých typů. U dvouřadých typů je zapotřebí vyšší výsevek a produktivní odnožování podporované použitím dusíkatých hnojiv. U víceřadých typů by měli být cílem asi tři klasy na rostlinu a u dvouřadých typů dva klasy na rostlinu (Mráz

2013). Řešením zajištění vysokého výnosu je tvorba počtu odnoží, která má za cíl zvýšit počet produktivních odnoží na optimální počet a pokud možno omezit pozdější růst neproduktivních odnoží (Koprna 2017). Dosažení správné populace odnoží je u ječmene velmi důležité, neboť má pevný počet možných zrn v klasu na rozdíl od pšenice, která má větší schopnost kompenzace počtu zrn v klasu. Je třeba si uvědomit, že u ječmene je výnos první a druhé odnože velmi podobný. Pokud je tedy populace nízká, lze určité náhrady výnosu zajistit podporou většího odnožování (Sláma 2019). Takové řešení je ale náročné na rozhodnutí, jakou metodou řešení počtu odnoží použít vzhledem k aktuálnímu stavu porostu. Různými látky, přípravky a hnojivy, lze ovlivnit počet odnoží, ale je jich poměrně malé množství. A špatně zacílená aplikace navíc může vést ke zbytečné nadprodukci nebo naopak k razantnímu snížení produktivních odnoží pod optimální počet a toto může vést k výraznému snížení výnosu (Koprna 2017). Existuje vzájemný vztah mezi počtem vytvořených plodných odnoží a velikostí kořenové hmoty. Vysoký počet odnoží vytvoří obvykle velkou kořenovou hmotu, která poskytuje rostlině lepší příjem živin a větší odolnost proti suchu (Honsová 2019).

Počet vyvinutých odnoží je ovlivněno těmito faktory:

- výběr odrůdy ječmene – odrůdy se liší odnožovací schopností a rychlostí vývoje
- datum výsevu – časný výsev zvyšuje počet odnoží na rostlinu
- hloubka výsevu – hlubší výsev může snížit počet odnoží
- výsevek – vysoký výsevek dává více hlavních stébel a méně odnoží
- půda/stav set'ového lůžka – nedostatečné set'ové lůžko a udusání zpomaluje raný vývoj odnoží
- obsah živin v půdě – dobrá úrodnost zvyšuje počet odnoží
- podzimní aplikace dusíku do set'ového lůžka

Obecně platí, že čím nižší je počet semen a čím časnější je setí, tím více rostliny odnožují, konečný počet odnoží pak závisí a počtu odnoží, které přežijí až do tvorby klasů (YARA 2022).

Na počet odnoží a jejich přizítí má vliv:

- počasí na podzim a v zimě – chladné počasí zpomaluje tvorbu listů a odnoží
- použití regulátorů růstu rostlin – regulátory růstu rostlin lze použít ke zvýšení počtu přežitých odnoží (YARA 2022).

3.6.3. Počet zrn v klasu

Počet zrn v klasu závisí na počtu plodných klasů na stonku klasu. U ječmene obsahuje každý klásek pouze jeden květ, zatímco klásky pšenice obsahují dva až pět plodných květů. U dvouřadého ječmene se klásky tvoří ve trojicích. Plodný je však pouze květ na prostředním klásku. U šestiřadého ječmene jsou plodné květy na všech kláscích. Postupy pěstování plodin, zejména jejich výživa, mohou významně ovlivnit počet zrn/klas a počet klasů/m². Tyto faktory společně určují počet zrn/m². Počet zrn/m² a velikost jednotlivých zrn určují celkovou ukládací kapacitu v období nalévání zrna. U ozimého ječmene je výnos zrna nejvíce spjat s počtem zrn, proto jsou obzvláště důležitá včasná rozhodnutí o pěstitelských zásazích 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 zvažovat živiny, které mohou ovlivnit počet zrn v klasu, což je zejména dusík, draslík, měď, zinek, bor a mangan (Hřivna et al. 2013).

3.6.4. Hmotnost tisíce semen

Pro kvalitní založení porostu hraje důležitou roli výše výsevku i kvalita osiva. V poslední době se diskutuje o vlivu velikosti semen na polní vzcházivost a výnosy. Velikost a hmotnost semen se u osiva vyjadřuje hmotností tisíce semen (HTS), která je vlastností daného genotypu a ovlivňuje ji celá řada vnějších faktorů (Honsová 2019). Velikost zrna ječmene je dána genetikou rostliny tedy odrudou a délkou období nalévání zrna. Jakmile dojde k opylování, začne vyvíjení zrn. Čím delší je toto období nalévání zrn, tím vyšší bude pravděpodobně velikost zrn ječmene (Váňová et al. 2021). Velké zrna, s velkou hustotou má zpravidla větší poměr endospermu k ostatním morfologickým částem zrna. Vyšší hodnoty ukazují na vyšší podíl předního zrna (Straňák 2002). Dosažená HTS výrazně závisí na podmínkách prostředí při dozrávání semen, na agrotechnice a zdravotním stavu porostu (Honsová 2019). Kromě dodání živin lze velikost zrna ovlivnit i dodáváním vody, aby nedošlo ke stresu suchem. Velikost zrna ovlivní i kontrola nemocí, použití fungicidů a živin pro udržení zelené listové plochy, což vede ke snížení výskytu chorob a udržení zdraví rostliny (Sláma 2019). Kolísání HTS závisí na podmínkách zrání, dochází k tomu u všech plodin včetně obilovin. Větší velikost lépe vyvinutých semen se může kladně odrazit na počátečním vývoji rostlin. Čím větší semeno, tím více zásobních látek obsahuje zárodek nebo samotný zárodek dosahuje větší velikosti. Menší semena mohou mít horší semenářské hodnoty, nižší polní vzcházivosti a někdy mívají i pomalejší počáteční růst (Honsová 2019).

Za optimálních podmínek a při odpovídající agrotechnice však lze dosáhnout srovnatelných výnosů i při vysévání malých semen (Honsová 2019). Dodání dusíku má největší vliv na konečnou velikost a hmotnost zrn ječmene. Včasné aplikace zajistí porost obsahující ve stéblech vysoké množství sacharidů, které je potřebné pro vyvíjení zrn. To je důležité zejména v suchých oblastech, kde 60 % výnosu obilí může pocházet z těchto zásob. Fosfor společně s draslíkem, manganem a zinkem zvyšují v hmotnost zrn ječmene (Vaculová et al. 2010). Přednosti velkých semen mohou být potlačeny, protože bývají více mechanicky poškozeny při sklizni, což má negativní dopad na semenářskou hodnotu. Velká semena mají i větší nároky na vodu při klíčení a vzcházení (Honsová 2019). Pokud budou ve výsledku malá a nezralá zrna, je to způsobeno nadbytečnou aplikací dusíku nebo nedostatkem draslíku (Vaculová et al. 2010).

Podle polních pokusů Honsové (2019) se z hlediska HTS, varianty vzešlé z menších a větších semen téměř nelišily. I polní vzcházivost mezi variantami byla s minimálními rozdíly. Větší výnosy ale dosáhli v průměru varianty menších semen.

3.6.5. Vliv výsevku na kvantitativní ukazatele

Podle polního experimentu pěti hustot výsevu (100, 175, 250, 325 a 400 rostlin na m²) dle Emam & Moaid (2000), byl studován výnos zrna ozimého ječmene. Výsledky ukázaly, že rostoucí hustota rostlin urychlila rychlost apikálního vývoje a prodlužování stonku. Takto to pokračovalo až do začátku fáze rychlého prodlužování stonku. Během rychlého prodlužování stonku a růstu klasů se to však obrátilo a bylo to ve prospěch nižších hustot. U rostlin se zvýšenou hustotou 250 až 400 rostlin na m² nedošlo k žádné významné změně výnosu zrna. Ukázalo se, že vyšší hustoty výsevu 250 až 400 rostlin na m² byly v rozmezí kolem předpokládané optimální hustoty. 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 při vyšší hustotě rostlin nad 250 rostlin na m² vedlo ke zvýšení počtu klasů na m², ale bylo sníženo velikosti klasu tz. 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 (milionů klíčivých zrn) /ha, bylo prokázáno, že s nárůstem výsevu na ha, klesá hodnota hmotnosti tisíce zrn. Nejlepší parametry zrna, jak kvality, tak i HTS, jsou při výsevu 4,5 – 5,0 milionů klíčivých semen na hektar.

4. Metodika

4.1. Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusné plochy s ozimým ječmenem byly na pozemcích ZD (zemědělského družstva) Příchovice. Příchovice se nachází v okrese Plzeň – jih, cca 25 km od Plzně. Zeměpisné údaje: 49°35' zeměpisné šířky a 13°21' zeměpisné délky.

Oblast Příchovice je řazena do klimatického regionu mírně teplý a mírně vlhký. Půdy jsou zde středně hluboké až hluboké, zařazeny do půdních typů Luvizemě a Kambizemě. Pokus se uskutečnil na mírně svažitém pozemku.

4.2. Klimatické podmínky v průběhu vegetačního roku 2020 – 2021

Meteorologické údaje byly měřeny v obci Příchovice asi 2,5 km od pokusu. Délka vegetačního roku od zasetí 24.9.2020 do sklizně 22.7.2021 byla 302 dní.

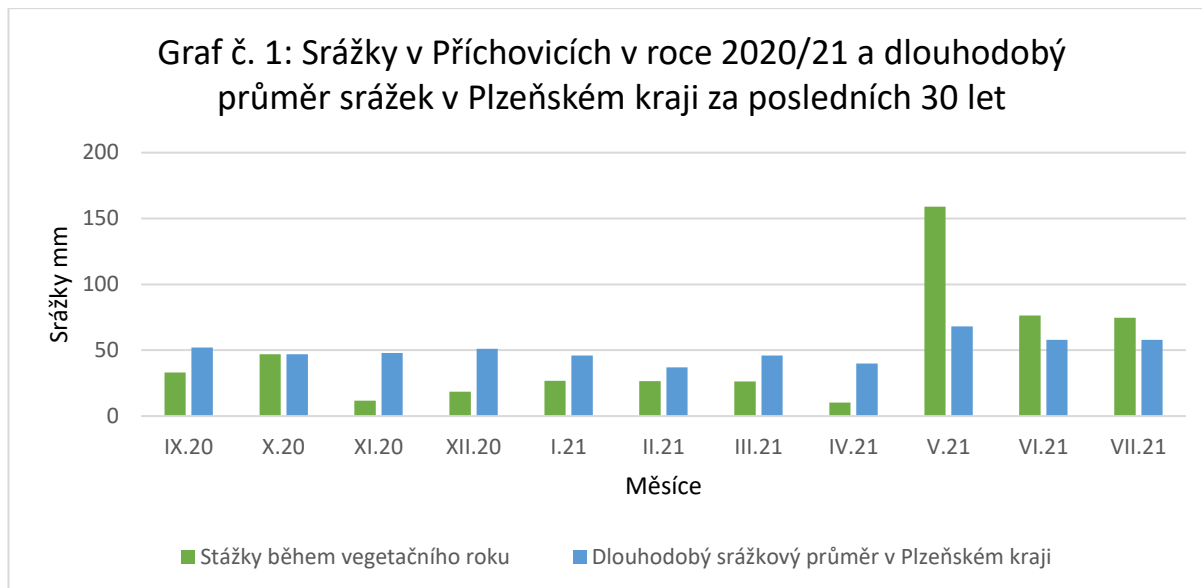
V tabulce č. 2 jsou uvedeny průměrné meteorologické údaje za rok 2020, 2021 a za vegetační rok.

Tabulka č. 2: Meteorologické údaje 2020 – 2021

	Srážky mm/rok	Průměrná teplota za rok °C
2020	527	10,9
2021	556	8,99
Vegetační rok	509	7,46

Graf č. 1 porovnává měsíční srážky ve vegetačním roce 2020 – 2021 s dlouhodobým srážkovým průměrem za posledních 30 let v Plzeňském kraji. Měsíc říjen, kdy probíhalo odnožování, byl vláhově průměrný, ale nastávající zima a jaro bylo vláhově podprůměrné. Nejméně srážek bylo v měsíci dubnu, kdy docházelo k udržení produktivních odnoží. V době nalévání zrna a zrání se vyskytovaly vydatné srážky, které s porovnáním s dlouhodobým průměrem byly velmi vysoké.

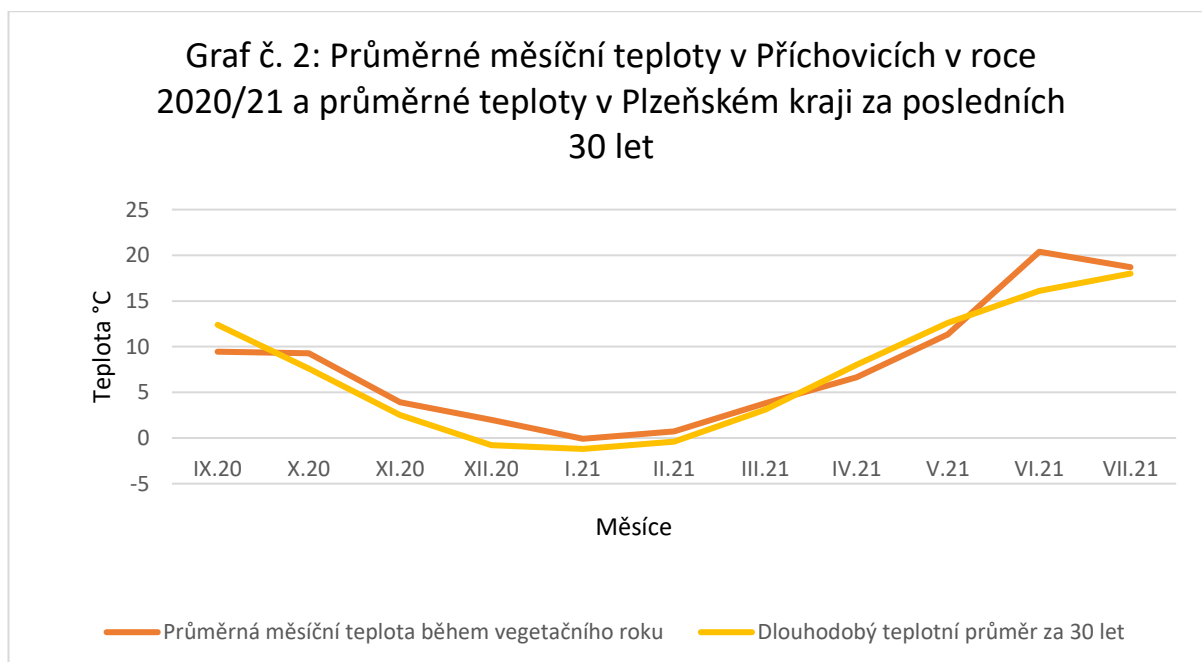
Graf č. 1: Srážky v Příchovicích v roce 2020/21 a dlouhodobý průměr srážek v Plzeňském kraji za posledních 30 let



Zdroj: (Meteorologická stanice Příchovice, ČHMÚ)

Porovnání měsíčních teplot znázorňuje graf č. 2, ze kterého je patrné, že teplota během vegetačního roku byla vyšší než dlouhodobý průměr. V měsících září, dubnu a květnu klesla teplota pod dlouhodobý průměr.

Graf č. 2: Průměrné měsíční teploty v Příchovicích v roce 2020/21 a průměrné teploty v Plzeňském kraji za posledních 30 let



Zdroj: (Meteorologická stanice Příchovice, ČHMÚ)

Rok 2021 byl, oproti roku 2020, vcelku chladný a deštivý. V měsíci červnu přišly poměrně velké bouřky a většina porostů obilnin v této oblasti polehla.

4.3. Metodika pokusu

4.3.1. Založení pokusu

Na pozemcích ZD Pířchovice byly 24.9.2020 založené 4 pokusné plochy (varianty) s rozdílnými výsevky ozimého ječmene odrůdou Kosmos. Výsevky byly 1,5; 2; 2,5 a 3 MKZ (milion klíčivých zrn) na hektar. Velikost jednotlivých pokusných ploch byla 18 x 400 m. Porosty byly založeny po pšenici ozimé z důvodu omezení vlivu dobré předplodiny.

Na pokusných plochách bylo provedeno základní zpracování půdy. Orba, která omezila výskyt výdrolu pšenice na pozemku, byla provedena na hloubku 250 mm a proběhla 15.9.2020. Před provedením orby byl na pozemek aplikován dolomitický vápenec v dávce 2 t/ha. Po orbě následovalo urovnání pozemku před setím pomocí talířového kypřiče do hloubky kypření 100 mm v datu 22.9.2020. Výsev porostů byl proveden 24.9.2020 secím strojem Pöttinger Terrasem C6 s roztečí do řádků 125 mm, hloubka setí činila 30 mm a rychlost při setí 9 km/h.

4.3.2. Použité přípravky při vegetaci

Na jaře 4.3.2021 se uskutečnilo regenerační hnojení s dávkou 150 kg/ha LAD (ledek amonný s dolomitem), 8.4.2021 byla aplikována močovina s dávkou 150 kg/ha a 19.4.2021 LAD s dávkou 150 kg/ha. V rámci listových hnojiv byla aplikována 22.4.2021 močovina 5 kg/ha + hořká sůl 2 kg/ha + Energen 3D + Cu, Mn, Mo a B a 24.5.2021 byl aplikován PeKacit 0,5 kg/ha + Zn.

Postemergentní aplikace herbicidů proběhla 22.10.2020 přípravkami Dikobraz Extra 0,25 l/ha + Chlortoluron 1,5 l/ha + Lambo 0,1 l/ha. Další přípravky na zkrácení porostů se aplikovaly dne 22.4.2021 Moxa 0,4 l/ha + Cyflamid 0,3 l/ha a dne 24.5.2021 přípravky Delaro 0,73 l/ha + Skeleton 0,46 l/ha + Nexide 0,08 l/ha.

4.3.3. Hodnocení porostu

První hodnocení porostu se konalo 16.10.2020, kdy byl hodnocen počet rostlin na ha, vzdálenost rostlin v řádku a stanoven byl i skutečný počet tzv. dvojáků na jednotku plochy (pojem dvoják znamená rostliny vysety společně ve dvojici v jednom řádku, jež vzniklo nepřesností secího stroje). 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 v úhlopříčně umístěných šesti bodech (opakování), byl stanoven počet rostlin v řádku o délce 0,5 m, a zároveň byla stanovena vzdálenost mezi rostlinami. Poté byl stanoven počet rostlin na jednotku plochy a počet dvojáků. Pro hodnocení pravidelnosti rozmístění rostlin v řádku byl použit variační koeficient a směrodatná odchylka.

Další kontrola porostu proběhla 16.12.2020. Byly zaznamenány počty odnoží a při kontrole stavu porostu bylo zjištěno napadení padlím travním, kdy vyšší napadení vykazovaly nejhustější porosty, na kterých byly přítomny zažloutlé až nekrotizované listy.

Další stanovení počtu odnoží proběhlo 20.2.2021. Z každé varianty bylo odebráno dvacet rostlin (úhlopříčně na ploše) a u nich stanoven počet odnoží. Porosty již nevykazovaly žádné poškození padlím travním, na rozdíl od zimní kontroly.

Konečné hodnocení počtu rostlin na jednotku plochy a počet odnoží na rostlině bylo stanoveno na 24.3.2021. Rostliny byly vyryty na každé variantě (pokusném poli) ve dvou sousedních řádcích na 0,5 m dlouhém úseku v šesti opakování uhlopříčně na ploše a následně spočítány na každé rostlině počet odnoží a počet rostlin na jednotku plochy. Poté byla u každého opakování u 30 rostlin odstrižena nadzemní biomasa v místě přechodu podzemní a nadzemní části. Každá rostlina byla usušena a zvážena zvlášť. Sušeno probíhalo při teplotě 105 °C, po dobu 24 h. Následně byla stanovena průměrná suchá hmotnost nadzemní biomasy rostliny a produkce nadzemní biomasy v t/ha.

V době dozrávání porostů se uskutečnilo hodnocení počtu klasů a počtu zrn v klase k datu 30.6.2021. Rostliny byly z plochy 0,5 m², uhlopříčně na plochu, vytrhány u všech variant po 4 opakování a na kraji pole byl určen počet plodných odnoží na rostlině a počet klasů na jednotku plochy. Počet zrn v klasu probíhal výběrem 20 klasů z každého opakování v rámci variant. Vybírány byly klasy různých velikostí, aby se předešlo výběru těch nejlepších nebo naopak nejhorších a byl spočítán počet zrn v jednotlivých klasech.

Sklizeň porostů proběhla 22.7.2021. Z důvodu polehlosti porostů se sklizeň prováděla vystříháním celých rostlin na ploše o velikosti 0,5 m² (uhlopříčně na plochu) těsně u země, aby bylo možné stanovit i výnos slámy. Výmlat zrna proběhl na stacionární mlátičce. Po výmlatu byla stanovena suchá hmotnost slámy a zrna (sušeno při teplotě 105 °C, po dobu 24 h) a následně byla stanovena produkce suché biomasy slámy a suchý výnos zrna na jednotku plochy (t/ha). Sušeno bylo při teplotě 105 °C, po dobu 24 h. U každého vzorku byla hodnocena i objemová hmotnost, HTS a obsah látek v zrně. HTS se stanovila spočítáním 500 zrn z každé varianty po 2 opakování a následným zvážením. Kvalita zrna byla stanovena pomocí metody NIR – obsah N látek a obsah škrobu.

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

5. Výsledky

První hodnocení 16.10.2020 dokládá tabulka č. 3, která udává skutečný počet rostlin na jednotku plochy, průměrnou vzdálenost v řádku, směrodatnou odchylku a variační koeficient pro vzdálenost rostlin mezi rostlinami a průměrný počet dvojáků.

Tabulka č. 3: Výsledky hodnocení 16.10.2020

Teoretický výsevek (MKZ/ha) Výsev 24.9.2020	Skutečný počet rostlin na ha (v mil.) Hodnoceno 16.10.2020	Průměrná vzdálenost v řádku (mm)	Směrodatná odchylka (mm)	Variační koeficient (%)	Počet dvojáků na ha (kusy)
1,5	1,8	46,1	30,0	65,0	22 222
2	2,64	30,4	25,1	82,7	155 556
2,5	3,02	26,1	22,9	87,7	400 000
3	3,76	21,3	19,9	93,7	711 111

Přes uvedené rozdíly mezi teoretickým a skutečným počtem rostlin byl dosažen požadovaný rozdíl mezi jednotlivými variantami v počtu rostlin na jednotku plochy, včetně viditelných rozdílů mezi průměry udávaných výsevků. Ve variantě s nejvyšším počtem jedinců dosahovala hodnota dvojáků 711 tis na ha. U druhého nejvyššího výsevku 400 tis. dvojáků na ha.

Při kontrole 16.12.2020 byl ve variantě s nejnižším počtem rostlin dobře patrný „přitisklý“ habitus, který je samozřejmě pro ozimy typický v důsledku působení infračerveného záření. Směrem k nejhustějším porostům se habitus měnil v důsledku konkurence o prostor a o světlo, na obrázku č. 2 byly rostliny vytáhlejší a listy vzpřímenější.



Obrázek č. 2: Stav porostů ozimého ječmene 16.12.2020

Na plochách s nejnižším počtem rostlin byly zaznamenány vyrovnané odnože a jejich počet se pohyboval v rozmezí 5 – 7 kusů. Na plochách s nejvyšším počtem rostlin je značná nevyrovnanost mezi rostlinami v důsledku vysoké konkurence v řádku a počet odnoží se pohyboval v rozmezí 3 až 5 odnoží na rostlinu. Všechny porosty byly napadeny padlím travním, vyšší napadení měli porosty s nejvyšší hustotou, na kterých byly výrazněji zažloutlé až nekrotizované listy.

Další stanovení počtu odnoží proběhlo 20.2.2021. Časné jarní hodnocení v tabulce č. 4 potvrdilo vyšší produkci odnoží na rostlině na plochách s menším počtem rostlin. Obrázek č. 3 ukazuje stav rostlin po zimě a obrázek č. 4 stav porostů 20.2.2021.

Rostliny ozimého ječmene, založeno 24.9.2020

počet rostlin na ha (v mil.), hodnoceno 16.10.2020	počet odnoží na rostlinu (kusy), hodnoceno 20.2.2021	počet rostlin na ha (v mil.), hodnoceno 16.10.2020	počet odnoží na rostlinu (kusy), hodnoceno 20.2.2021	počet rostlin na ha (v mil.), hodnoceno 16.10.2020	počet odnoží na rostlinu (kusy), hodnoceno 20.2.2021	počet rostlin na ha (v mil.), hodnoceno 16.10.2020	počet odnoží na rostlinu (kusy), hodnoceno 20.2.2021
1,80	10	2,64	7	3,02	7	3,76	4



Brant, 2021

Obrázek č. 3: Stav rostlin 20.2.2021



Obrázek č. 4: Stav porostu 20.2.2021

Při dalším stanovení počtu rostlin v datu 24.3.2021 byl zaznamenán pokles rostlin oproti stavu počtu rostlin na podzim 16.10.2020. Na plochách s prvním a druhým nejnižším výsevku došlo k redukcii počtu rostlin o 20 %, u třetího nižšího výsevku o 18 % a u nejvyššího výsevku o 16 %. Průměrný počet rostlin na jednotku plochy dokládá tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Výsledky hodnocení 20.2.2021 s porovnáním hodnocením z 16.10.2020

Teoretický výsevek (MKZ/ha) Výsev 24.9.2020	Skutečný počet rostlin na ha (v mil.) Hodnoceno 16.10.2020	Počet odnoží na rostlinu (kusy) Hodnoceno 20.2.2021	Počet odnoží na rostlině na ha (v mil.) Hodnoceno 20.2.2021
1,5	1,8	10	17,6
2	2,64	7	18,5
2,5	3,02	7	21,2
3	3,76	4	16,5

Průměrný počet všech odnoží v daném termínu dosahoval u nejnižšího výsevku 14 odnoží na rostlinu, a poté sestupně k nejvyššímu výsevku 10; 10 a 8 kusů. Mezi počtem odnoží na rostlinu na nejnižším a nejvyšším výsevku byly prokázány statisticky průkazné rozdíly vůči ostatním variantám.

Výsledky z doby zrání 30.6.2021 jsou součástí tabulky č. 5. S nárůstem počtu rostlin na plochu narůstal i počet klasů na jednotku plochy, ale počet plodných odnoží na rostlině byl vyšší na plochách s menším počtem rostlin.

Tabulka č. 5: Výsledky hodnocení z dat 24.3.2021 a 30.6.2021

Skutečný počet rostlin na ha (v mil.) Hodnoceno 16.10.2020	Počet rostlin na ha (v mil.) Hodnoceno 24.3.2021	Počet plodných odnoží na rostlině (kusy) Hodnoceno 30.6.2021	Počet klasů na m ²	Počet zrn v klasu (kusy)
1,8	1,4	6,5	662	47,0
2,64	2,1	5,8	677	45,9
3,02	2,5	4,3	713	46,4
3,76	3,1	3,8	861	37,8

V důsledku bouřek bohužel porosty polehly, a to i s aplikací krácení porostů v datech 22.4.2021 a 24.5.2021. Na plochách s nejvyšším počtem rostlin, většina zcela polehla a k zalomení stébel došlo přímo u země. U řidších variant byla stébla pevnější a k zalomení došlo ve výšce 150 až 200 mm nad zemí.

Na obrázku č. 5 můžeme vidět na variantě s nejvyšším výsevku byly klasy nevyrovnané a ve srovnání s řidšími variantami i menší klasy.



Obrázek č. 5: Stav klasů z 30.6.2021 (foto Brant)

Po sklizni porostů 22.7.2021 jak dokládá tabulka č. 6 byly vyhodnoceny výsledky výnosových prvků porostu a průměrný výnos zrna a slámy.

Tabulka č. 6: Výsledky hodnocení ze sklizně 22.7.2021

Skutečný počet rostlin na ha (v mil.)	HTZ (g)	Výnos zrna (t/ha, 100 % sušina a čistota)	Výnos slámy (t/ha, 100 % sušina)	Objemová hmotnost (g/l)	N látky (%)	Škrob (%)
Hodnoceno 24.3.2021						
1,4	32,2	8,39	9,14	572,3	16,4	59,7
2,1	29,2	7,09	10,52	562,5	14,7	60,1
2,5	28,6	6,89	9,48	561,4	15,7	59,0
3,1	29,5	6,88	10,09	547,0	15,3	59,4

Porosty s nejnižším počtem rostlin dosáhly výnosu zrna 8,4 t/ha a porosty s vyššími výsevky se pohybovaly na hranici 7 t zrna na ha. Výsledky potvrzují předem stanovené předpoklady, že nižší počet rostlin je spojen s pozitivním nárůstem HTZ, s počtem zrn v klasu a N látky. Nejvyšší obsah škrobu byl u výsevku 2,1 MKZ.

6. Diskuze

V mém pokusu byly značné rozdíly v teoretickém a skutečném výsevku na ha. Důvodem může být nastavení výsevního množství na hmotnost výsevku, kdy konečný počet semen na jednotku plochy je poté ovlivněn kolísáním HTS, nebo delší trajektorii potřebnou pro ustálení se výše výsevku (Brant & Krček 2019). Proto hodnocení počtu rostlin vždy probíhalo v minimální vzdálenosti 80 m od souvratě z důvodu ustálení výsevku.

Nejmenší výsevek může vést k větší pravděpodobnosti zaplevelení a větších nákladů na ošetřování, klesá zde i počet klasů na m². Nejvyšší výsevek vedl k nejnižšímu počtu zrn v klasu, zvyšuje větší propad přes síto a zvyšuje počet dvojáků na ha. Podle pokusu Honsová (2017) s jarním ječmenem na ekologické ploše s porovnáním tří výsevků 300, 400 a 500 klíčivých obilok na m², se stoupajícím výsevkem se zvyšoval i počet rostlin na m², ale HTS se stoupajícím výsevkem klesala. Při plánování je potřeba počítat, že z dvojáků zůstane jen jedna rostlina, je tedy potřebné snížit při výsevku počet jedinců o ½ počtu dvojáku na jednotku plochy u vyšších výsevků – výsevek nad 2,5 MKZ na ha. Musíme i přemýšlet o kolik se sníží produkce jedné rostliny, roste-li souběžně s druhou či dalšími jako dvoják nebo troják apod. Je známo negativní vliv konkurence rostlin na produkci semen (Honsová 2017). Právě navyšování výsevku nemusí být cesta k zajištění konečného požadovaného množství rostlin na jednotce plochy, za předpokladu dobrých podmínek pro vzcházení. Dosavadní výsledky z literatury poukazují na negativní vliv vyšších výsevků na konkurenci rostlin, na produkci semen a kvalitu semen. Emam & Moaicd (2000) potvrdily výsledky pokusu. Jejich výsledkem bylo, optimální počet hustoty výsevku 250 rostlin na m², který vede ke zvýšení výnosu. Podle Khokonova et al. (2018), který zkoušel pouze výsevky od 4,5 do 6,0 MKZ/ha, bylo prokázáno, že nejlepší parametry zrna jsou při nejmenším výsevku 4,5 – 5,0 MKZ/ha. Noworolnik (2010) měl pokusy se třemi výsevy jarního ječmene 250, 350 a 450 semen na ha. Jeho pokus vykázal vyšší výnosy v reakci na vyšší výsevek, důsledkem zvýšením počtu klasů na jednotku plochy. HTZ byla, ale výrazně vyšší při nízkém výsevu.

I při vývoji nových technologií bychom neměli zapomínat na obecné principy určující optimalizaci výsevku ve vztahu k aktuálnímu stavu půdy, počasí, kvalitě osiva apod. Výše výsevku je totiž primárně ovlivněna samotným průběhem počasí před založením porostu a očekávaným vývojem průběhu počasí a dostupnosti vody v půdě. Počet klíčivých zrn na jednotku plochy je ovlivněno i stavem půdy po předseťové přípravě, při setí, ve vztahu k předplodině apod. Podle pokusu Honsová (2017) se stoupajícím výsevkem klesalo procento polní vzházivosti. A výnosy u tří porovnávaných výsevků na ekologické ploše lišily jen minimálně. Tedy i v ekologickém pěstování lze snížit výsevek na m² a nebude to mít negativní vliv na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna.

Zapomenout bychom neměli ani na snižování výsevku ozimého ječmene u osivářských porostů, které se spojí s nárůstem HTS a tím i s výtěžností osiva. Proto na šlechtitelské stanici Selgen, a.s. Lužany u Přeštic, probíhají v letošním roce pokusy na parcelách u různých druhů odrůd ozimého ječmene s výsevky 2,5; 3,5 a 4,5 MKZ/ha.

Pokus byl pěstován v poměrně deštivém roce, proto bych chtěla doporučit další směr výzkumu pěstování ječmene s nižšími výsevky v suchém roce. Jak je známo, že ječmen ve srovnání s jinými obilninami je dobře adaptován na sucho, z důvodu dobře vyvinutým kořenovým systémem (Csajbók et al. 2020). Ale v extrémních suchých podmínkách, které trvají v době zrání delší dobu dochází k vynucené zralosti a snižuje se kvalita zrna. Sucho snižuje výnos zrna, snížení počtu odnoží, klasů a zrn na rostlinu a HTS (Paknijat 2010).

Výše uvedené skutečnosti si již část zemědělské praxe uvědomuje a již dnes část zemědělských podniků pracuje s výsevky ozimého ječmene na úrovni 2,5 MKZ na ha.

7. Závěr

- Na základě provedených pokusů s ozimým ječmenem ve vegetačním roce 2020 – 2021, jejichž cílem bylo prokázat vliv hustoty porostu na jednotku plochy na kvalitativní a kvantitativní parametry zrna. Do pokusu byla zařazena odrůda Kosmos zaseta ve čtyřech odlišných výsevcích. Odrůda Kosmos má velmi vysoký výnos a dobrou mrazuvzdornost.
- S porovnáním čtyř výsevků 1,5; 2; 2,5 a 3 MKZ se stoupajícím výsevkiem stoupala hustota porostu tedy počet rostlin na metru. Ale klesalo počet odnoží na rostlině a tím i jejich vyrovnanost v důsledku vysoké konkurence v řádku. Na jaře došlo na plochách s nejnižším výsevkiem k redukci počtu rostlin na ploše, a to až o 20 %. Se zvyšujícím výsevkiem narůstal počet klasů na m², ale klesal počet plodných odnoží. Klesal i počet zrn v klasu. Na variantě s nejvyšším výsevkiem byly klasy nevyrovnané, a i menší klasy. Na plochách s řidšími variantami výsevků byly stébla silnější a pevnější, proto polehnutí porostu bylo ve výšce 150 až 200 mm nad zemí. Se zvyšujícím výsevkiem klesaly výnosy zrna na ha, objemová hmotnost a HTZ. Nejvyšší obsah N látek a obsah škrobu měli nejmenší výsevky.
- Ječmen má velkou odnožovací schopnost, a proto umí do určité míry kompenzovat nižší počet rostlin na plochu. Lze z hlediska praxe za reálné považovat výsevek mezi 2,2 až 2,5 MKZ/ha. Úspora na osivu se u našich výsevků mezi nejnižšími a nejvyšším výsevkiem bude pohybovat kolem 680 až 730 Kč na ha, odhad nákladů na transport a plnění při nižším výsevku je tak úspora do 100 až 200 Kč na ha, liší se to podle délky dojezdu na pozemek.

Stanovisko k hypotéze:

Snížení výsevků ozimého ječmene nemá negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a vede ke snížení nákladů na pěstební technologii. Hypotéza je tedy potvrzena a snížení výsevků ozimého ječmene nemá negativní vliv na kvalitu a produkci zrna a vede to ke snížení nákladů na pěstební technologii.

8. Seznam použité literatury

AHDB. 2022. The main compinents of yield in barley. Agriculture and Horticulture Development Board. Dostupné z: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/the-main-components-of-yield-in-barley> (cit. Březen 2022).

Ahmadi SH, Sepaskhah AR, Zarei M. 2020. Medeling winter barley root distribution in flat and raised bed planting systems subject to full, deficit and rainfed irrigation. *Rhizosphere* **16**:100257.

Arvidsson J. 1999. Nutrient uptake and growth of barley as affected by soil compaction. *Plant and soil* **208**:9 – 19.

Ball BC, Robertson EAG. 1990. Straw incorporation and tillage methods: straw decomposition, denitrification and growth and yield of winter barley. *Journal of Agricultural Engineering Research* **46**:223 – 243.

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. Dostupné z: <https://www.fenofaze.cz/cz/sledovane-druhy/jecmen-sety-ozimy/> (cit. Leden 2022).

Brant V, Krček V. 2019. Spotřeba osiva při výsevu na počet jedinců a při výsevu na stanovenou hmotnost výsevu. Centrum precizního zemědělství pro ČZU.

Brant V. 2021. Základní zpracování půdy (8): Zhutnění půdy a kypření podorničních vrstev půdního profilu. *Agromanual.cz*. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zaklady-zpracovani-pudy-8-zhutneni-pudy-a-kypreni-podornicnich-vrstev-pudniho-profilu> (cit. Duben 2022).

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 prod-uction, improvement, and uses. *ResaarchGate* **210**:162.

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

Ceccarelli S, Grando S, Hamblin J. 1992. Relationship between barley grain yield measured in low – and high – yielding environments. *Euphytica* **64**:49 – 58.

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.

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

Delogu G, Cattiveli 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.

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. 2009. Chemical composition in barley grains and malt quality. *Genetics and improvement of barley malt quality* 63 – 98.

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.

Gregory FG. 1926. *The Effect of Climatic Conditions on the Growth of Barley*. Oxford University Press **26**:40 - 157.

Honsová H. 2019. Ovlivňuje velikost semen ječmene polní vzcházivost a výnosy?. Sborník konference „Ječmen v suchu... A co kvalita?“.

Honsová H. 2019. Velikost semen a produktivita porostu ječmene. *Agromanual.cz*. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/velikost-semen-a-produktivita-porostu-ječmene> (cit. Únor 2022).

Honsová H. 2017. Porovnání výsevků jarního ječmene při ekologickém pěstování. Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“.

Honsová H. 2017. Výsevky ve vztahu k polní vzcházivosti a výnosům jarního ječmene. *Agromanual.cz*. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a->

pestovani/osivo-a-sadba-1/vysevky-ve-vztahu-k-polni-vzchazivosti-a-vynosum-jarniho-ječmene (cit. Duben 2022).

Hosnedl V. 2008. Osivo a významný vliv jeho kvality. Profí Press – Zemědělec. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/osivo-a-vyznamny-vliv-jeho-kvality/> (cit. Březen 2022).

Hřivna L. 2002. Cesty k dosažení kvalitní produkce obilovin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/pdf/vyziva_a_kvalita_obilnin.pdf (cit. Březen 2022).

Hřivna L, Homola L, Burešová I. 2012. Vliv hnojení dusíkem a sírou na dynamiku růstu tvorbu výnosotvorných prvků a výnos sladařsky využitelného zrna odrůd ječmene vhodných k výrobě piva českého typu. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – pokrok v technologii a možnostech trhu“.

Hřivna L, Richter R, Ryant P. 2013. Vztah mezi obsahem živin v sušině rostlin ječmene, výnosem a obsahem N-látek v zrně. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – intenzita a kvalita“.

Hubík K, Mareček J. 2002. Kvalita ječmene. Profí Press – Úroda. Dostupné z: <https://uroda.cz/kvalita-ječmene/> (cit. Březen 2022).

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 pflanzenbau **171**: 114 – 123.

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.

Kirby EJM. 1995. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. Crop Science **35**:11 – 19.

Kirby EJM. 1993. Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. Field Crops Research **35**:101 – 111.

Kirby EJM. 1966. The effect of plant density upon the growth and yield of barley. Journal of Agricultural Science Cambridge **317** – 324.

Koprna R, Petrásek J, Spíchal L. 2017. Nové možnosti optimalizace počtu odnoží a zvýšení výnosové jistoty u obilnin. Agromanual.cz. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/nove-moznosti-optimalizace-poctu-odnozi-a-zvyseni-vynosove-jistoty-u-obilnin> (cit. Únor 2022).

Kunzová E. 2010. Výživa rostlin a hnojení draslíkem. Výzkumný ústav rostlinné výroby.

- 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.
- Mařík P, Prášil T, Prášilová P, Horčíčka 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.
- Mirschel W, Wenkel KO, Schultz A, Pommerening J, Verch G. 2005. Dynamic phenological model for winter rye and winter barley. European Journal of Agronomy **23**:123 – 135.
- Mráz J. 2013. Použití dusíkatých hnojiv s inhibitorem ureázy u jarního ječmene. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – intenzita a kvalita“.
- 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.
- 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.
- Profi Press. 2007. Jak na ošetření porostů. Úroda – Profi Press. Dostupné z: <https://uroda.cz/jak-na-osetreni-porostu/> (cit. Březen 2022).
- Profi Press. 2007. Posklizňová úprava zrnin a olejnin. Úroda – Profi Press. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/poskliznova-uprava-zrnin-a-olejnin/> (cit. Březen 2022).
- Richter R, Hřivna L, Běhal R. 2013. Dusík rozhoduje o výnosu a kvalitě zrna. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – intenzita a kvalita“.
- Richter R. 2005. Ječmen ozimý. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně, Brno. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/a_index_obilniny.htm (cit. Listopad 2021).
- Sachambula L, Psota V. 2014. Quality of Winter Barley Grain from the Testing Localities in the Czech Republic, Harvest. Kvasný průmysl **64**:94 – 98.
- Samarah NH, Alqudah AM, Amayreh JA, McAndrews GM. 2009. The effect of late – terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science **195**:427 – 441.
- Samarah NH. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. Agronomy for sustainable development **25**: 145 – 149.

Scott DI, Tams AR, Berry PM, Mooney SJ. 2005. The effects of wheel-induced soil compaction on anchorage strength and resistance to root lodging of winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Soil and Tillage Research* **82**:147 – 160.

Selgen. 2021. Agrotechnická doporučení – Ječmen ozimý. Selgen a.s. Dostupné z: <https://selgen.cz/agrotechnicka-doporuceni-2/jecmen-ozimy/> (cit. Duben 2021).

Sláma T. 2019. Braňte se poléhání a poškození klasu. YARA Agri Czech Republic s.r.o. Dostupné z: <https://www.yaraagri.cz/novinky-a-akce/novinky/2019-04-gramitrel-sucho-4/> (cit. Březen 2022).

Straňák A. 2002. Kvalita ječmene. Profi Press – Úroda. Dostupné z: <https://uroda.cz/kvalita-jecmene/> (cit. Leden 2022).

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

Šnobl J, Chaloupský R, Honsová H, Hradecká D. 2002. Vliv hustoty založeného porostu na tvorbu výnosových prvků ozimé pšenice. KRV AF ČZU. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/119173> (cit. Březen 2022).

Špunar J. 2001. Ozimý ječmen a jeho perspektiva. Profi Press – Úroda. Dostupné z: <https://uroda.cz/ozimy-jecmen-a-jeho-perspektiva/> (cit. Březen 2022).

Štěrba Z. 2009. Výživa obilnin dusíkem. Profi Press – Zemědělec. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/vyziva-obilnin-dusikem/> (cit. Březen 2022).

Teksl M. 1996. Pěstování rostlin I. učebnice pro střední zemědělské školy. Credit, Praha.

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.

ÚKZÚZ. 2021. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2021. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a Národní odrudový úřad. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/691470/ZUH_21_JecmenO_SDO.pdf (cit. Březen 2022).

ÚKZÚZ. 2015. Seznam doporučených odrůd 2015. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a komise pro Seznam doporučených odrůd ječmene. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/398907/Jecmen_ozimy_2015.pdf (cit. Březen 2022).

Vaculová K, Balounová M, Cerkal R, Ehrenbergerová J. 2010. Vliv lokality a ročníku na obsah minerálních látek v zrně ječmene jarního. *Kvasný průmysl* **56**.

Váňová M, Jirsa O, Hledík P. 2021. Výnos a kvalita jarního ječmene po cukrovce pěstované po různých předplodinách a různém zpracování půdy v pokusech 2019 a 2020. Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6-Ruzyně.

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.

YARA. 2022. Výnos ječmene. YARA Agri Czech Republic s.r.o. Dostupné z: <https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/plodiny/jecmen/> (cit. Únor 2022).

Zimolka J, a kol. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v ČR. Profi Press. Praha.

Žamboch M, Brant V, Procházka P. 2021. Pěstování mladého ječmene v podmínkách ČR. Profi Press – Úroda **1**:57 – 59.