

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Změny struktury porostu ve vztahu k výnosovým  
parametrům**

**Bakalářská práce**

**Michal Krajíček**

**Rostlinná produkce (FYTOB)**

**Doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Změny struktury porostu ve vztahu k výnosovým parametrům" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.04.2023

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc.Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za odborné rady a připomínky, poskytnutí odborných konzultací, a ochotu při psaní bakalářské práce.

Rád bych poděkoval i mé rodině, za podporu po celou dobu studia.

# Změny struktury porostu ve vztahu k výnosovým parametrům

## Souhrn

Bakalářská práce se zabývá popisem v literární rešerši specifikací vlivu struktury porostu na výnosy jarního ječmene a založením polního pokusu se dvěma varianty roztečí řádků ve vzájemném propojení se snížením jedinců na jednotku plochy. Cílem bylo ověřit vliv zvýšení rozteče řádků u jarního ječmene při snížení výsevku na výnos zrna a ve vztahu k hodnotám výnosotvorných prvků porostů. Obě varianty se lišily pouze ve vzdálenosti řádků, která činila 125 mm a 250 mm v závislosti na hustotě porostu. Výsevek u řádků 125 mm činil 1,5 mil. klíčivých zrn/ha a u řádků 250 mm pak 1,3 mil. klíčivých zrn/ha. Agrotechnika při zakládání porostů a následně i v průběhu vegetace byla schodna. V rámci hodnocení bylo na sledovaných lokalitách provedeno hodnocení počtu rostlin na jednotku plochy, stanovení průměrné hmotnosti rostlin a následně došlo před sklizní pokusných ploch k hodnocení teoretického výnosu na základě odběru rostlin z ploch o velikosti 0,25 m<sup>2</sup> s následným ručním výmlatem. U porostů byl sledován počet klasů na jednotku plochy, počet zrn v klasu a HTZ. Následně byla provedena reálná sklizeň sklízecí mlátičkou. Založení porostů jarního ječmene do řádků 250 mm se sníženým výsevkem snížilo spotřebu osiva o 13,3 % ve srovnání s výsevem do řádků 125 mm s vyšším výsevkem. Porosty založené do širších řádků (250 mm) vykazovaly v době plné zralosti vyšší hodnoty počtu klasů na jednotku plochy a počet zrn v klasu, rozdíly mezi průměry byly statisticky průkazné. Na variantě s větší roztečí řádků byl teoretický výnos zrna o 1,055 t/ha vyšší ve srovnání s užšími řádky, rozdíly mezi průměry byly statisticky průkazné. Na variantě s větší roztečí řádků byl reálný výnos zrna rovněž vyšší a to o 0,159 t/ha ve srovnání s užšími řádky. Snížení výsevku v kombinaci se širší roztečí řádků vedlo k úsporám 1945 Kč/ha ve srovnání s kontrolní variantou. Ostatní vstupy byly na obou hodnocených variantách shodné.

**Klíčová slova:** jarní ječmen, hustota setí, meziřádková vzdálenost, odnože, klas, HTZ

# Changes in the stand structure in relation to yield parameters

## Summary

The bachelor's thesis deals with the description in a literature search by the specification of growth's structure influence on spring barley revenue and establish of the field experiment with two variants of row spacing in mutual connection with decrease of seeds per unit area. The goal of experiment was to verify influence of higher row spacing in case of spring barley while decrease seeds unit in relation to the values of the yield-generating elements of the grain ears. Both variants differed only in the row spacing, which were 125mm and 250mm, depending on the density of the vegetation. Sowing in 125 mm rows was 1.5 million key grains/ha and in 250 mm rows 1.3 million key grains/ha. Agricultural machinery during sowing and then also during the vegetation period was same as well. As part of the evaluation, it was assessed number of plant units per area, measured average weight of the plants and subsequently, before harvesting the experimental grain ears, an assessment of the theoretical yield was carried out based on plant subscription from 0,25 m<sup>2</sup> area, with subsequent manual harvesting. In the stands, the number of ears per unit, number of grains in an ear and HTZ were monitored. In the end, the real harvest was done with a combine harvester. Establishing spring barley stands in 250 mm rows with reduced seeding reduces seed consumption by 13.3% compared to sowing in 125 mm rows with higher seeding. Stands established in wider rows (250 mm) in the direction at the time of full ripening showed higher values of the number of ears per unit area and the number of grains in the ear, the differences between the averages were statistically significant. On the variant with a larger row spacing, the theoretical grain yield was 1,055 t/ha higher compared to narrower rows, the differences between the averages were statistically significant. On the variant with a larger row spacing, the real grain yield was also higher by 0.159 t/ha compared to narrower rows. The reduction in seeding in combination with wider row spacing led to savings of 1,945 crowns/ha compared to the control variant. The other inputs were the same on both evaluated variants.

**Keywords:** spring barley, seeding density, row spacing, tillers, grain ear, HTZ

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Cíl práce a hypotézy</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Rod ječmen</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2 Biologická charakteristika jarního ječmene</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3 Význam jarního ječmene ve světě</b> .....	<b>12</b>
<b>3.4 Hospodářské využití</b> .....	<b>13</b>
<b>3.5 Rozhled užitkových směrů ječmene jarního</b> .....	<b>14</b>
<b>3.6 Agrotechnika ječmene jarního</b> .....	<b>15</b>
<b>3.7 Pěstování s širších řádcích</b> .....	<b>20</b>
<b>4 Metodika</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 Charakteristika stanoviště</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2 Charakteristika odrůdy</b> .....	<b>22</b>
<b>4.3 Založení porostu</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4 Metodika odběrů</b> .....	<b>24</b>
4.4.1 Hodnocení počtu rostlin.....	24
4.4.2 Hodnocení porostů během vegetace .....	24
4.4.3 Hodnocení porostů při sklizni.....	24
4.4.4 Statistické vyhodnocení pokusu .....	25
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>26</b>
<b>6 Diskuze</b> .....	<b>28</b>
<b>7 Závěry a doporučení pro praxi</b> .....	<b>30</b>
<b>8 Literatura</b> .....	<b>31</b>
<b>9 Seznam použitých zkratk a symbolů</b> .....	<b>34</b>
<b>10 Seznam doplňujících obrázků</b> .....	<b>I</b>
<b>11 Obrázky</b> .....	<b>II</b>

# 1 Úvod

V současné době je snaha při pěstování ozimých a jarních obilnin obměňovat strukturu porostu v rámci změn v počtech jedinců na jednotku plochy a změn rozteče řádků oproti dřívějším standardním výsevům. Důsledek těchto změn má velmi vysoký potenciál především v úspoře vstupních nákladů při zakládání porostů a také pro využití neosetých meziřadí, které mohou poskytnout prostor pro zonální hnojení s variabilitou buď pro použití minerálních hnojiv anebo tekutých statkových hnojiv. Pěstování ozimých obilnin v širších řádcích je již některými zemědělskými subjekty v České republice využíváno, zejména se jedná o pěstování pšenice ozimé s roztečí řádků 250 až 300 mm. Ověřovány jsou i výsevy ozimého ječmene. Cílem technologie pěstování ozimých obilnin s větší roztečí řádků je především omezení vodního stresu v oblastech s nedostatkem srážek. Zvýšení rozteče řádků v kombinaci se snížením výsevku u časněji setých porostů ozimé pšenice zajišťuje na podzim větší tvorbu silných odnoží, které jsou základem tvorby plodných odnoží na jaře. S nástupem suchých období dochází k redukci nejslabších odnoží, bez zásadního vlivu na stabilitu počtu zrn v klasu a na redukci hmotnosti tisíce zrn (HTZ) při sklizni na hlavním stéble a většinou na 1. až 3. odnoží. Z důvodu odnožování je pro dané technologie nutné volit tzv. kompenzační odnože pšenice.

Zvýšení rozteče řádků u jarních obilnin, především u jarního ječmene, není doposud v podmínkách České republiky ověřeno. Jedním z důvodů vedoucím k pěstování jarního ječmene v širších řádcích je rovněž omezení poklesu výnosu v suchých oblastech a zároveň snížení nákladů na pěstební technologii na základě snížení výsevku. Prostor meziřadí lze také využít pro osetí pomocných plodin či se v dnešní době zvyšující plečkování, které je nápomocno k likvidaci plevelných rostlin, kde jsme reálně schopni ušetřit náklady na herbicidy a snížit tím jejich používání. Plečkování lze také u větších roztečí řádků využít za účelem rozrušení půdního škraloupu, provzdušnění půdy a zlepšit tím i vlastosti půdy pro vsakování vody. Snižování jedinců na jednotku plochu souvisí i zprůběhem počasí. V posledních letech dochází k nepravidelným intervalům především srážek, ale zároveň také vysokých teplot, které vedou ke zvyšování stresu v celých rostlinách. Tato skutečnost se podílí na kvalitě výnosotvorných prvků a na celém výnosu pěstované plodiny. Prostor, který mají rostliny větší okolo sebe, může mít pozitivní vliv na tvorbu plodných odnoží a při větší absenci vody snížení redukce těchto plodných odnoží. Důležitým aspektem, je brát ohled i na řešení dnešních vysokých cen certifikovaných osiv, které jsou důležité pro vysokou biologickou hodnotu, která se ve výsledku pak promítne ve výnosu a kvalitě jednotlivých zrn. Při snižování počtu jedinců na jednotku plochy, je také důležité zmínit, že je snaha jít směrem takovým, kdy při snížení výsevu na jednotku plochy o polovinu, jsme za standardních agrotechnických podmínek schopni získat stejný nebo vyšší výnos zrna. Tento fakt se každému pěstiteli promítne ve výsledném hektarovém čistém zisku.

## 2 Cíl práce a hypotézy

Dílčí cíle práce propojují teoretické popsání zkoumané problematiky a její praktické ověření v polních podmínkách na základě přesných polních experimentů.

1. Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat vliv struktury porostu na výnosy jarního ječmene.
2. Na základě polních experimentů ověřit vliv rozdílných řádků (125 a 250 mm) na biometrické parametry porostů a na výnos zrna.

Druhý dílčí cíl vychází z následující hypotézy:

H 1: Zvýšení rozteče řádků v kombinaci se sníženým výsevkem u jarního ječmene nemá negativní vliv na výnos zrna a vede ke snížení nákladů na pěstební technologii.



### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Rod ječmen

Botanický název ječmen (*Hordeum*) představuje samostatný rod z čeledi trávovitých (*Poaceae*) s celkovým počtem 45 taxonů, jak pravý (Bothmer et al. 1991) a v literatuře panuje obecná shoda, že předkem dnešních domestikovaných odrůd ječmenů je velkosemenný ječmen planý (*Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*). Ten je velmi častou travinou v regionech jihozápadní Asie, pro které se vžilo označení Úrodný půlměsíc (Beneš et al. 2011). Manninen (2000) uvádí, že rod *Hordeum* zahrnuje 30 druhů planých ječmenů a z toho jeden druh kulturní ječmen setý (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*).

*Hordeum* je pravděpodobně prastarý rod, který se asi před 13 milióny let oddělil od pšenice seté (*Triticum aestivum*). Rozsah výskytu planého ječmene jako předka dnešních kulturních ječmenů lze sledovat od údolí Jordánu, přes horní tok Eufratu a jihovýchodní oblasti Turecka do horských regionů Pakistánu a Afganistánu. Začátky historie domestikovaného ječmene setého, jedné z nejdůležitějších světových ekonomických rostlin, jsou úzce spojeny s územím Asie, Evropy a severní Afriky (Beneš et al. 2011). Ječmen je rostlina trvního původu, jejíž semena jsou pro člověka užitečná. Oblasti, na kterých se pěstuje ječmen se nacházejí široce rozptýlené v mírnějších částech země (Harlan et al. 1968).

Všechny kultivary ječmene jarního se vyznačují velkou genetickou rozmanitostí (Baik & Ullrich 2008).

Všechny kulturní odrůdy ječmene se řadí do čistě diploidního druhu ( $n = 14$ ) ječmen setý, který se dále člení na níže uvedené convariety:

- *Hordeum vulgare* convar. *vulgare* – ječmen setý, víceřadý – zde se rozlišují dva typy: šestiřadý (*hexastichon*) a čtyřřadý (*tetrastichon*) Typ šestiřadý – má tři (jednokvěté) klásky, které jsou plodné, tudíž obsahuje klas se šesti podélnými řadami obilek, rozmístěnými kolem klasového vřetene stejnoměrně v podobě šestičlenného přeslenu. Obilky protilehlých stran jsou na bázi, na straně přivrácené ke střední obilce a prohnuté. Typ čtyřřadý – je také obohacen všemi třemi klásky plodnými. Obsahuje řidší klas se šesti řadami, střední řadou obilek těsně přilehlou ke klasovému vřetenu a dvěma řadami postraních obilek. Ty se částečně překrývají. Při půdorysném pohledu se poté klas zdá zdánlivě jako čtyřřadý. Do tohoto typu convariety je zařazena většina kultivarů krmného ječmene.
- *Hordeum vulgare* convar. *intermedium* – ječmen setý, přechodný – obsahuje prostřední klásky, které jsou jednokvěté a plodné, postranní buď částečně, nebo zcela sterilní. Pěstuje se ve východní Asii a v oblasti Tibetu, některé ve Skandinávii (Švédsko, Norsko), případně ve Skotsku.
- *Hordeum vulgare* convar. *labile* – ječmen setý, různotvarý, labilní – na člancích klasového vřetene je obsažen nestejný počet plodných klásků. Většinou v počtu (1 – 3).

Ječmen labilní je příkladem a důkazem toho, jak byl počet řad klasu ovlivněn klimatickými podmínkami v oblastech pěstování. V místech, kde při jarním výsevu ječmene je do 3. etapy organogeneze (dle Kupermanové) vlivem vyšší teploty a delšího vegetačního vrcholu velmi rychlá, působící inhibičně na postranní klásky dříve vytvořený prostřední klásek.

- *Hordeum vulgare* convar. *distichon* – ječmen setý, dvouřadý – je obsažený třemi jednokvětými klásky, kde se nachází na každém článku klasového větene. Dva z nich (okrajové) jsou sterilní, vyvíjí se výjimečně s prašníky, anebo jsou jalové, a to s pluchou a pluškou, které jsou bez osin. Prostřední klásek, který je plodný je nejčastěji s osinou. V době plné zralosti má zploštělé klasy, které jsou tvořené dvěma řadami vyvinutých obilek a mezi nimi je z každé strany dvojité řada bezosinných, sterilních klásků. (Zimolka et al. 2006)

### 3.2 Biologická charakteristika jarního ječmene

Smysl jarního ječmene je splnit se šířkou jeho hospodářského využití, protože je využíván nejčastěji pro sladovnické formy ale i krmné formy. Ječmen jarní je samosprašný a náleží mezi členy čeledi trav s diploidním genomem obsahujícím sedm chromozomů (Mornhinweg & Ullrich).

Podle počtu chromozomů lze ječmen rozdělit na diploidní ( $2n = 14$ ), tetraploidní ( $2n = 28$ ) a hexaploidní ( $2n = 42$ ). Kulturní ječmen je pak diploidní ( $2n = 14$ ), podle uspořádání klasu dvouřadý nebo šestiřadý, a podle způsobu pěstování jarní nebo ozimý (Manninen 2000). Obilka začíná klíčit již při teplotě  $1 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a za příznivých teplotních a vlhkostních poměrů v půdě rychle vzchází (Klem et al. 2011).

#### Kořenový systém

Růstové a veškeré procesy v ječmeni jarním jsou ovlivňovány mohutností a funkcí kořenů, které jsou nedílnou součástí pro jeho růst. Ječmen jarní, i jako další plodiny z čeledi lipnicovitých, jsou tvořeny svazčitými kořeny, které jsou tenké a netloustnou ve srovnání s dvouděložnými rostlinami. Kruml (2014) uvádí, že z obilnin pěstovaných v České republice, je ječmen jarní obohacený nejvyšším počtem zárodečných neboli primárních kořínků v rozmezí od 4 – 10, nejčastěji pak 5 – 6, což závisí především na velikosti obilek (větší obilky tvoří vyšší počet kořínků). Typ ječmene víceřadý a dvouřadý tvoří rozdílný počet kořínků, Víceřadý je tvořen nižším počtem kořínků než dvouřadé. Forma ječmene ozimý a jarní je také rozdílná v tvorbě kořínků a to tak, že ozimá forma ječmene produkuje kořínků méně než forma ječmene jarního. Ječmen jarní obsahuje ještě přídavné kořeny. Ty to kořeny se vytvářejí velice mělce, kde hraje roli hloubka výsevu jednotlivých zrn při jejich zakládání (Krištín et al. 1983).

## **Stéblo**

Z vyklíčeného zrna vyrůstá stéblo, kterému se říká stéblo hlavní a další stébla, která vyrůstají z odnoží. Stébla jsou dlouhá v rozmezí od 800 – 1300 mm. Jsou válcovitá, konická a dutá s velmi tenkou stěnou. Délka stébla může být ovlivněna mnoha faktory. Hlavními faktory ovlivnění může být agrotechnika, hnojení a závlaha. Ovlivňují ji i klimatické faktory nebo použití regulátorů růstu při pěstování. Stéblo ječmene jarního je tvořeno v zásadě 4 – 8 články, které jsou odděleny kolénky – nody. Kolénka jsou části stébla, která jsou plná a je v nich soustředěna zóna růstu. Z každého kolénka tak vyrůstá jeden list. Zbúsobená vysoká pevnost těchto kolének je tím, že jsou kolénka nahloučená více, ve spodní části stébla (Špaldon et al. 1986).

## **Listy**

Zjednou nejdůležitějších částí jarního ječmene je listová čepel, obecně listová plocha, která je hlavní hnací síla pro celou rostlinu, pro udržení růstu a vývoje po celou dobu vegetace, přizpůsobení se vnějším vlivům prostředí a následně i na výnos zrna (Donald 1968). Jarní ječmen má listy, které jsou pravotočivé a jejich umístění je nad sebou ve dvou řadách. Pochva listu, která stéblo obepíná vyrůstá z horní části kolénka. V místě, kde pochva přechází v čepel, je zakončena blanitým jazýčkem (ligula), který je téměř rovný a po stranách vybíhá v dlouhá poševní ouška (auriculy), které se navzájem překrývají. Jazýček a ouška, jsou znaky ječmene jarního, dle kterých se dá ječmen jarní velice snadno odlišit od ostatních druhů obilnin. Rozeznání obilniny podle jazýčku a oušek je už možné při jejím odnožování. Listová čepel ječmene jarního je čárkovitě přímá, která je u horního (praporcovitého) listu nejužší (Zimolka et al. 2006). Při vytvoření třetího listu začíná odnožovat. Doba odnožování trvá přibližně 2 – 4 týdny a jeho intenzita závisí na stejných činitelích jako u ostatních obilnin. Odnožovací kolénko a přídavné zakládá velmi mělce, což má vliv na hloubku setí a na možnost vláčení. Sloupkování probíhá od začátku metání (Balounová et al. 2010).

## **Květenství**

Květenstvím ječmene jarního je složený klas (lichoklas). Osa klasu je tvořena článkovaným klasovým vřetenem. Na člancích klasového vřetene vyrůstají jednověté klásky, které jsou chráněny dvěma plevami, menší pluškou a je tvořen větší pluchou, která je zakončena osinou. Mezi pluchou a pluškou jsou generativní orgány, a to semeník se dvěma pérovitými bliznami a třemi tyčinkami. Každá tyčinka je tvořena nitkou a prašníkem. Na bázi semeníku vyrůstají dvě lodikuly, které v době květu před opylením opuchne a napomáhají rozevření kvítku. Klas jarního ječmene má vyvinutý jen jeden kvítek v klásku. U nás ječmen jarní dozrává v červenci. Osiny se podílejí na fotosyntéze a transpiraci, čímž ovlivňují i výnos zrna a dehydrataci obilky ve fázi zrání (Balounová et al. 2010).

## Obilka

Obilka se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev. Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u jednotlivých obilovin a je proměnlivý vlivem vnitřních a vnějších faktorů, jimiž jsou například odrůda, půdní a klimatické podmínky, hnojení a agrotechnika (Maliňáková 2014). Zárodek jako nejdůležitější částí zrna z rozmnožovacího hlediska je zárodek (klíček) neboli (embryo). Nachází se ve spodní části zrna a je spojený s endospermem prostřednictvím štítku, ve kterém je vrstva cylindrického epitelu a v dolní části zárodečná pochva. Ve štítku je cévní svazek, který jej spojuje s vlastním klíčkem (Špaldon et al. 1986) a sušina obilky je tvořena z organických dusíkatých látek, bezdusíkatých látek a minerálních látek (Arendt & Zaninni 2013). Celkový obsah bílkovin ale i obecně celkové složení ječmene jarního je velmi ovlivněno prostředím ve kterém je pěstován (Eggert et al. 2010).

## Endosperm

Endosperm zaujímá největší část hmotnosti zrna. Je tvořen velkými hranolovitými buňkami a obsahuje především škrob a bílkoviny. Od obalových vrstev je oddělen vrstvou aleuronových buněk obsahujících bílkoviny, minerální látky, tuky a vitaminy. Endosperm zajišťuje výživu zárodku a při zpracování je podstatnou složkou finálního výrobku, jako je např. mouka nebo škrob (Maliňáková 2014).

### 3.3 Význam jarního ječmene ve světě

Ječmen jarní je naší důležitou krmnou i průmyslovou obilninou. Je jednou z nejstarších obilnin vůbec. Historie jeho pěstování je starší než u pšenice seté. Ve střední Evropě však neměl nejdříve velký význam. Rozšířil se zejména v pozdní době kamenné a v době bronzové (Adámková 2019). Kultura ječmene byla doložena ve staré Babylónii, Číně a Indii. Pěstuje se po celé Evropě, v Indii, Severní Americe aj. (Šindelářová 2020). Pěstování jarního ječmene doznalo nejen v poválečném období, zejména však v 70 – 80 letech minulého století v řadě států nebývalo rozmachu. V celostvětovém měřítku vzrostly od roku 1950 – 1975 osevní plochy téměř o 37 mil. ha a výnosy se zvýšily o více než 650 kg/ha. V některých státech byl jarní ječmen vedoucí zemědělskou plodinou. Ve stepních oblastech byl převažující díky své rannosti, nenáročnosti na předplodinu a díky dalším důležitým hospodářským přednostem. Hlavní příčinou tak značeného rozšíření osevních ploch a celkové produkce jarního ječmene je stále větší potřeba jak v krmných dávkách, tak i v silném rostoucím sladařském průmyslu (Lekeš 1977). Jarní ječmen je obilnina, která je nepostradatelná při výrobě sladu, který je hlavní surovinou k výrobě piva. Z jarního (sladového) ječmene se také vyrábí Skotská a Irská whisky. Škrob z ječmene je přeměněn na zkvasitelné cukry pomocí klíčení, a především pomocí rmutování. To zpočívá v extrakci škrobu, bílkovin, peptidů a dalších složek ze sladu (Adámková 2019). Závěrem výzkumu

provedenou (McIntosh et al. 1991) bylo zjištěno, že při snižování cholesterolu v krvi u mužů s hypercholesterolemií je vláknina z ječmene jarního účinnější než vláknina, která je z pšenice seté (McIntosh et al. 1991).

### 3.4 Hospodářské využití

V současné době je ječmen po rýži, pšenici a kukuřici čtvrtou nejrozšířenější obilninou na světě (Dula 2008). Mnohostrannost využití ječmene vyžaduje produkci suroviny (zrna, biomasy) vyhovující specifickým požadavkům na parametry kvality a další vlastnosti, odpovídající morfotyp rostliny a optimální organizaci porostu (Zimolka et al. 2006). Díky modernějším technologiím a novým vědeckým poznatkům dochází v posledních 20 letech k renesanci zájmu o potravinářský ječmen. Projevuje se to nejen v rozšiřování pěstebních ploch, ale i sortimentu ječných výrobků. Nutriční hodnota ječmene spočívá kromě obsahu komplexu vitaminů B, vitamínu E, antioxidantů a minerálních látek také zejména v přítomnosti neškrobových polysacharidů, které společně s ligninem obsahují ječnou vlákninu s  $\beta$ -glukanovou (rozpuštěnou) složkou, která má schopnost snižovat hladinu cholesterolu v krvi (Kopáčová 2007). Jak uvádí Černý et al. (2007), tak pěstování zrna sladovnického ječmene jarního má velké využití v pivovarnictví, ale tím i přísné jakostní ukazatele, díky kterým lze obilky ječmene jarního v pivovarnictví použít. Ukazatel sladovnické jakosti (USJ) hodnotí kvalitu jednotlivých odrůd. Například vhodné odrůdy pro výrobu českého piva jsou (Tolar, Bojos, Aksamit.) (Černý et al. 2007). Provedený výzkum, zabývající se složením ječmene jarního a jeho funkčními složkami, vypovídá o tom, že by měli být zrna ječmene více zařazena a přidávána do výrobků zdravých potravin (Sterna et al. 2017). Ječmen jarní, který má především zemědělský význam, lze považovat za model pro druhy plodin kmene triticeae, díky svému genomu. Na to lze navázat tím, že je ječmen jarní dobře vivinut neustále se rozšiřujícím repertoárem zdrojů důležitých markerů a sekvencí (Rostoks et al. 2006).

#### Ukazatele sladovnické jakosti

Úroveň jednotlivých znaků je výsledkem interakce mezi genotypem a prostředím.

Tabulka 1 dokumentuje jakostní ukazatele ječmene sladovnického (ČSN 46 1100-5).

Tabulka 1: Hodnoty jakostních ukazatelů ječmene sladovnického (ČSN 46 1100-5) (Černý et al. 2007).

jakostní ukazatele	hodnoty jakostních ukazatelů (%)
vlhkost	15
přepad zrna nad sítem $2,5 \times 2,2$ mm	90
zrna poškozená	2
obsah N-látek ( $N \times 6,25$ )	11
klíčivost	98

### 3.5 Rozhled užitkových směrů ječmene jarního

Podle předpokládané produkce a její využití hraje roli šlechtění vhodných odrůd, které splňují znázorněné požadavky (Zimolka et al. 2006). Velmi významný zájem je především o škrob,  $\beta$ -glukan nebo frakce ječmene velmi bohaté na bílkoviny (Yalcin et al. 2007).

- **Ječmen jarní potravinářský**, jak uvádí (Zimolka et al. 2006), je určen k výrobě zdravích a potřebných látek v potravinách. Zde se uplatňuje hypocholesterolemický účinek  $\beta$ -glukanů, alfatokotrienolů a aktivních antioxidantů (vitamínu E), které jsou obsaženy v zrně ječmene jarního. Tak to určené potraviny mají význam v prevenci a léčbě kardiovaskulárních a dalších občanských onemocnění. Dále lze ječmene jarní potravinářský využít pro výrobu farmaceutických preparátů a potravinových doplňků (výtažky, získány ze sladu jsou vhodné jako zdroj vitamínů B-komplexu, minerálních látek a bílkovin). Z naklíčeného ječmene, který nazýváme ošení se získává řada důležitých a zdravotně prospěšných enzymů (peptidázy) (Zimolka et al. 2006).
- **Ječmen jarní sladovnický** se v České republice pěstuje převážně jako jarní forma, ale jsou vyskytnuty využívání sladovnického ječmene ozimého. Kladeny požadavky jsou na kvalitu zrna ječmene sladovnického, které následně rozhodují o kategorii zařazení ječmene do sladovnické nebo nesladovnické. Za sladovnický ječmen se považují odrůdy s bodovým hodnocením ukazatele sladovnické jakosti (USJ), který se vyšší než čtyři body, horní hranice je tak devět bodů. Ze všech kritérií jakosti je hlavní a na prvním místě obsah bílkovin (N-látek) pak podíl předního zrna, obsah  $\beta$ -glukanů (neškrobových polysacharidů) zvýšená klíčivost a jiné. Požadavky na sladovnický ječmen uvádí ČSN 46 1100-5, která byla novelizována v roce 2006 (Zimolka et al. 2006).
- **Ječmen jarní krmný** se pěstuje ve formě víceřadý nebo dvouřadý, ozimý i jarní, ale i pluchatý i bezpluchý. Má především vyšší obsah bílkovin a lyzinu, ale nižší obsah  $\beta$ -glukanů. Je určený a vhodný ke krmení skotu, koní, králíků a prasat. Také může být použit do krmných směsí, určené pro masožravce. Požadavky uvádí norma ČSN 46 1200-3 (Zimolka et al. 2006).
- **Ječmen jarní pícninářský** se využívá pro sklizeň celých a zelených rostlin. Obvyklý využití je jarního ječmene jako krycí plodiny pro výsev víceletých pícnin (vojtěšky, jetele a jetelotrav), které říkáme podsev, s metodou sklizně systémem GPS. Doba sklizně se realizuje v době, kdy zelená stébla začínají žloutnout a první kolénka hnědnout. Označováno jako mléčná zralost (Zimolka et al. 2006).
- **Ječmen jarní průmyslový** se používá jako hlavní surovina k výrobě lihu, především whisky, škrobu, detergentů, kosmetických a farmakologických přípravků. Mnoho doporučení se týká zvláště bezpluché formy neboli ječmen nahý, kde byla prokázána vyšší energetická hodnota a vysoká extrakční schopnost. Speciální využití ječmene se

nabízí a realizuje ve škrobárenství, kde ječmen jarní poskytuje škrob, který je obsažen v drobnějších zrnech. Tak to sklizená ječmen jarního s menší objemovou hmotností lze tak to využít (Zimolka et al. 2006).

Vývoj potravinářského využití ječmene jarního si můžeme všimnout v Japonsku nebo USA. V poslední době je však ječmen převážně krmnou obilovinou, zvláště víceřadý ozimý ječmen než obilovinou potravinářskou. Tato různorodost využití si žádá o šlechtění ječmene jarní k různým užitkovým směrům, tj. ke krmným účelům, k výrobě sladu, whisky, k potravinářským, pícninářským a jiným účelům, protože u každého směru jsou jiné jakostní požadavky (Petr & Louda 1998).

### **3.6 Agrotechnika ječmene jarního**

Jarní ječmen se řadí k plodinám, které jsou velmi citlivé na stanovištní podmínky. Má mělký kořenový systém, vyznačuje se slabou schopností přitahovat si živiny, a proto je nezbytné, aby půda zásobena dostatkem přístupných živin. Úrodnost půdy hraje klíčovou roli v jeho pěstování (Zimolka et al. 2006). Z pohledu půdní úrodnosti je důležité zastoupení organických látek v půdě, a to především huminových kyselin, fulvokyselin a huminů. Tyto látky obsažené v půdě mohou ovlivnit dýchání, fotosyntetický proces případně příjem makroživin i mikroživin. Důležité je zmínit i to, že frakce s nízkou molekulovou velikostí jsou hlavním kandidátem pro stanovení pozitivních účinků huminových látek na růst rostlin a vývoj rostlinných buněk (Nardi et al. 2002). Další pozitivní vliv huminových kyselin je dobré a pozitivní ovlivnění chemických, biologických a fyzikálních vlastostí půd (Mikkelsen 2005).

- **Zařazení do osevního postupu**

Předplodina u jarního ječmene má značný vliv, a to jak na výnos, tak i na kvalitu sklizeného zrna. Jako tradiční předplodina se považuje cukrová řepa, po které je zpravidla dosahováno stabilních výnosů a dobré kvality sklizeného zrna (Kvěch 1985). Pěstování po zhoršujících předplodinách (obilniny) je možné. Špatný účinek jarního ječmene jako předplodiny pro ostatní obilniny (např. pro ozimou pšenici) je znám, ale k dosažení dlouhodobého vysokého výnosu ječmene jarního je důležité zařazení plodin, které mají pozitivní vliv na úrodnost půdy v rámci udržení regeneračních vlastostí. Plodiny, které takovou vlastnost mají jsou například okopaniny organicky hnojené nebo řepka ozimá. Pozitivní vliv na úrodnost půdy vykazuje řepa cukrová, brambory, které úrodnost zlepšují a udržují. Dále mohou podporovat biologickou činnost, zvyšovat obsah humusu v půdě a podílet se na zlepšování struktury půdních částic (Černý et al. 2007). Literatura uvádí, že se také vyskytují předplodiny, které jsou považovány za nevhodné pro pěstování sladovnického ječmene. Jako hlavní nevhodnou plodinou jsou luskoviny, jeteloviny a olejoviny. Ty to plodiny zanechávají vysoký obsah dusíku v půdě při jejich pěstování, který pak vede ke snížení sladovnické kvality ječmene jarního (Polák 1998).

- **Zpracování půdy ječmene jarního**

Vzhledem k tomu, že má jarní ječmen krátkou vegetační dobu (Prugar et al. 2008) a slabý kořenový systém, tak je velmi citliví a chybně reaguje na nedobrá fyzikální stav půdy a její nevyhovující přípravu před zakládáním porostu (Lekeš 1985). Jarní ječmen se vykazuje jako plodina, která je náročná na dostatek a přístupnost živin v půdě, dostatek půdního vzduchu a následně dodržení agrotechnického termínu setí. Docílení těchto faktorů pro úspěšné založení porostu je důležité zařadit dostačující základní zpracování půdy a vytvoření vhodného seťového lože pro uložení osiva (Zimolka et al. 2006). Základní zpracování půdy pod ječmen jarní je vždy vybráno dle vybavenosti každého pěstitele, a především podle stavu půdní struktury. Variantou pro pěstování ječmene jarního je použití orby i minimalizační technologií. Obě technologie zpracování půdy mají své klady i protiklady, kdy většina teorií z praxe mluví o pozitivních účincích orby než u minimalizačních technologií. Orba má především pozitivní vliv k likvidaci plevelných rostlin nebo semen, chorob a škůdců (Hůla et al. 1997). Důležitým aspektem je provést orbu podzimní a přípravu půdy volit dle podmínek v předjaří. Čím nižší počty operací při jarních pracích, tím lépe se udrží voda v půdě a nedochází k odparu z půdního profilu (Černý et al. 2007). V České republice je doposud využíváno jako základní zpracování půdy orba. Jarní ječmen nevyžaduje hloubkové zpracování půdy, tudíž je optimální hloubka v rozmezí 1800 – 2200 mm tím, že 1500 – 1800 mm je pro jarní ječmen jak tvrdí (Kubinec & Kováč 1998) dostačující. Po předplodinách a její finální sklizni se provádí podmítka, kdy pro kvalitní podmítka je klíčové provést ji těsně po sklizni této předplodiny. Ve většině případech se podmítka provádí radličkovými nebo diskovými podmítači, a to do hloubky 600 – 1200 mm. Zvolená hloubka je také odrazem půdních podmínek (Zimolka et al. 2006).

- **Předset'ová příprava ječmene jarního**

Příprava půdy na jaře je určena především k provzdušnění ornice a vytvoření seťového lůžka v hloubce 30 – 50 mm. Důležitým faktorem je, že spodní vrstva seťového lůžka by měla být o kolo 100 – 200 mm hlouběji, než je požadovaná hloubka setí (Černý et al. 2007). Předset'ová příprava slouží k vytvoření předpokladů pro udržení strukturního stavu půdy po celou dobu vegetace. Jakýkoliv zásah, který je realizovaný za nevhodných vláhových podmínek například zamazáním, je pak odrazem snížení výnosu a sladovnické kvality sklizených zrn. Mechanizace k předset'ové přípravě půdy po orbě se pro jarní ječmen nejvíce využívá pasivní nářadí například brány a smyky, kde podle potřeby jsou agregované do kombinace. Z důvodu poškozování půdní struktury se upouští od klasického smykávání a doporučuje se použití různých druhů kombinátorů, v jejichž sestavách jsou urovnávací smykové desky. Ve vztahu k půdní struktuře platí obecná zásada – čím méně zásahů do půdy a čím méně pojezdů po poli na jaře, tím lépe (Svobodová et al. 2017).



- **Setí ječmene jarního**

Pro jarní ječmen je nevhodnější tzv. mělké setí do hloubky 20 – 30 mm na půdách středních a těžkých, 40 mm na lehkých půdách (Lekeš 1985). Hloubka setí by neměla přesáhnout délku, kterou může coleoptile vyrůst v důsledku toho, že by coleoptile jako ochranná pochva, která pokrývá vznikající výhon se dokázala vyrůst nad povrch půdy. Hloubka pro vůbec vzejití by neměla překročit 76 mm (Anderson et al. 1995). Pravidelné uložení semen v požadované hloubce je předpokladem pro dobré vzejití a vytvoření silného odnožovacího uzlu pro hojně odnožování rostlin a pravidelného zapojení porostu. Rostliny, které jsou zaseté do mokra nebo tzv. („utopené“), pak naopak odnožují pomaleji a méně. Základem vysokého výnosu ječmene jarního je brzké setí, které zajišťuje dostatečně dlouhou dobu mezi vzejitím a metáním rostliny. Stejně tak nižší teploty na jaře, dostatek půdní vláhy po zimě a specifické složení slunečního spektra působí příznivě na výnos (Lekeš 1985). U jarních obilnin není pevně stanovena kalendářní lhůta setí, ale platí, že sít by se mělo, jakmile to dovolí stav půdy. Předpokladem pro tvorbu silných a vyrovnaných odnoží je včasné setí, kde vznikne časový prostor pro takto kvalitní odnože a následného vysokého výnosu (Zimolka et al. 2006). Množství vysetého osiva jarního ječmene je dáno především dobou výsevu, vlastnostmi pozemku a zvolenou odrůdou. V České republice se výsevek pohybuje přibližně v rozmezí 3 – 5 miliónů klíčivých zrn na hektar (Černý et al. 2007).

- **Struktura porostu**

Opatření příznivých podmínek od počátku vegetace rozhoduje o výnosu i kvalitě zrna. Jarní ječmen klíčí již při 1 – 2 °C, což umožňuje jeho rané setí. V první fázi rostou především zárodečné kořínky a plumula pomalu prorůstá pod pluchou. Obvyklá doba vzejití se pohybuje mezi 7 – 10 dny (Klem et al. 2011). Struktura porostu je především ovlivněna výsevem jarního ječmene, který závisí na odrůdě a způsobu výsevu. Ječmen jarní je obvykle vyséván do obilnářských klasických řádků s roztečí 12,5 cm. Nové způsoby pro založení porostu jarního ječmene je výsev do úzkých řádků či výsev na široko pomocí nových secích kombinací. To by mělo vést ke zlepšení jakostních parametrů zrna (Černý et al. 2007).

- **Výživa ječmene jarního**

U sladovnického ječmene jarního je odběrovým normativem k jedné tuně zrna z hektaru odebráno z půdy přibližně 22 kg N, 4,8 kg P, 18 kg K, 6 kg Ca a 9 kg Mg. Příjem dusíku kulminuje hraničně po metání a rostlina tak přijatý dusík využívá pro tvorbu zrna. Příjem dusíku v pozdějších fenologických fázích je především u sladovnického ječmene jarního nežádoucí z důvodu, že by mohlo dojít k negativnímu ovlivnění kvality zrna, především vysokým obsahem dusíkatých látek v zru. U odrůd jarního ječmene, které jsou určeny pro kmné účely je zvýšený obsah dusíkatých látek v zru naopak velmi prospěšný a důležitý. Pro získání vhodné výživy ječmene jarního je vzhledem k menší osvojecí schopnosti příjmu živin a kratší vegetační době, je důležitá kvalitní zásoba dobře přístupných živin v půdě. V rámci

obilnin je ječmen jarní jedna z plodin, která je nejcitlivější na nedostatek živin v půdě, a proto má velmi kladný vliv k hnojení minerálními hnojivy. Lze využít i organické hnojení, kdy v osevním postupu je ječmen jarní založený po předplodině, kterou byla obilnina. Tento případ může nastat tehdy, když se v osevním postupu vyskytují častěji obilniny pěstované po sobě. K ječmeni se v praxi organické hnojení nevyužívá. Při pěstování obilnin v osevním postupu častěji po sobě lze zvolit jako přerušovač zelené hnojení v případnou zaorávkou slámy. To to opatření se v praxi využívá a je osvědčeno. Ač v předchozích větách je kladen důraz na hnojení dusíkem, aby nedocházelo k přehnojování dusíku, tak je hnojení dusíkem velmi významné opatření u jarního ječmene, ale je důležité správně stanovit celkovou dávku dusíku podle předplodiny, půdní úrodnosti a směru pěstování. U sladovnického ječmene jarního volíme dávky dusíku nižší. Nadměrné používání dusíkatých hnojiv negativně dopadá na životní prostředí, a proto je snaha zlepšit účinnost využití dusíku pro snížení vstupních nákladů a také pro využitelnost porostu ječmene jarního (Anbessa & Juskiw 2012). Po organicky hnojených okopaninách jako je například cukrovka a brambory, většinou dávka dusíku v minerálních hnojivech nepřesahuje 40 kg dusíku na hektar. Vhodná doba pro hnojení dusíkatého hnojiva je již na počátku vegetace a to proto, aby rostliny měly dostatek této živiny v období intenzivního růstu a příjmu (Vaněk et al. 2016). Například i přihnojení sírou má pozitivní vliv na růst, tvorbu výnosu a složení zrna. Tento pozitivní vliv byl prokázán u sladovnického ječmene jarního kultivarů Scarlett (Holopainen 2015).

- **Ochrana ječmene jarního**

Plevelné rostliny se zařazují mezi významné škodlivé činitele a škody jimi způsobené jsou velmi obtížně vyčíslitelné. Ve srovnání s chorobami a škůdci se jejich negativní působení projevuje každoročně ve všech plodinách. Jejich regulace byla vždy náročná, a to už dávno v minulosti, kdy byly odstraňovány ručně a o něco později mechanicky. Postupem času se zdokonalovala veškerá technika a chemická regulace a s tím související používání herbicidů (Kneifelová & Mikulka 2003).

- **Ochrana proti plevelům**

Plevele schopné se prosadit jsou vytrvalé plevele, a to zejména pýr plazivý. Pýr plazivý se může rozmnožovat generativní i vegetativní cestou a je charakteristický svým mohutným kořenovým systémem s kořenovými oddenky, které jsou zdrojem dalšího zaplevelení (Mikulka 2009).

Mezi další škodlivé plevelné druhy se zařazuje například merlík bílý, pcháč oset, svízel přítula, oves hluchý. Při dobré přípravě set'ového lůžka s dostatkem snadno přístupných živin, kvalitě a vhodném termínu výsevu řadíme ječmen jarní ke kulturním plodinám s vysokou konkurenceschopností, schopný potlačit především dvouděložné jednoleté plevele. Předpokladem pro kvalitní úrodu je zapotřebí provést do konce odnožování odplevelení pozemku (Černý et al. 2007). K potlačení jednoletých dvouděložných plevelů lze použít celou řadu ALS inhibitorů (Granstar, Glean, Grodyl, Sekator aj.) případně kombinovaných přípravků s látkami ze skupiny růstových regulátorů

(Mustang, Mustang Forte, Arrat aj.) nebo vlastní TM kombinace určené především k rozšíření účinnosti na pcháče rolní. K regulaci trávovitých plevelů, především ovsu hluchého se používají listové graminicidy (Axial, Puma aj.), jejichž účinnost a selektivita naopak mohou být sulfonylmočoviny či růstovými herbicidy ovlivňovány negativně (Jursík et al. 2018).

- **Ochrana proti škůdcům**

I přes to, že u obilnin je celá řada živočišných škůdců, tak se na jarním ječmeni vyskytují jen z řídka. Pro ochranu proti škůdcům, je každý rok odlišný, a tak volba správné ochrany je příkládána aktuálnímu výskytu daného škůdce. Nejčastějšími škůdci jarního ječmene jsou: kohoutci, třásněnky, mšice a bzunka ječná. Významný dopad chorob na asimilační orgány a na jakost je v podstatě nepřímý – narušení metabolismu a snížením asimilační plochy je negativně ovlivněn transport asimilátů do zrna, tím se snižuje i HTZ a výtěžnost předního zrna.

- **Ochrana proti chorobám**

Nejvýznamnější listovou chorobou je padlí travní. Další významnou chorobou ječmene jarního je hnědá skvrnitost ječmene, jejímž původcem je *Drechslera teres* (*Pyrenophora teres*). V posledních letech je vyšší škodlivost zaznamenávána rovněž u rzi ječné a rhynchosporiové skvrnitosti (Černý et al. 2007).

- **Sklizeň**

Sklizeň je jedna ze zásadních operací celé výroby kvalitního zrna ječmen jarní sklízíme na začátku plné zralosti přímo žací mlátičkou. Při mlácení musíme správně nastavit mláticí mechanismus a odklasňovač, aby se nepoškodily klíčky a hroty pluch (hluboké ulomení) sladovnického ječmene (Krištín et al. 1983). V této fázi již ustala asimilační činnost, zárodek obilky je plně vyspělý a v zrně jsou obvykle zásobní látky v optimálním poměru. Plnou zralost lze charakterizovat dle vnějších znaků a to za a: zrno se již neohne, ale při silnějším tlaku ho lze přelomit, za b: došlo k odumření rostliny až po praporcový list, za c: pluchy zežloutly až zbělely, stejně tak osiny, které ztratily své původní zabarvení a za d: první kolénko shora získalo hnědou barvu. Aby mohl být ječmen sladovnický použit pro účely sladovnické, musí být zrno co nejméně mechanicky poškozeno. K nejmenšímu poškození během sklizně dochází při vlhkosti 15 – 17 % (Černý et al. 2007).

### 3.7 Pěstování s širších řádcích

Pěstování jarního ječmene v širších řádcích více než 150 mm není standardní a běžná technologie pěstování a v rámci České republiky se pěstování jarních plodin především ječmene jarního ověřuje.

Pokus, který byl proveden v roce 1967 – 1968, je jeden z mála pokusů, který se zabýval pěstováním jarního ječmene různotvarého v několika variantách v rámci posouzení závislosti mezi kultivarem a vzdáleností řádků pro výnos. Pěstovanými varianty byly čtyři kultivary ve třech výsevcích, a to 54, 108 a 161 kg/ha v šesti různých řádcích a to 11, 18, 23 a 31 cm a řádky 11 a 18 cm křížově vyseté. V roce 1968 byl pokus obohacen kultivarem jarního ječmene. Jak ve své práci uvádí, tak statistická analýza odhalila, že tato závislost velmi málo souvisí s úrovněmi výnosu kultivaru, a to znamená, že kultivary s vyšším výnosem vykazovaly větší odezvu na řádky s užší roztečí než u řádků s roztečí větší, které vykazovaly nižší výnos (Finlay et al. 1971).

Jako další pokus při technologii zero-till (no-till), byl proveden na kanadských prériích, kde byla snaha zjistit, zda použití úzkých roztečí řádků nemůže omezit výnos při vysokém strništi, které je cílem dodržet pro uchování vody v půdě. Dilema je deklarováno tím, že maximální výnosy lze zajistit pouze s úzkými řádky. Pokus byl realizován se třemi řádkovými vzdálenostmi (100, 200 a 300 mm), šesti výsevky pro pšenici setou a tvrdou (34, 67, 100, 134, 168 a 202 kg/ha) a šesti výsevky pro ječmen jarní různotvarý (27, 54, 81, 108, 134 a 161 kg/ha). Při zakládání pokusu se snižoval počet založených rostlin a následně produkovaných klasů v závislosti na zvyšování vzdálenosti řádků u všech plodin. Tím to pokusem se zjistilo, že s vyšší roztečí řádků se zvyšoval počet zrn v klase u obou plodin, a to kompenzovalo nižší počet klasů. U snižující se rozteče řádků se zvyšoval počet klasů, ale zároveň se snižoval počet zrn v klasu (Lafond 1994).

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika stanoviště

Pozemek, kde byl proveden polní pokus s jarním ječmenem se nachází v Plzeňském kraji okresu Rokycany v místě Zbiroh. Lokalita pozemku je vyznačena na obrázku 1.



Obrázek 1: Mapa pokusného pozemku.

Lokalita se nachází na GPS souřadnicích: 49°51'11.871"N, 13°46'48.451"E, průměrný roční úhrn srážek je: 550 – 600 mm, průměrná roční teplota: 7,0 – 8,0 °C, nadmořská výška: 476 m nad mořem a půdní druh, půdní typ: hlinito-písčité, kambizem modální. Tabulka 2 dokládá jednotlivé měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty.

Tabulka 2: Měsíční úhrny srážek z meteorologické stanice Českého Hydrometeorologického Ústavu Zbiroh – Švabín.

měsíc	měsíční úhrny srážek (mm)	průměrné teploty vzduchu (°C)
leden	30,2	0,9
únor	18,3	3,1
březen	22,3	3,2
duben	45,3	6,5
květen	44,1	14,5
červen	155,9	18,7
červenec	42,8	18,5
srpen	142,6	18,7
září	92,7	11,8
říjen	22,4	11,1
listopad	40,6	4,1
prosinec	36,3	0,8
průměr	693,5	9,3

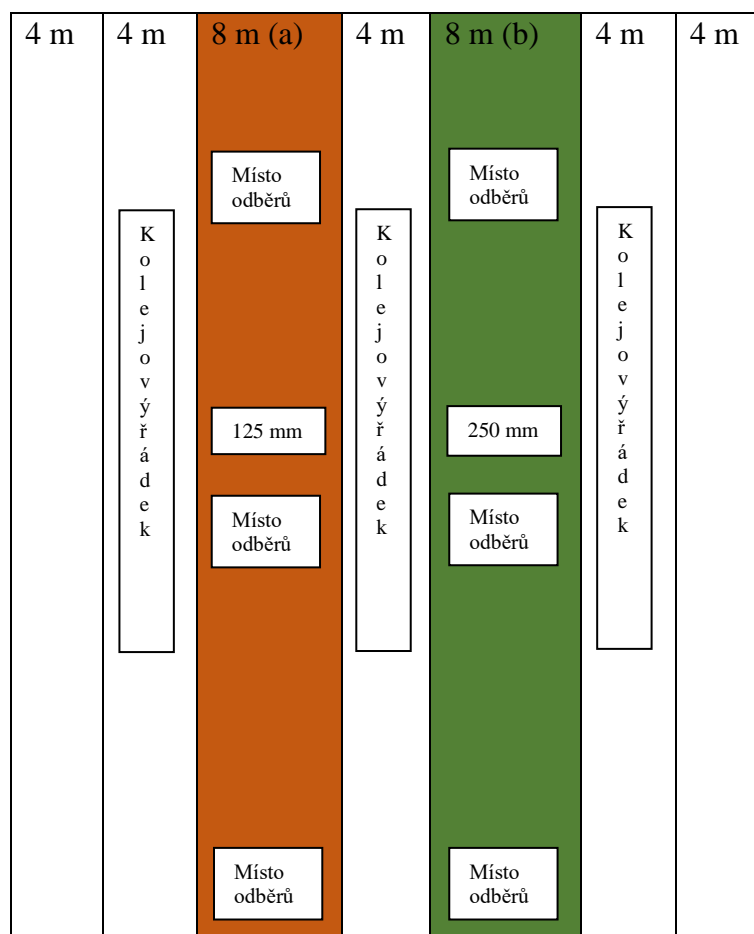
## 4.2 Charakteristika odrůdy

Odrůda Bojos je polopozdní sladovnická odrůda preferovaná sladovny a je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s chráněnou zeměpisnou oblastí (CHZO) vhodná pro výrobu českého piva. Polopozdní odrůda středního vzrůstu, která poskytuje stabilně vysoký výnos zrna i výnos předního zrna ve všech výrobních oblastech i ročnících. Je středně odolná proti rzi ječné, hnědé skvrnitosti a o něco méně odolná vůči rhynchosporiové skvrnitosti.

Bojos je odrůda se střední odnoživostí, tolerující setí po obilnině. Odrůda má delší stéblo (běžně 760 – 800 mm), ale zachovává si dobrou odolnost proti poléhání. Bojos je odrůda s genem rezistence mlo, což představuje ošetření v rámci šlechtění proti padlí travnímu. Tato odrůda byla prvně registrovaná v roce 2005 a jako udržovatel této odrůdy je vedena firma Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

### 4.3 Založení porostu

Polní pokus s jarním ječmenem, byl založen 13. března 2022 a jak už bylo zmíněno, odrůdou pro tento pokus byl zvolen Bojos. Po předplodině, kterou byla pšenice ozimá byla provedena podmítka a to dne 17.8.2021. Jako další zpracování půdy byla provedena podzimní orba, a to do hloubky 230 mm v datu 24.11.2021 strojem rabe werke. Při jedné jízdě byla provedena předseťová příprava a setí secí kombinací (kombinace rotačních bran PöttingerLion 4002 a secího stroje Pöttinger-Aerosem 4002 AD) o pracovním záběru 4 m. Před předseťovou přípravou a setím, bylo aplikováno hnojivo NPK (15-15-15) v dávce 250 kg/ha. Porosty byly založeny s roztečí řádků 125 a 250 mm. U řádků s roztečí 125 mm činil výsevek 1,5 mil. klíčivých zrn/ha a u řádků s roztečí 250 mm pak 1,3 mil. klíčivých zrn/ha. V rámci testování byly následující veškeré agrotechnické operace prováděny shodně. Během vegetace byly porosty přihnojeny hnojivem DAM 390 v dávce 50 l/ha jako regenerační dávka hnojiva a jako produkční dávka hnojiva byl použit ledek amonný v dávce 200 kg/ha. Porosty byly chemicky ošetřeny pouze proti plevelným rostlinám, a to přípravkem Mustang Forte v dávce 0,8 l/ha (200 l vody na ha). Herbicidní ochrana byla použita proti plevelným rostlinám, kterými byly pcháč oset, svízel přítula a violka rolní. Sklizeň byla provedena v říjnu 2022. Obrázek 2. znázorňuje, jak byl parcelkový pokus založen a kde byly odebírány vzorky pro další vyhodnocení.



Obrázek 2: Nákres pokusu na pokusném pozemku.

#### **4.4 Metodika odběrů**

Během vegetace byla věnována pozornost hodnocení počtu rostlin na jednotku plochy, stanovení průměrné hmotnosti rostlin, počtu plodných odnoží a délce stébel, následně došlo před sklizní pokusných ploch k hodnocení teoretického výnosu na základě odběru rostlin z ploch o velikosti 0,25 m<sup>2</sup>.

##### **4.4.1 Hodnocení počtu rostlin**

Získání prvních dat prohíhalo ve vzešlém porostu, kde se hodnotil počet rostlin v rámci řádku, kde v délce 500 mm byl zjišťován počet vzešlých rostlin. Hodnocení počtu rostlin bylo provedeno 9.4.2022, kdy vzešlé rostliny byly ve fenologické fázi 2 – 4 listů. V každé z variant byly naměřeny hodnoty, které byly získány z 24 míst, kde byly počty rostlin měřeny. Celkem bylo tedy 48 míst, kde proběhlo hodnocení počtu rostlin. Tabulka 3 udává přesné počty rostlin/ha obou variant.

##### **4.4.2 Hodnocení porostů během vegetace**

Prvním praktickým odběrem rostlin bylo odebírání rostlin jarního ječmene opět v řádcích, ve vzdálenosti 500 mm, kdy v každé variantě proběhlo 18 odběrů, a to v termínu 6.6.2022. Cílem tohoto odběru bylo zjistit a porovnat délku rostlin a počet plodných odnoží v obou variantách a sice 125 mm a 250 mm. U odebíraných rostlin muselo dojít k odstranění kořenového systému, protože se jednalo o měření nadzemní biomasy a také, aby nedocházelo k ovlivnění výsledků délky jednotlivých rostlin. Délka rostlin byla měřená od kořenového krčku až k jednotlivým osinám. Po odběru se rostliny sušily při teplotě 105 °C po dobu 48 hodin, kde bylo zjištěno procentické zastoupení vody a sušiny. Vyhodnocené hmotnosti rostlin byly uváděny v gramech suché hmotnosti.

##### **4.4.3 Hodnocení porostů při sklizni**

Před sklizní pokusných ploch došlo k hodnocení teoretického výnosu na základě odběru rostlin z ploch o velikosti 0,25 m<sup>2</sup> s následným ručním výmlatem. V rámci tohoto odběru a následného vyhodnocení bylo cílem zjistit hodnoty výnosových prvků, které dokázali ujistit rozdíly mezi testovanými varianty. K odběru rostlin došlo 3.8.2022 a k vyhodnocení pak 10.8.2022. Vždy v obou variantách pokusu byly odběry provedeny na osmy místech, tudíž celkem na 16 místech. Tabulka 4. dokládá hodnoty výnosotvorných prvků. Reálný výnos byl proveden na základě průseků sklízecí mlátičkou o záběru 6 m a o délce jízdy, která činila 20 m. U sklizeného zrna byla stanovena vlhkost zrna vlhkoměrem Pfeuffer – Granomat plus a po zvážení byl výnos reálný vyjádřen ve 100 % sušině.



#### **4.4.4 Statistické vyhodnocení pokusu**

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

## 5 Výsledky

Z praktických odběrů byly získány plnohodnotná data o stavu porostu během vegetace. Získané data byly o reálném počtu rostlin (kusy/ha) a srovnání habitu rostlin a počet plodných odnoží u porostů jarního ječmene. Výsledky dokládá tabulka 3.

Tabulka 3: Reálný počet rostlin (kusy/ha) a srovnání habitu rostlin a počet plodných odnoží u porostů jarního ječmene. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta	09.04.2022	06.06.2022		
	počet rostlin (mil. kusů/ha)	délka rostliny (m)	suchá hmotnost rostliny (g)	počet plodných odnoží na rostlině (kusy)
řádky 125 mm	2,267 a	0,744 a	4,1 a	3,0 a
řádky 250 mm	1,617 b	0,735 b	5,6 b	4,2 b

Na základě stanovení počtu rostlin činil rozdíl mezi variantami 650 tisíc rostlin/ha ve prospěch varianty s vyšším výsevkem a s roztečí řádků 125 mm (tab. 3). Do konce května je dobře patrný rozdíl ve struktuře porostů (obr. 2). V termínu hodnocení nadzemní biomasy (6.6.2022) byla na variantě s roztečí řádků 250 mm stanovena nižší délka rostliny, vyšší průměrná suchá hmotnost rostliny a statisticky průkazně vyšší počet plodných odnoží na rostlině (tab. 3). Varianta s roztečí řádků 125 mm činila vyšší délku rostliny, nižší průměrnou suchou hmotnost rostliny a nižší počet plodných odnoží (tab. 3).

Tabulka 4: Teoretický a reálný výnos a hodnocení výnosotvorných prvků v závislosti na výši výsevku a rozteči řádků u jarního ječmene. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta	10.08.2022						15.08.2022	
	počet klasů (m <sup>2</sup> )	počet zrn v klasu (kusy)	teoretický výnos zrna (t/ha, 100% čistota a sušina)*	hmotnost slámy (t/ha, 100% sušina)	poměr zrno/sláma	HTZ (g)	reálný výnos (100% sušina)*	obsah N v zrnu (%)
řádky 125 mm	725 a	23,5 a	5,628 a	5,095 a	0,91 a	42,9 a	4,534 a	15,2 a
řádky 250 mm	922 b	27,3 b	6,683 b	6,709 b	1,08 b	43,3 b	4,693 b	14,8 b

Hodnocení výnosotvorných prvků před sklizní porostů sklízecí mlátičkou (Claas mega 208) (10.8.2022) byl stanoven statisticky průkazný rozdíl mezi průměrnými hodnotami u počtu klasů na jednotku plochy, u počtu zrn v klasu a u teoretického výnosu zrna a slámy ve prospěch varianty se širšími řádky (tab. 4). Teoretický výnos zrna na plochách s roztečí řádků 250 mm byl o 1,055 t/ha vyšší ve srovnání s variantou s roztečí řádků 125 mm. Statisticky průkazný vliv hodnocených technologií na hodnotu HTZ nebyl prokázán (tab. 4).

Reálná sklizeň provedená na základě hodnocení výnosu zrna z průjezdu sklízecí mlátičkou prokázala dosažení vyššího výnosu opět na variantě s roztečí řádků 250 mm ve srovnání s plochou s řádky 125 mm. Na ploše se širšími řádky byl výnos zrna u reálného výnosu o 0,159 t/ha vyšší (tab. 4).



Obrázek 3: Stav porostů jarního ječmene stanovený 8.5.2022, vlevo je porost s roztečí řádků 125 mm a vpravo s roztečí 250 mm.

## 6 Diskuze

Cílem této práce bylo na základě polního experimentu ověřit vliv zvýšení rozteče řádků (125 a 250 mm) u jarního ječmene při snížení výsevku na výnos zrna a ve vztahu k hodnotám výnosotvorných prvků porostů. Důvodem ověřování technologie je optimalizace pěstování ječmene ve vztahu k prohlubujícímu se nedostatku srážek během vegetace. Vzhledem k tomu, že má jarní ječmen krátkou vegetační dobu (Prugar et al. 2008) a slabý kořenový systém, tak je velmi citliví a chybně reaguje na nedobry fyzikální stav půdy a její nevyhovující přípravu před zakládáním porostu (Lekeš 1985). Jarní ječmen se vykazuje jako plodina, která je náročná na dostatek a přístupnost živin v půdě, dostatek půdního vzduchu a následně dodržení agrotechnického termínu setí. V rámci polního pokusu i přes literární a teoretický postup určený pro pěstování jarního ječmene, byla použita varianta setí secí kombinací přímo do brázdy, kdy předset'ová příprava byla provedena rotačními branami při setí strojem Lion 4002.

Ze získaných výsledků je patrné, že vyšší rozteč řádků měla pozitivní vliv na počty odnoží, výnosotvorné prvky a konečný výnos. Výsevek, který by se měl pohybovat v rozmezí od 3,5 do 5 miliónů klíčivých zrn na hektar. Výše výsevku se následně určuje především podle odrůdy a termínu setí, jak říká (Prugar & Hraška 1989). V této práci byl zvolen výsevek, který byl 1,3 a 1,5 miliónu klíčivých zrn, přičemž i při tak to nízkém výsevku oproti teoretickému standardu přinesl plnohodnotné výsledky pro zhodnocení pokusu a dostačující množství vysetých zrn pro dosažení vysokých hodnot výnosotvorných prvků a vysokého výnosu, díky kompenzačním schopnostem ječmene. Počet vzešlých rostlin se bude úměrně odvíjet od počtu rostlin vysetých. Délka rostlin u obou variant až na pár jednotek rozdílu byla shodná. Výnosotvorné odrůdy s perspektivním pěstováním jsou charakteristické s délkou stébla od 0,60 – 0,65 m a delším z důvodu toho, že lze očekávat snížení produktivity klasu. V rámci pokusu jsou hodnoty délky stébel vyšší, což může mít pozitivní vliv při sklizni, aby docházelo k pokosu celých klasů. Vyšší rostliny mohou poskytnout i dostatek steliva pro živočišnou výrobu.

Jak uvádí (Zimolka et al. 2006), tak hlavním cílem veškerých agrotechnických zásahů je snížit redukcí počtu produktivních odnoží na 2 – 3 odnože na rostlině. V tom to pokusu, kde byly získány rostliny s průměrem odnoží 3 (125 mm) a 4,2 (250 mm) je dobrým předpokladem pro vysoký výnos.

Počet klasů jak uvádí (Zimolka et al 2006), je odrazem počtem produktivních stébel, které mají vysokou produktivitu těchto klasů a tím i využití výnosového potenciálu ječmene. Cílová hustota u ječmene je až 1000 klasů/m<sup>2</sup>. Z výsledků je patrné že varianta s roztečí řádků 250 mm se se svojí hodnotou 922 klasů/m<sup>2</sup> velmi přibližuje. Zde je patrné, že prostor pro tvorbu produktivních stébel je pozitivním prvkem pro vysoký výnos.

Z výsledků je patrné, že počet zrn v klase je více jak nadprůměrný. (Prugar et al. 2008) uvádí, že počet obilek v klase by měl být v rozmezí 18 – 22. Vyšší obsah počtu zrn v klase je dán dobrou odnožovací schopností ječmene na úkor prostoru, který je

docílen větší roztečí řádků. Faktem je, že u obou variant byla shodná odrůda, takže genitické schopnosti odrůdy byly stejné a zároveň i průběh počasí.

Reálný výnos zjišťován průseky sklízecí mlátičkou byla v době při vlhkosti 12 %. Jak uvádí (Černý et al. 2007), tak k nejmenšímu poškození během sklizně dochází při vlhkosti 15 – 17 %. Při takto nízké vlhkosti ve srovnání s teoretickými hodnotami vlhkosti, zrna nebyla nijak poškozena. Z výsledků je ale patrné, že značný rozdíl mezi teoretickým a reálným výnosem je odrazem především denním střídáním teplot a dešťových srážek, na úkor čehož se sklizeň ječmene posunula. Je také odrazem ztrát při sklizni a nižší stanovenou vlhkostí.

Z výsledku vyplývá, že rozdíl mezi oběma varianty při hodnocení HTZ byly hodnoty průkazně se tolik nelišící. Faktem je, jak (Diviš et al. 2000) uvádí, že optimální průměr HTZ u ječmene jarního se pohybuje okolo 40 – 50 gramů. Hmotnost obilky se zvyšuje během rychlého růstu, tudíž můžeme říci, že během rychlého růstu při méně srážek se tím hodnota HTZ v pokusu drží mezi hodnotami teoretického stanovení. V pokusu této práce byly získané hodnoty HTZ okolo 43 gramů, což nebude mít negativní vliv při ztrátách během sklizně. Z hlediska výzkumu a následného testování v rámci genetického potenciálu zrn sklizených z varianty 250 mm, které se budou vysévat v dalších letech, je důležité zmínit předpoklad, že se budou zvyšovat hodnoty HTZ. Tyto sklizená semena, ač v pokusných plochách či plochách ve velkovýrobě by mohla přinášet kvalitní semena pro osivářské směry, tedy cesta k získávání semen k výrobě kvalitních osiv ječmene jarního (sladovnického).

Anbessa & Juskiw (2012) uvádí, že odběrový normativ sladovnického ječmene na tunu zrna je 22 kg N. Při pokusu bylo použito celkově 111 kg N a při reálném výnosu ječmene 4,7 t/ha činil odběr 23,6 kg N. Tím to faktem je, že při zjištění dusíku v zrně činil u varianty s roztečí řádku 250 mm 14,8 % a s roztečí řádků 125 mm 15,2 %. Aplikace byla realizována před metáním, kdy hnojení dusíkem nemá negativní dopad na kvalitu zrna. Vyšší obsah dusíku je příkládán k dobré zásobenosti v půdním profilu.

## 7 Závěry a doporučení pro praxi

Na základě získaných výsledků lze stanovit následující závěry a doporučení pro zemědělskou praxi:

1. Založení porostů jarního ječmene do řádků 250 mm se sníženým výsevkem snížilo spotřebu osiva o 13,3 % ve srovnání s výsevem do řádků 125 mm s vyšším výsevkem.
2. Porosty založené do širších řádků (250 mm) vykazovaly v době plné zralosti vyšší hodnoty počtu klasů na jednotku plochy a počet zrn v klasu, rozdíly mezi průměry byly statisticky průkazné.
3. Na variantě s větší roztečí řádků byl teoretický výnos zrna o 1,055 t/ha vyšší ve srovnání s užšími řádky, rozdíly mezi průměry byly statisticky průkazné.
4. Na variantě s větší roztečí řádků byl reálný výnos zrna rovněž vyšší a to o 0,159 t/ha ve srovnání s užšími řádky.
5. Snížení výsevku v kombinaci se širší roztečí řádků vedlo k úsporám 1945 Kč/ha ve srovnání s kontrolní variantou. Ostatní vstupy byly na obou hodnocených variantách shodné.

## 8 Literatura

- Adámková P. 2019. Využití obilovin pro výrobu nápojů [BSc. Theses]. Univerzita Pardubice, Pardubice.
- Anbessa Y, Juskiw P. 2012. Strategies to increase nitrogen use efficiency of spring barely. *Canadian Journal of Plant Science* **92.4**:617 – 625.
- Anderson PM, Oelke EA, Simmons SR. 1985. Growth and development guide for spring barley. University of Minnesota Agricultural Extension Folder AG – FO – 2548 – D.
- Arendt EK, Zanniny E. 2013. Cereal grains for the food and beverage industries. Woodhead publishing limited, Philadelphia 512 s.
- Baik BK, Ullrich S. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science* **48.2**:233 – 242.
- Balounová M, Vaculova K, Ehrenbergerova J, Hrstkova P. 2010. Metodika křížení – ječmen, pšenice. Profi Press, Praha 26 s.
- Beneš J, Salková T, Vaněček Z. 2011. Původ a nejstarší historie ječmene setého (*Hordeum vulgare*) na Předním východě: pohled archeobotaniky. *Kvasny prumysl* **57**:121 – 126.
- Bothmer R, Jacobsen N, Baden C, Jorgensen RB, Laursen. 1991. An ecogeographical study of the genus *Hordeum vulgare*. International Board for Plant Genetic Resources, Švédsko 131 s.
- Černý L, Vašák J, Křováček J, Hájek M. 2007. Jarní sladovnický ječmen – pěstitelský rádce. Kurent, s.r.o., Praha 39 s.
- Diviš J, Jůza J, Moudrý J, Vondrys J. 2000. Pěstování rostlin. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta v Českých Budějovicích, České Budějovice 260 s.
- Donald CM. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* **17**:385 – 403.
- Dula T. 2008. Nutriční hodnoty vybraných druhů obilovin v závislosti na jejich technologickém zpracování [BSc. Theses]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Eggert K, Wieser H, Pawelzik E. 2010. Vliv infekce *Fusarium* a místa pěstování na kvantitativní proteinové složení (část II) nahého ječmene (*Hordeum vulgare nudum*). *Eur Food res Technol* **230**:893 – 902.
- Finlay RC, Reinbergs E, Daynard TB. 1971. Yield response of spring barely to row spacing and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science* **51.6**:527 – 533.
- Gupta M, Abu-Ghanam M, Gallagher E. 2010. Barley for brewing: characteristic changes during malting, brewing and applications of its by – products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **9.3**:318 – 328.
- Harlan JR, Dickson AD, Klingman DL, Moseman JG, Olien CR, Price PB, Reid DA, Shands RG, Suneson CA, Wiebe GA. 1968. On the origin of barely. *USDA Agriculture Handbook* **338**:9 – 31.

- Holopainen U. 2015. Composition and structure of barley (*Hordeum vulgare* L.) grain in relation to end uses [DSc. Theses]. University of Helsinki, Helsinki.
- Hůla J, Abrham Z, Bauer F. 1997. Zpracování půdy. Brázda, Praha 140 s .
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, s.r.o., České Budějovice 52 s.
- Klem K, Hřivna L, Ryant P, Míša P. 2011. Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene (metodika pro zemědělskou praxi). Agrotest fyto: Mendelova univerzita, Brno 88 s.
- Kneifelová M, Mikulka J. 2003. Významné a nově se šířící plevele. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 59 s.
- Kopáčová O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 55 s.
- Krištín J, et al. 1983. Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 464 s.
- Kruml M. 2014. Technologie pěstování ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.) a jeho využití [BSc. Theses]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Kubinec S, Kováč K. 1998. Progresívne technológie pestovania jarného jačmeňa. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Piešťany 82 s.
- Kvěch O. 1985. Osevní postupy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 203 s.
- Lafond GP. 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero – till management. Canadian Journal of Plant Science **74.4**:703 – 711.
- Lekeš J. 1977. Nejnovější výsledky šlechtění jarního ječmene ve světě. Kvasný průmysl **23.6**:124 – 126.
- Maliňáková I. 2014. Stanovení nutričních parametrů u netradičních druhů pšenice a mouk [DSc. Theses]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Manninen O. 2000. Genetic mapping of traits important in barley breeding DSc. Theses]. Univerzita v Helsinkách, Helsinky.
- McIntosh GM, Whyte J, McArthur R, Nestel PJ. 1991. Barley and wheat foods: influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. The American Journal of Clinical Nutrition **53.5**:1205 – 1209.
- Mikkelsen RL. 2005. Humic materials for agriculture. Better Crops with Plant Food **89.3**: 6 – 10.
- Mikulka J. 2009. Listy Cukrovarnické a Reparské. Metody regulace pýru plazivého **125.5-6**: 160.
- Mornhinweg DW. 2011. Insect problems and solutions. Pages 355-390. Ullrich S. Biotic stress in barley. Wiley-BlackWell, USA.



- Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. Elsevier, Nizozemsko **34.11**:1527 – 1536.
- Petr J, Louda F. 1998. *Produkce potravinářských surovin*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha 213 s.
- Polák B, Váňová M, Onderka M. 1998. *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha 39 s.
- Prugar J. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha 327 s.*
- Prugar J, Hraška Š. 1989. *Kvalita jačmeňa. Příroda*, Bratislava 228 s.
- Rostoks N, Ramsay L, MacKenzie K, Cardle L, Bhat PR, Roose ML, Svensson JT, Stein N, Varshney RK, Marshall DF, Graner A, Close TJ, Waugh R. 2006. Recent history of artificial outcrossing facilitates whole-genome association mapping in elite inbred crop varieties. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103.49**:18656 – 18661.
- Sterna V, Zute S, Jansone I, Kantane I. 2017. Chemical composition of covered and naked spring barley varieties and their potential for food production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* **67.2**:151 – 158.
- Svobodová I, Spáčilová V, Hartman I, Míša P. 2017. *Metodika pro pěstování sladovnického ječmene v ekologickém zemědělství. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Brno 79 s.*
- Šindelářová V. 2020. *Projektové vyučování v mateřské škole s řemeslnou tematikou – mlynářství a pěstování obilí [BSc. Theses]. Zapadočeská univerzita v Plzni, Plzeň.*
- Špaldon E (ed.). 1986. *Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 714 s.*
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha, 224 s.*
- Yalcin E, Celik S, Ibanoglu B. 2007. Foaming properties of barley protein isolates and hydrolysates. *European Food Research and Technology* **226**:967 – 974.
- Zimolka J, et al. 2006. *Ječmen-formy a užitkové směry v České republice. Profi Press, Praha, 200 s.*

## **9 Seznam použitých zkratk a symbolů**

HTZ – hmotnost tisíce zrn

USJ – ukazatel sladovnické jakosti

CHZO – dchráněná zeměpisná oblast

## **10 Seznam doplňujících obrázků**

Obrázek I. Zakládání pokusných porostů dne 13.3.2022.

Obrázek II. Detailní záběr přejezdu secí kombinace dne 13.3.2022.

Obrázek III. Porost během vegetace s roztečí řádků (125 mm). 28.5.2022

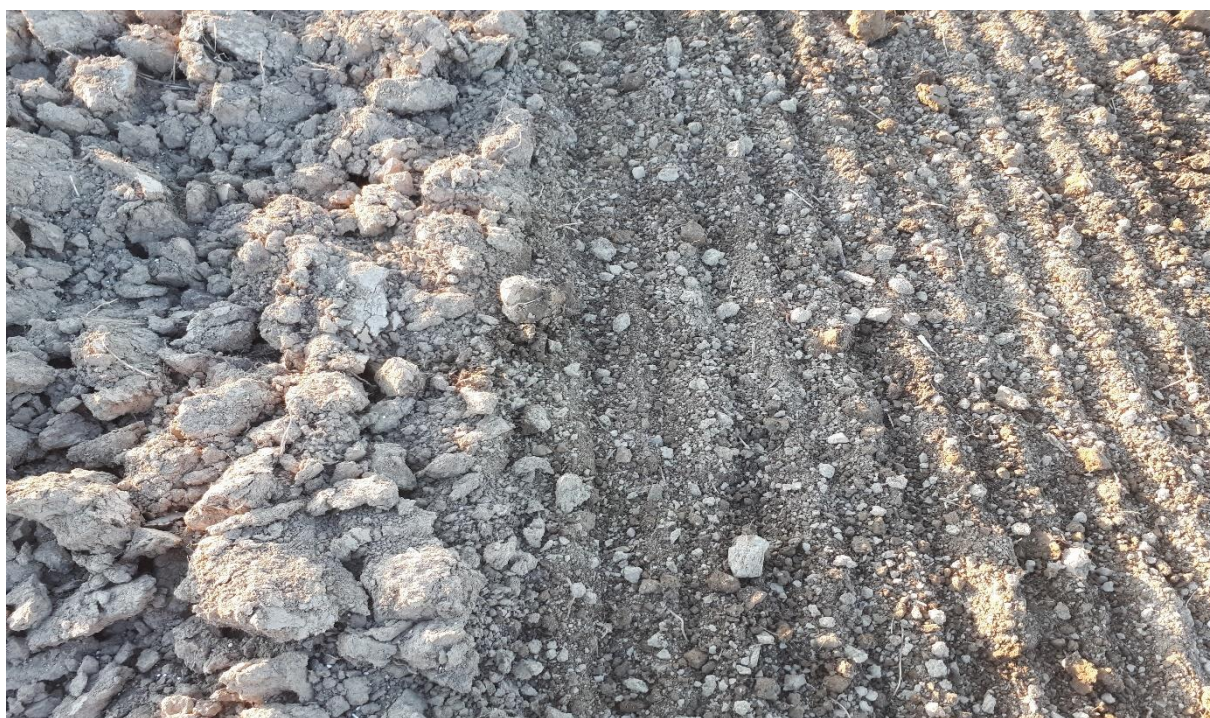
Obrázek IV. Porost během vegetace s roztečí řádků (250 mm). 28.5.2022

Obrázek V. Průseky pokusných ploch sklízecí mlátičkou Claas mega 208 dne 10.8.2022.

## 11 Obrázky



Obrázek I. Zakládání pokusných porostů.



Obrázek II. detailní záběr přejezdu secí kombinace.



Obrázek III. porost během vegetace s roztečí řádků (125 mm).



Obrázek IV. porost během vegetace s roztečí řádků (250 mm).



Obrázek V. průseky pokusných ploch sklízecí mlátičkou Claas mega 208.