



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

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

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

## **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

### **Bakalářská práce**

**Pěstování ječmene v praktických podmínkách zemědělského  
podniku**

Autorka práce: Šárka Čítková

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

České Budějovice

2021

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů. Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákonem č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne .....

Podpis

### **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Zdeňku Štěřbovi, Ph.D. za poskytnutí cenných informací, odborné rady, trpělivost a ochotu při zpracování dat.

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv formy dusíkatého hnojení na výnos a kvalitu ječmene. Za tímto účelem byl založen poloprovozní pokus na rodinné farmě nedaleko Tábora. Pokus byl založen ve dvou variantách: varianta I s použitím pevné formy dusíkatého hnojiva - ledku amonného a varianta II s použitím kapalné formy dusíkatého hnojiva - močoviny. Dávka dusíku u obou variant byla 100 kg č. ž. ha<sup>-1</sup>. Sledované ukazatele byly počet klasů na m<sup>2</sup>, počet zrn v klasu, HTS, podíl předního zrna, obsah dusíkatých látek a klíčivost. V počtu klasů na m<sup>2</sup>, počtu zrn, podílu předního zrna, obsahu dusíkatých látek a klíčivosti dosáhla vyšších hodnot varianta s použitím ledku amonného. Hodnota HTS byla u obou variant stejná.

**Klíčová slova:** ječmen setý, výnos a kvalita, dusíkaté hnojení

## **Abstract**

The aim of the bachelor thesis was to quantify the effect of the form of nitrogen fertilization on the yield and quality of barley. For this purpose, a pilot experiment was established on a family farm near Tábor. The experiment was based into two variants: variant I using a solid form of nitrogen fertilizer - ammonium nitrate and variant II using a liquid form of nitrogen fertilizer - urea. The nitrogen dose for both variants was 100 kg.ha<sup>-1</sup>. The monitored indicators were the number of ears per m<sup>2</sup>, the number of grains in the ear, 1,000 K weight, the proportion of front grain, the content of crude protein and germination. In the number of ears per m<sup>2</sup>, the number of grains, the proportion of front grain, the crude protein and germination, the variant using ammonium nitrate reached higher values. The 1,000 K weight value was the same for both variants.

**Keywords:** barely, yield and quality, nitrogen fertilization

## Obsah

1. Úvod.....	7
2. Literární přehled.....	8
2.1 Historie ječmene.....	8
2.2 Botanická charakteristika .....	8
2.3 Růst a vývoj ječmene .....	9
2.3.1 Klíčení a vzházení .....	9
2.3.2 Odnožování .....	10
2.3.3 Sloupkování.....	10
2.3.4 Metání a kvetení .....	10
2.3.5 Tvorba zrna a zrání.....	10
2.4 Chemické složení zrna ječmene .....	10
2.4.1 Dusíkaté látky.....	11
2.4.2 Sacharidy .....	11
2.4.3 Lipidy .....	11
2.4.4 Popeloviny.....	12
2.5 Užitkové směry ječmene .....	12
2.5.1 Sladovnický ječmen .....	12
2.5.2 Krmný ječmen .....	12
2.5.3 Průmyslový ječmen .....	13
2.5.4 Potravinářský ječmen .....	13
2.5.5 Pícninářský ječmen.....	13
2.6 Požadavky ječmene na prostředí.....	13
2.7 Zařazení ječmene v osevním postupu .....	14
2.8 Příprava půdy a setí.....	14
2.9 Výživa a hnojení ječmene .....	15
2.9.1 Hnojení dusíkem.....	15
2.9.2 Hnojení fosforem a draslíkem .....	16
2.10 Škodlivé organismy ječmene .....	17
2.10.1 Choroby ječmene.....	17
2.10.2 Škůdci ječmene.....	18
2.11 Sklizeň.....	19
2.12 Posklizňová úprava .....	20
2.13 Pěstování sladovnického ječmene v ČR a EU .....	20

2.14 Výroba sladu .....	21
2.15 Kvalita zrna .....	22
3. Cíl práce .....	25
4. Materiál a metody .....	26
4.1 Popis zemědělského podniku .....	26
4.2 Charakteristika stanoviště .....	26
4.3 Charakteristika počasí .....	26
4.4 Charakteristika odrůdy .....	27
4.5 Charakteristika experimentu .....	27
4.6 Agrotechnika experimentu .....	28
4.7 Metody hodnocení tvorby výnosu a kvality zrna .....	28
4.7.1 Počet klasů ječmene na m <sup>2</sup> .....	29
4.7.2 Počet zrn v klasu ječmene .....	29
4.7.3 Hmotnost tisíce semen ječmene .....	29
4.7.4 Podíl předního zrna ječmene .....	29
4.7.5 Obsah bílkovin zrna ječmene .....	29
4.7.6 Klíčivost .....	30
4.7.7 Teoretický výnos .....	30
5. Výsledky .....	31
5.1 Počet klasů na m <sup>2</sup> .....	31
5.2 Počet zrn v klasu .....	31
5.3 Hmotnost tisíce semen .....	32
5.4 Podíl předního zrna .....	32
5.5 Obsah bílkovin v znu .....	32
5.6 Klíčivost .....	33
5.7. Teoretický výnos .....	33
6. Diskuse .....	34
7. Závěr .....	35
8. Zdroje .....	36
9. Přílohy .....	41

## 1. Úvod

Ječmen patří mezi nejstarší pěstované kulturní rostliny a je geograficky nejrozšířenější plodinou. Pěstuje se v ozimé i jarní formě, což umožňuje jeho využití v mnoha směrech. Uplatnění nalézá v krmivářství, průmyslu i farmacii. V poslední době získává na popularitě v lidské výživě, kde je ceněn pro své antioxidační vlastnosti a velký obsah minerálních látek.

Nejznámější využití ječmene je pravděpodobně v pivovarnictví, kde slouží k výrobě sladu. Pěstování sladovnického ječmene má u nás dlouholetou tradici. V šedesátých letech 20. století bylo ČSSR hlavním exportérem sladu a určovalo tak jeho světové ceny. I dnes zaujímá ČR na trhu se sladem významné místo.

Podle odhadu ČSÚ byl v roce 2020 pěstován jarní ječmen na ploše 217 tis. ha při průměrném výnosu  $5,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ozimý ječmen zaujímal plochu 114 tis. ha a průměrný výnos činil  $6,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Pro sladařské účely je využíván převážně ječmen jarní, který zaujímá 15,7% struktury obilovin, pěstovaných v České republice.

V celém světě se vyrábí přibližně 139 mil. tun ječmene. Mezi největší producenty ječmene patří EU, zaujímající 42% produkce. Z členských států EU jsou největšími producenty Německo, Británie, Francie a Dánsko. Dalšími významnými producenty ječmene jsou Rusko, Kanada, Austrálie, Turecko a Ukrajina.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Historie ječmene

Název rodu ječmene, *Hordeum*, pochází ze slova „*hordearii*“ neboli „ječmení muž“ kterým byli nazýváni římsí gladiátoři. Ti jedli ječmen, aby jim dodal sílu a vytrvalost (Ullrich, 2011).

Ječmen je tedy již po staletí velmi oblíbenou a rozšířenou plodinou s pestrým využitím, z něhož je nejznámější sladovnictví a následná výroba piva. V minulosti byly nejčastěji pěstovány víceřadé ječmeny, a to ve formách s pluchatými obilkami. Nejprve byl ječmen používán jako vzácná příměs k obilí, jak dokládají neolitické nálezy. Ojedinele se pak používal i jako samostatná plodina (Muška, 2020).

Jedny z prvních literárních zmínek pochází ze 7. století před naším letopočtem z Iráku a z 8. století před naším letopočtem z Egypta. Oblastí původu je Asie, zejména oblast tzv. úrodného půlměsíce (Zimolka et. al., 2006). Černý et. al. (2007) uvádí, že ječmen dvouřadý je původem z Přední Asie a z Východní Asie ječmen víceřadý. V oblastech původu byl ječmen používán převážně k lidské výživě. Pro své protizánětlivé účinky byl využíván i jako léčivá rostlina (Petr a Húska, 1997). Prugar a Hraška (1989) uvádí, že jde o geograficky nejrozšířenější obilninu.

V našich zemích byl již v 9. století nejvýznamnější plodinou spolu s prosem a nahými pšenicemi. Tehdy byl využíván k výrobě chleba a piva (Černý et. al., 2007). V počátcích pivovarnictví u nás byla pro výrobu piva používána převážně pšenice. S rostoucí výrobou piva v 17. století se přešlo na vaření piva z ječného sladu (Zimolka et. al., 2006). Od poloviny 19. století se začal vyvážet ječmen ke sladování a nejvíce sladoven u nás vzniklo v 70. letech 19. století (Petr a Húska, 1997).

### 2.2 Botanická charakteristika

Ječmen je tráva taxonomicky patřící do rodu *Poales* (lipnicotvaré), čeledi *Poaceae* (lipnicovité), podčeledi *Pooideae* (lipnicovité vlastní) (Novák a Skalický, 2008).

Za předchůdce dnešních ječmenů se považuje ječmen víceřadý *Hordeum agriocrithon* Åberg, z něhož pravděpodobně vznikly ječmeny dvouřadé. Vyskytují se i názory, že původním typem byl polymorfní druh *Hordeum spontaneum* C. Koch, nebo že kulturní formy jsou kříženci *Hordeum agriocrithon* a *Hordeum spontaneum*.



Všechny kulturní ječmeny představují jeden kulturní diploidní (n=14) druh *Hordeum vulgare* L., ječmen setý. Ten se dále člení na convariety:

- *H. v. convar. vulgare* – ječmen setý, víceřadý. Rozlišuje se na dva typy – šestiřadý a víceřadý.
- *H. v. convar. intermedium* – ječmen setý, přechodný.
- *H. v. convar. distichon* – ječmen setý, dvouřadý. Člení se do několika variet: var. *nutans* (ječmen nící), var. *erectum* (ječmen vzpřímený), var. *zeocrithon*, syn. var. *breve* (ječmen paví) a var. *nudum* (ječmen nahý).
- *H. v. convar. labile* – ječmen setý, labilní, různotvarý (Petr a Húska, 1997).

Ječmen setý se řadí mezi jednoleté, převážně samosprašné rostliny a je jarního a ozimého charakteru (Kuchtík et. al., 1998). Ječmen tvoří svazčité kořeny, zasahující do hloubky až přes 1 m, avšak jejich podstatná část je rozprostřená ve vrstvě do 0,3 m (Zimolka et. al., 2006). Kořeny ozimého ječmene jsou dobře vyvinuté, což mu umožňuje využívat zimní vláhu a to nejlépe ze všech obilnin. Ječmen jarní má velmi jemné kořeny, a proto i větší nároky na půdu a kvalitní přípravu set'ového lůžka. Délka stébla ozimého ječmene se pohybuje mezi 80–120 cm, jarní ječmen dosahuje výšky 40–80 cm (Kuchtík et.al., 1998). Stejně jako jiné obilniny i ječmen tvoří odnože. Pravotočivé listy jsou umístěny nad sebou ve dvou řadách. Ještě před vytvořením klasu či laty se ječmen snadno rozezná od ostatních obilnin podle jazýčku a oušek. Blanitý jazýček je téměř rovný, po stranách vybíhající ve vzájemně se překrývající, dlouhá ouška. Květenstvím ječmene je lichoklas (Zimolka et. al., 2006). Lichoklas je osinatý i bezosinný, dlouhý 70–150 mm. Zrno dlouhé až 8 mm je pluchaté i nahé, vrásčité a slámově žluté barvy (Kuchtík et. al., 1998).

## 2.3 Růst a vývoj ječmene

Růstem a vývojem nazýváme změny v průběhu životního cyklu ječmene, zahrnující období od nabobtnání a vyklíčení obilky až do vytvoření obilky nové. Pro praktické využití rozlišujeme základní období následovně:

- Vegetativní - klíčení, vzcházení, odnožování
- Generativní - sloupkování, metání, tvorba zrna, zrání (Zimolka et. al., 2006).

### 2.3.1 Klíčení a vzcházení

Jarní ječmen klíčí již při 1-2 °C. V první fázi se tvoří především zárodečné kořínky a plumula pomalu prorůstá pod pluchou. Doba vzcházení se pohybuje mezi 7-10 dny

(Hřivna et. al., 2017). Ke klíčení potřebuje vláhu okolo 50-60% hmotnosti obilky, to je o dost méně než např. u pšenice nebo ovsu. Období klíčení a vzcházení rozhoduje o konečném počtu rostlin na jednotce plochy, je tedy kritickým obdobím pro tvorbu výnosu (Zimolka et. al., 2006).

### **2.3.2 Odnožování**

Místem zakládání odnoží je odnožovací uzel. Jeho hloubka je závislá na hloubce setí a ovlivňuje odolnost proti vymrzání ozimého ječmene. Odnožování má vliv na vyrovnanost zrna, podíl předního zrna a počet zelených zrn (Zimolka et. al., 2006). Je tedy žádoucí vyrovnaná tvorba odnoží. Ideální je dosažení 2-4 plodných stébel na rostlině, což znamená cca 800-1000 klasů na m<sup>2</sup>. Vytvoření optimální hustoty porostu je předpokladem dobrého výnosu a kvalitního zrna (Hřivna et. al., 2017).

### **2.3.3 Sloupkování**

Sloupkování je obdobím intenzivního růstu. Stébelná kolénka se od sebe vzdalují, čímž vznikají internodia – články. Začátek sloupkování nastává u jarního ječmene 4-6 týdnů po vzejití a trvá 30-40 dnů. Regulace sloupkování za účelem prevence poléhání porostů patří k častým zásahům u ozimého i jarního ječmene (Zimolka et. al., 2006).

### **2.3.4 Metání a kvetení**

Metání považujeme za stav, kdy pochva posledního praporcového listu po zduření praskne a uvolní se květenství – klas. Ve fázi metání má ječmen již plně vyvinuté generativní orgány. Pořadí metání jednotlivých klasů je chronologické podle pořadí tvorby odnoží. Ječmen se opyluje převážně vlastním pylem. Kvetení porostu ovlivňuje krom odrůdy především počasí. Kvetení klásku jarního ječmene trvá tři dny, u ozimého je to 5-6 dnů (Zimolka et. al., 2006).

### **2.3.5 Tvorba zrna a zrání**

Počet zrn je ovlivněn především množstvím dostupných asimilátů. Zrání obilek nastává ve stejném pořadí jako při metání. Proces zrání zahrnuje několik stupňů zralosti, lišících se konzistencí zrna, barvou obilky a klasu, stébla, kolének a listů. Jarní ječmen se sklízí v plné zralosti (Zimolka et. al., 2006).

## **2.4 Chemické složení zrna ječmene**

Chemické složení ječného zrna je značně ovlivněno podmínkami prostředí, výživou, volbou odrůdy ječmene, způsobem pěstování a dobou sklizně (Striegl a Žídková, 1993). Plně vyžralá obilka ječmene obsahuje 12-14 % vody. Nižší procento je

nepříjemné, neboť by mělo negativní vliv na technologickou jakost. Vyšší procento by naopak mohlo působit problémy při skladování (Zimolka et. al., 2006).

#### **2.4.1 Dusíkaté látky**

Dusíkaté látky jsou hlavně bílkoviny a jejich aminokyselinové složení (Striegl a Žídková, 1993). Obsah bílkovin je považován za nejdůležitější ukazatel zpracovatelské hodnoty sladovnického ječmene. Ovlivňuje strukturu ječného zrna a zvyšuje jeho tvrdost. Se zvyšujícím se obsahem bílkovin klesají hodnoty veškerých dalších ukazatelů kvality s výjimkou stupně prokvašení a diastatické mohutnosti. Nízký obsah bílkovin se projevuje nedostatky v chuti (plnosti) piva a v jeho pěnivosti (Prugar a Hraška, 1989). Podle fyzikálně-chemických vlastností a rozpustnosti v různých rozpouštědlech dělíme bílkoviny na:

- Albuminy – jsou rozpustné ve vodě a tvoří 4 % bílkovin ječného zrna
- Globuliny – jsou rozpustné v roztocích elektrolytů (solí), představují zhruba 18 % celkových ječných bílkovin
- Prolaminy – jsou rozpustné v 70 % ethanolu, tvoří asi 37 % ječných bílkovin
- Gluteliny – jsou z části rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad, představují asi 37 % z bílkovin ječného zrna

Poměrné zastoupení vyjmenovaných frakcí je závislé na celkovém obsahu dusíku v zrně (Zimolka et. al., 2006). (Striegl a Žídková, 1993) uvádí obsah dusíkatých látek v zrně 9,5 %.

#### **2.4.2 Sacharidy**

Největší zastoupení ze sacharidů má škrob. V sušině zrna se pohybuje v rozpětí 60-65 % (Zimolka et. al., 2006). Škrob se skládá z amylozy a amylopektinu. Podíl amylozy je okolo 20 %, amylopektinu 80–90 % (Prugar a Hraška, 1989). Obsah neškrobových polysacharidů se pohybuje kolem 10–14 %. Patří sem celulóza, hemicelulóza, lignin a gumovité látky (Zimolka et. al., 2006). Zvláštní postavení má tzv. rezistentní škrob, který je nepřístupný enzymatickému rozkladu v zažívacím traktu. Připisuje se mu proto kladný účinek v prevenci onemocnění tlustého střeva (Prugar et. al., 2008).

#### **2.4.3 Lipidy**

Lipidy jsou zastoupeny v celkovém množství 2-9 % (Zimolka et. al., 2006). Kuchťík et. al. (1998) uvádí, že zrna ječmene ozimého obsahuje v průměru 2,5 % tuku, zrna ječmene jarního 2 % tuku. Přibližně 70 % lipidů zrna je ve formě triglyceridů. Největší

koncentrace lipidů je v aleuronové vrstvě a v embryu. Převládající mastné kyseliny jsou linolenová, olejová a palmitová (Prugar a Hraška, 1989)

#### **2.4.4 Popeloviny**

Obsah minerálních látek v sušině se pohybuje kolem 2 %. Největší zastoupení zde má fosfor, draslík, křemík a hořčík. Pro technologii výroby piva mají význam i stopové prvky jako zinek, mangan, měď, selen a bór (Zimolka et. al., 2006).

### **2.5 Užitkové směry ječmene**

Podle užitkových směrů lze ječmen rozdělit na:

- sladovnický
- krmný
- průmyslový
- potravinářský
- pícninářský (Zimolka et. al., 2006)

#### **2.5.1 Sladovnický ječmen**

Pro sladování je využíván jarní i ozimý ječmen (Černý et. al., 2007). U nás je využívána především jarní forma dvouřadého ječmene. Kvalita ječmene rozhoduje o zařazení do kategorie sladovnický nebo nesladovnický. Odrůdy s bodovým hodnocením ukazatele sladovnické jakosti (USJ) vyšším než čtyři body jsou považovány za sladovnický ječmen. Z hlavních kritérií jakosti je obsah dusíkatých látek (bílkovin), podíl předního zrna, obsah  $\beta$ -glukanů, zvýšená klíčivost a další (Zimolka et. al., 2006). Sladovnický ječmen je průmyslově zpracováván v technologickém zařízení na pivovarský, případně i jiný slad (Polák et. al., 1993).

#### **2.5.2 Krmný ječmen**

Zrno ječmene je využíváno jako jadrné krmivo, především pro výživu prasat a drůbeže. Mimoto se ze sladoven do zemědělských podniků vrací sladový květ, lehce stravitelné krmivo bohaté na cukry, stravitelné bílkoviny a vitaminy. Vedlejším produktem pivovarů je také mláto (vyluhovaný, rozšrotovaný slad), které je hodnotným krmivem pro dojnice skotu (Striegl a Žídková, 1993). Prugar et. al. (2008) uvádí, že ke krmným účelům se takto spotřebuje 65-75 % sladovnických odrůd ječmene, které se nespotřebují ve sladovnictví. Ječné zrno se uplatňuje také při výživě ovcí, koz a ryb (Ullrich, 2011). Mezi krmné ječmeny patří dvouřadé i víceřadé ječmeny, ozimé i jarní

formy, pluchaté i bezpluchaté. V zrna ječmene je vyžadován je vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin, nižší obsah  $\beta$ -glukanů a vysoký obsah škrobu (Zimolka et. al., 2006)

### **2.5.3 Průmyslový ječmen**

Ječmen se uplatňuje při výrobě etanolu, v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu a je využíván i ve škrobárenství, kde poskytuje škrob s drobnějšími zrny. Doporučuje se zvláště ječmen nahý, u kterého je prokázána vyšší energetická hodnota a vysoká extrakční schopnost (Zimolka et. al., 2006). Perspektivně se s ječmenem počítá jako se zdrojem obnovitelné energie pro výrobu bioethanolu v rámci tzv. lihobenzinového programu (Prugar et. al., 2008).

### **2.5.4 Potravinářský ječmen**

Zrno ječmene se používá k výrobě krup, krupek, vloček a müsli výrobků. Využívá se i pro výrobu potravinových doplňků. Výtažky ze sladu jsou zdrojem vitamínů B-komplexu, bílkovin a minerálních látek. Naklíčený ječmen je bohatý na řadu enzymů (Zimolka et. al., 2006). Pro potravinářské využití jsou velmi vhodné bezpluché odrůdy, které nemají pluchy přirostlé k obilce. Při mlácení se obilky oddělí, takže při potravinářském zpracování není nutné zrno ječmene obrousovat jako u pluchatých odrůd (Prugar et. al., 2008).

### **2.5.5 Pícninářský ječmen**

Díky svému rychlému růstu je ječmen mnohdy používán jako součást různých směsek. Při sklizni v mléčné voskové zralosti lze využít k silážování, senážování nebo horkovzdušnému sušení (Striegl a Žídková, 1993). tradiční je použití jarního ječmene jako krycí plodiny pro výsev víceletých pícnin. Vhodné jsou odrůdy odolné vůči poléhání, méně odnoživé a ranější v metání (Zimolka et. al., 2006).

## **2.6 Požadavky ječmene na prostředí**

Jarní ječmen je v porovnání s ostatními obilovinami náročnější na půdu (Plák et. al., 1998). Vhodné jsou pro něj černozemě, hnědé i lužní půdy (Kuchtík et. al., 1998). (Černý et. al., 2007) za nejvhodnější považuje hlubší černozemě a hnědozemě s dostatkem jílu, který udržuje vodu a za sucha podporuje vzlínání. Pro jarní ječmen jsou nevhodné pozemky s vysokým utužením ornice. Není vhodné jej pěstovat na pozemcích s vysokým stupněm zaplevelení, nevyrovnaným vláhovým režimem půdy, lokalitách s častým výskytem mlhy a rosy (Polák et. al., 1998). Jarní ječmen je citlivý

na kyselou půdní reakci, na niž reaguje snížením výnosu i zhoršením jakosti. Půdní reakce by měla mít hodnoty v řepařské a kukuřičné oblasti 6,2–7,2 pH, v obilnářské a bramborářské 5,8–6,2 pH (Zimolka et. al., 2006).

## **2.7 Zařazení ječmene v osevním postupu**

Velký význam pro jarní ječmen má předplodina, která ovlivňuje výnos a sladovnickou hodnotu zrna. Obecně platí, že nejvhodnější předplodinou jsou okopaniny, které zanechávají půdu v dobrém strukturním a živinném stavu. V osevním postupu se zařazuje i po kukuřici nebo jako druhá obilnina. (Zimolka et. al., 2006). Dle Neischla (2010) je jarní ječmen obvykle pěstován ve spojení s cukrovou řepou, která ovlivňuje jeho napadení plevelem. Olejny a luskoviny jsou předplodiny zvyšující riziko poléhání a zvyšují obsah dusíkatých látek v zrně (Polák et. al., 1998). Křováček (2009) se domnívá, že vysetí jarního ječmene na podzim je vizionářské opatření, které pomůže adaptovat pěstitelské technologie na změny klimatu.

## **2.8 Příprava půdy a setí**

Jarní ječmen má vysoké nároky na dobrý fyzikální a strukturní stav půdy a dostatek vzduchu (Zimolka et. al., 2006). Je značně citlivý na utužení půdy. Z tohoto důvodu musí být při jarní přípravě půdy zvolen šetrný způsob předset'ové přípravy půdy a setí (Chaloupský et. al., 2004). Jarní příprava půdy by měla zajistit provzdušnění ornice a vytvoření set'ového lůžka v hloubce 3-5 cm. Spodní část set'ového lůžka by měla být dostatečně utužena. Tím zajistíme pravidelnou hloubku setí a dostatečný přístup vody k osivu. Půda nad osivem musí být naopak dostatečně kyprá, aby bylo umožněno vzcházení rostlin (Černý et. al., 2007).

Možné je i minimalizační založení porostů jarního ječmene s přihlédnutím k použitému herbicidu u předplodiny, množství zimních srážek, půdnímu typu a druhu (Bečka et. al., 2007). Obecně jsou nejvhodnější podmínky pro minimalizační postupy na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností v kukuřičné či řepařské oblasti (Zimolka et. al., 2006).

Při pěstování jarního ječmene po cukrovce je podzimní zpracování půdy spojeno se zapravením chrástu. To představuje například podmínku talířovými kypřiči, které mohou částečně vyrovnat i povrchové nerovnosti, způsobené při sklizni. V případě pěstování jarního ječmene po bramborách většinou není nutné žádné podzimní

zpracování. Je však vhodné založit porost meziplodiny, zejména po bramborách s kratší vegetační dobou (Vach a Javůrek, 2009).

### **Setí**

Jarní ječmen klíčí při 1-2 °C, což umožňuje jeho rané setí (Hřivna et. al., 2018). Obecně platí, že by se měl vysévat co nejdříve na jaře, jakmile to stav půdy a počasí dovolí (Černý et. al., 2007). Důležitá je vlhkost půdy. Ječmen se při setí nesmí tzv. „zamazat“ (Vach a Javůrek, 2009). Při zamazání dojde k vytvoření blátivého filmu na zrnu ječmene, který brání přístupu kyslíku. Snižuje se tak energie klíčení a porost nevyrovnaně vzchází. Při zakládání porostů jarního ječmene je důležité dbát na rovnoměrnost v horizontálním a vertikálním uložení semen. To má význam pro tvorbu vyrovnaných porostů. Nerovnoměrně husté porosty ječmene mají sklon k horším výnosům (Zimolka et. al., 2006). Prugar (2008) uvádí, že pozdní setí často zvyšuje obsah N-látek v zrnu ječmene.

## **2.9 Výživa a hnojení ječmene**

Optimální výživa je nezbytným předpokladem pro správný růst a vývoj rostlin, pro jejich dobrý zdravotní stav i kvalitu výsledného produktu (Kunzová a Šrek, 2010). Se svým mělce rozloženým kořenovým systémem je jarní ječmen plodinou s vysokými nároky na dostatek pohotových živin (Černý et. al., 2007). Jeho nároky umocňuje krátká vegetační doba, pohybující se zpravidla v rozsahu 100–120 dní (Hřivna a kotková, 2013). (Zimolka et. al., 2006) uvádí, že na jednu tunu zrna a odpovídající množství slámy odčerpá 20–24 kg dusíku (N), 3,5–6,2 kg fosforu (P), 16,6–21 kg draslíku (K), 5,7–8,5 kg vápníku (Ca), 1,2–2,4 kg hořčíku (Mg) a 4–4,2 kg síry (S).

### **2.9.1 Hnojení dusíkem**

Dusík je klíčovým prvkem při dosažení trvale vysokých výnosů. Podílí se na všech metabolických procesech rostliny (Delogu et. al., 1998). Ze všech minerálních hnojiv je použití dusíkatých hnojiv nejvíce problematické a je jedním z nejobtížnějších úseků výživy rostlin. Dynamika pohybu dusíku a jeho obsah v půdě jsou závislé na uvolňování přístupného dusíku mineralizací půdní organické hmoty. Mineralizační, ale i ostatní mikrobiální pochody v půdě jsou ovlivňovány počasím, značně souvisí i s fyzikálními vlastnostmi půdy, zejména stupněm zhutnění a intenzitou zpracování půdy (Vach a Javůrek, 2009). Rychlosti mineralizace organických látek ovlivňují fyzikálně chemické vlastnosti půdy, jako jsou pH, mikrobiální aktivita půdy, teplota a půdní

vlhkost. Zvláště půdní vlhkost má značný vliv na intenzitu mineralizace těžce rozložitelných organických látek. Posun doby mineralizace do období května vede ke hromadění dusíkatých látek v rostlinách. Důsledkem toho může být zvýšený obsah dusíkatých látek v zrně sladovnického ječmene (Richter et. al., 2017).

Při pěstování jarního ječmene je prioritou rychlé nastartování růstu a vývoje porostu. Důležité je tedy zajištění dostatečného množství dusíku v půdě již od počátku vegetace (Hřivna et. al., 2018). Důležitá je rovněž rovnoměrná aplikace dusíkatých hnojiv. Následkem nerovnoměrné aplikace dusíku jsou nevyrovnané porosty při sklizni a zvýšený podíl zelených zrn (Polák et. al., 1993).

Intenzivní odběr dusíku (80–85 %) probíhá do konce sloupkování. Nejvyšší odběr nastává ve fázi odnožování, proto by se měla dávka dusíku dělit na tyto dvě aplikace:

- 70–80 % N předpokládané dávky před setím
- V počátku odnožování dávka do 30 % - neměla by překročit 25 N kg.ha<sup>-1</sup> (Černý et. al., 2007).

Při celkových dávkách dusíku do 60–80 kg.ha<sup>-1</sup> se hnojí jednorázově před setím, a to ve formě síranu amonného či močoviny. V sušších oblastech a na středních a těžších půdách lze zvolit i Dam 390 (Vaněk, 2002). De Bona et. al. (2011) uvádí, že kombinované hnojení dusíkem a sírou pozitivně ovlivňuje výnos a kvalitu obilovin.

### **2.9.2 Hnojení fosforem a draslíkem**

Fosfor a draslík zaujímají významnou roli v energetickém metabolismu rostliny. Mladé rostliny potřebují dostatečné množství obou prvků při rozvoji odnoží a klásků. Své uplatnění však fosfor s draslíkem najdou i při tvorbě zrna (Hřivna et. al., 2015).

Pro dosažení kvalitního výnosu ječmene je důležité v prvních 15 dnech zajistit intenzivnější příjem fosforu než dusíku. Po vytvoření třetího listu ječmen vyžaduje více dusíku než fosforu (Zimolka et. al., 2006). Optimální obsah fosforu v půdě stimuluje tvorbu odnoží a má také vliv na počet zrn v klase a jejich kvalitu (Hřivna a Kotková, 2013). Odběrový normativ je nejčastěji uváděn na úrovni kolem 5 kg P na tunu zrna (Černý et. al., 2020). Z fosforečných hnojiv je vhodné použít hnojiva s vodorozpustným fosforem (Vaněk, 2002).



## **2.10 Škodlivé organismy ječmene**

### **2.10.1 Choroby ječmene**

Praktická škodlivost chorob, ohrožující jarní ječmen, je vysoce diferencovaná podle odrůd, ročníku a způsobu pěstování. Některé z chorob, jakou je třeba hnědá skvrnitost, je obtížné účinně regulovat. Jiné se však podařilo silně potlačit, například sněti nebo pruhovitost (Polák et. al., 1998).

#### **Padlí travní**

Padlí travní patří ke skupině vřeckatých hub. Šíří se větrem na vzdálenosti až 100 km (Bittner, 2008). Jedná se o nejčastěji se vyskytující chorobu ječmene jarního. Na mladých listech vytváří bělavé, nebo našedlé kupky, na starších černé, kulovité útvary. Napadené listy žloutnou a odumírají. Napadení podporuje počasí s vydatnými rosami a vyšší vzdušnou vlhkostí. V hustých porostech bývá napadení silnější. Škodlivost padlí závisí také na odolnosti odrůdy (Zimolka et. al., 2006). Řada odrůd (Jersey, Prestige, Bojos atd.) jsou vůči padlí travnímu rezistentní (Černý et. al., 2007).

#### **Hnědá skvrnitost ječmene**

Choroba je přenášena jak vzduchem, tak i osivem (Zimolka et. al., 2006). Choroba na listech tvoří hnědé nekrózy ve formě síťky. Při silném napadení dochází až k odumírání listů. Škodlivost je vysoká, může dojít až k zasychání rostlin (Bittner, 2008). Silnější napadení lze očekávat v chladnějších a vlhčích letech, zejména u odrůd s rezistencí vůči padlí (Tvarůžek, 2015), a také při intenzivnějším hnojení dusíkem (Polák et. al., 1998).

#### **Rez ječná**

Rez vytváří hnědé, drobné prášivé kupky rozprostřené převážně na svrchní straně listů. Epidemie rzi nastává po odkvětu ječmene (Zimolka et. al., 2006). Spory se šíří pomocí větru i na velké vzdálenosti. Klíčí při 100 % vzdušné vlhkosti a teplotách 5-25 °C. Infekce rzi je podporována vysokým hnojením dusíkem, užíváním regulátorů růstu a malou hustotou porostu. Škodlivost je vyšší u jarního než ozimého ječmene (Bittner, 2008).

#### **Virus žluté zakrslosti ječmene**

Je jednou z nejčastějších chorob obilnin na světě a vyznačuje se silným zažloutnutím a zakrslostí rostlin (Khine et. al., 2020). Tento virus má řadu kmenů lišících se virulencí, ale také schopností přenosu jednotlivými druhy obilných mšic. Perzistentně

jej přenášejí například mšice střemchová, kyjatka osenní a další. K infekci dochází již na podzim či na jaře (Bittner, 2008).

### **2.10.2 Škůdci ječmene**

I přesto, že je jejich výskyt velmi nepravidelný, mohou způsobit významné výnosové ztráty (Polák et. al., 1998).

#### **Hád'átka ovesné**

Napadá množství druhů obilnin a plevelných trav. Ječmen je vůči němu druhou nejcitlivější obilnino. Tvoří cysty, které obsahují až 40 vajíček a v půdě mohou přetrvávat až 10 let. Napadení způsobuje načervenalé zbarvení listů, postupné žloutnutí a odumírání listů. U nás se považuje za škůdce s malou hospodářskou škodlivostí, ale při silném napadení je schopen snížit výnosy o 30 až 50 % (Bittner, 2008).

#### **Třásněnky**

Jedná se o droboučkový hmyz škodící sáním na mladých pletivech rostlin (Černý et. al., 2007). Nejčastěji vyskytujícími druhy jsou třásněnka ostnitá a truběnka travní. K příznakům napadení patří zbělení pochvy praporcového listu, na jehož rubu jsou ve velké míře imága a larvy třásněnek. Později napadený praporcový list předčasně odumírá. Obvykle se jedná o příležitostného škůdce (Bittner, 2008).

#### **Mšice**

Mšice škodí sáním rostlinné šťávy. Navíc také účinně přenášejí rostlinné viry, především virus žluté zakrslost ječmene (Fryč a Rychlý, 2020).

Mezi nejvýznamnější zástupce patří kyjatka osenní, mšice střemchová a kyjatka obilná (Černý et. al., 2007). Rozšiřují se svými okřídlenými formami na velké vzdálenosti. Silně se přemnožují za teplého a suchého počasí a také opožděná zralost porostu je pro ně příznivá. Mají řadu přirozených nepřátel jako jsou slunéčka, pestřenky a zlatoočky. Mohou být napadány entomopatogenními houbami. Přes svou zdánlivou bezbrannost se jedná o jednoho z nejhorších rostlinných škůdců. Mají mimořádnou rozplozovací schopnost a také houževnatě čelí mnoha metodám ochrany (Zimolka et. al., 2006).

#### **Kohoutci**

U nás škodí na ječmeni, ale i na dalších obilninách dva druhy kohoutků:

- Kohoutek černý

Tělo je zeleně nebo modře zbarvené. Na obilninách se přezimující brouci objevují na přelomu dubna a května, kde působí typické požerky v podobě úzkých podélných proužků mezi listovými žebry. Počátkem června kladou samičky vajíčka na listy obilnin. Larvy se líhnou po 7–8 dnech a dospělosti dosahují po 1–2 týdnech. Poté zalézají do půdy, kde se kuklí, a po měsíci dosahují dospělosti.

- Kohoutek modrý

Tělo i nohy jsou modré, kovově lesklé. Je menší a zavalitější než kohoutek černý. Škodí podobným způsobem, především na ječmeni a pšenici. V posledních letech se vyskytuje v menším rozsahu (Polák et. al., 1998). Nejvíce jsou napadány okraje porostů. Napadení se projevuje vadnutím a žloutnutím listů. Při silném napadení mohou činit ztráty na výnosu až 26 %. U jarního ječmene je škodlivost vyšší než u ostatních obilnin (Bittner, 2008).

## 2.11 Sklizeň

Požadavky sladařského průmyslu na kvalitu sladovnického ječmene se neustále zvyšují a sklizeň je jednou z nejdůležitějších operací výroby kvalitního zrna ječmene. Pro zajištění kvalitní výroby sladu, musí být zrno dostatečně vyzrálé, aby dosáhlo maximální klíčivé energie v co nejkratší době (Černý et. al., 2007). Při organizaci sklizně je zásadní určení jejího termínu, jedná se o jeden z nejdůležitějších faktorů. Předčasná sklizeň má za následek vyšší obsah dusíkatých látek v zrně, snížení klíčivé energie, prodloužení doby posklizňového dozrávání a snížení HTS. U pozdní sklizně narůstá nebezpečí výtoku zrna. (Polák et. al., 1993). Jarní ječmen se sklízí v plné zralosti. Na základě vnějších znaků je plná zralost charakterizována takto:

- zrno se neohne, ale při silnějším tlaku je možné jej zlomit
- nastalo odumření rostliny až po praporcový list
- pluchy jsou zežloutlé až bělavé, své původní zbarvení ztratily i osiny
- vlhkost zrna se snížila, zpravidla pod 16%
- první horní kolénko získalo hnědou barvu (Zimolka et. al., 2006).

Pro vlastní sklizeň je zásadní volba vhodné mechanizace a její správné seřízení, což předchází zbytečnému poškození zrna (Polák et. al., 1998).

## 2.12 Posklizňová úprava

Po sklizni je nutné co nejdříve ošetřit ječmen tak, aby nedocházelo ke ztrátám kvality (Černý et. al., 2007). Před vlastním uskladněním je potřeba zrno vytrídít, vyčistit a vysušit. K předčištění zrna lze využít aspirační zařízení pro odsávání prachu, lehkých příměsí a nečistot či různé typy předčističek. Další čištění zrna probíhá za pomoci vzduchu na třídících sítích. Zpravidla jde o soustavu sít, rozdělující obilnou masu na propad a přepad (Zimolka et. al., 2006). Při dosoušení zrna je upřednostňováno aktivní větrání před teplovzdušným dosoušením (Polák et. al., 1998). Při uskladnění většího množství obilí je vhodné použít čas od času aktivní provětrání studeným vzduchem. Zamezí se tak hrozbě rozvoje plísní a zachová se vysoká klíčivost zrna (Černý et. al., 2007).

## 2.13 Pěstování sladovnického ječmene v ČR a EU

V období mezi lety 2003-2007 EU produkovala 41 % světové produkce ječmene (Ullrich, 2011). Z údajů ministerstva zemědělství USA ze dne 8. 11. 2019 vyplývá, že světová produkce ječmene činí zhruba 155,8 mil. tun. Asi 40 % se pěstuje v EU. Následují Rusko přibližně s 13 %, Kanada či Ukrajina zhruba s 6,3 % a Austrálie s 5,4 % (Vašák, 2020). V roce 2018 se v zemích EU vyprodukovalo přibližně 56 milionů tun jarního ječmene, v roce 2019 zhruba 61 milionů tun. Meziroční nárůst tak byl 9 %. Průměrný výnos evropských producentů byl v roce 2018 3,97 t.ha<sup>-1</sup>, v roce 2019 se zvýšil na 4,22 t.ha<sup>-1</sup> (Vašák a Černý, 2019).

V České republice se jarní sladovnický ječmen pěstuje asi na 80 % z celkové výměry ploch ječmene. Jen zhruba 20 % plochy je využíváno pro krmné odrůdy (Honsová, 2020). Hartman (2021) uvádí, že v roce 2020 byl jarní ječmen pěstován na ploše 217 tis. ha a dosahoval průměrného výnosu 5,2 t.ha<sup>-1</sup>. V porovnání oproti roku 2019 se v roce 2020 zvýšila pěstitelská plocha jarního ječmene o pět tisíc hektarů. I přesto však z dlouhodobého hlediska dochází k poklesu pěstitelských ploch ječmene. Za posledních 20 let se snížila výměra jarního i ozimého ječmene o 164 tis. ha. (Hartman, 2021). Příčinou je slabá výroba vepřového masa a klesající spotřeba piva. ČR se na výrobě ječmene v EU podílí asi z 2,8 % (Vašák a Černý, 2019).

Dle údajů ČSÚ ke dni 18. 2. 2020 činila celková sklizeň ječmene 1 718,1 tis. tun. Ječmen jarní činil 1 074,0 tis. tun, tedy 67,8 % z celkového počtu sklizeného ječmene (Kůst et.al., 2021).

## 2.14 Výroba sladu

Sladovnictví a pivovarnictví jsou pravděpodobně jedny z nejstarších biotechnologií. Využití naklíčených zrn při vaření pivních nápojů bylo známé již před 6000 lety. Vedle vody je slad nejdůležitější přísadou používanou při vaření piva. Jeho kvalita a vlastnosti mají převažující vliv na výslednou kvalitu piva (Ullrich, 2011).

V minulosti byla výroba sladu úzce navázána na výrobu piva. Každý pivovar si zajišťoval slad pro svou potřebu ve vlastní sladovně. Teprve v druhé polovině 19. století vznikají samostatné sladovny, které mají větší kapacitu, a které s vyrobeným sladem obchodují. Tím byl dán základ rozvoje sladařství, které úspěšně pokračuje i ve 20. století (Polák et. al., 1998). Černý et. al. (2007) uvádí, že v 60. letech 20. století bylo ČSSR hlavním exportem sladu a určovalo tak jeho světové ceny.

Vývoj pivovarských technologií změnil požadavky na kvalitu sladu. Základním požadavkem je homogenita dodávek, která by měla zajistit minimalizaci nákladů a bezproblémové zpracování sladu. Homogenní slad lze vyrobit pouze z homogenní, kvalitní a odrůdově čisté partie zrna ječmene, která v průběhu sladování zajistí homogenní klíčení. Homogenita je i analytický termín, pro jejíž stanovení jsou vyvinuty různé analytické metody a speciální přístroje (Psota et. al., 2015)

Při výrobě sladu jsou uplatňovány následující technologické operace:

- čištění a třídění zpracovaného ječmene
- máčení ječmene, jež má za cíl dodat zrně potřebné množství vody pro klíčení
- klíčení ječmene – jde o řízené klíčení, převážně v oblasti teplotních režimů, vlhkostních poměrů s eventuální regulací přísunu kyslíku.
- hvozdění – postupně snižuje obsah vody v odsoušeném sladu. Zároveň zde probíhají významné biochemické reakce, vedoucí ke vzniku požadovaných chuťových a barevných složek sladu (Polák et. al., 1993).

Máčení slouží ke zvýšení obsahu vody z 10–15 % na 42–48 %. Zajišťuje tak optimální podmínky pro klíčení zrn. Stupeň domočení je volen podle druhu vyráběného sladu: pro světlý slad 42–45 %, pro tmavý 45–48 % obsahu vody. Klíčení způsobuje aktivizaci a syntézu enzymů v zrně. Docílí se tak požadovaného rozluštění zrna za minimálních nákladů a ztrát. Hvozdění je finálním krokem výroby sladu. Cílem je převést zelený slad na trvanlivý a stabilní slad, který lze skladovat (Shchankin, 2019).

## 2.15 Kvalita zrna

Kvalitu zrna sladovnického ječmene ovlivňuje řada podmínek, které často působí ve složitých interakcích, a mohou být příčinou rozdílné ročníkové reakce. Na průběh povětrnosti daného ročníku, půdní podmínky a pěstitelské zásahy nejvíce reaguje obsah dusíkatých látek v zrně (Klem et. al., 2010). Jakostní parametry u sladovnického ječmene jsou odvíjeny od normy 46 1100-5, upravované výkupci (Černý et. al., 2007). Na kvalitu zrna mají vliv stanovištní podmínky, průběh povětrnosti i použitá agrotechnika (Richter et. al., 2017).

### Ukazatel sladovnické jakosti (USJ)

USJ hodnotí kvalitu jednotlivých odrůd (Černý et. al., 2007). Výběr hodnocených znaků pro ukazatel sladovnické jakosti byl proveden roku 1995 pivovarskými a sladařskými odborníky z ČR a Slovenska. Mezi hodnocené parametry patří:

- obsah dusíkatých látek v zrně ječmene
- extrakt v sušině sladu
- relativní extrakt při 45 °C
- Kolbachovo číslo
- diastatická mohutnost
- dosažitelný stupeň prokvašení
- friabilita sladu
- obsah  $\beta$ -glukanů ve sladině

Limitní hodnoty sledovaných znaků jsou stanoveny na základě požadavků výrobců sladu a piva. Výsledek hodnocení je vyjádřen pomocí devítibodové stupnice, kde číslo 1 značí nejhorší či nepřijatelnou jakost a číslo 9 nejlepší, optimální jakost (Zimolka et. al., 2006). Jednotlivé odrůdy lze rozdělit do několika skupin. Výběrové odrůdy jsou hodnoceny 7-9 body, standardní odrůdy 4-6 body a pod 4 body jsou hodnoceny nestandardní, čili nesladovnické odrůdy. Odrůdy vhodné pro výrobu Českého piva spadají do druhé kategorie (USJ 4-6) a patří sem například odrůda Bojos (Černý et. al., 2007).

Odrůdy pro výrobu piva Českého typu se vyznačují nižším stupněm prokvašení sladiny, to přináší vyšší zbytkový extrakt a odolnost proti přelušťování sladu během klíčení. Především se tedy tyto odrůdy od odrůd vhodných pro intenzifikovanou

výrobu pív lišší nižším dosažitelným prokvašením, nižším relativním extraktem při 45 °C a nižším proteolytickým rozluštěním (Kolbachovým číslem) (Hřivna et. al., 2012).

Při šlechtění odrůd ječmene je sladovnická kvalita odrůd nejdůležitějším šlechtitelským cílem. Nejvyšší hodnotu dědivosti má obsah extraktu, dále diastatická mohutnost, Kolbachovo číslo, dosažitelný stupeň prokvašení, relativní extrakt při 45 °C, HTS a obsah dusíkatých látek v zrně. Nejnižší dědivost je u objemové hmotnosti (Prugar et. al., 2008).

### **Obsah dusíkatých látek v zrně ječmene**

Obsah dusíkatých látek v zrně ječmene je výrazně ovlivňován průběhem počasí během vegetace. V letech, kdy je vlhké a teplé počasí obvykle dochází ke snížení obsahu dusíkatých látek v zrně. Naopak ročníky se suchým jarním počasím, představují riziko zvýšeného obsahu dusíkatých látek v zrně (Klem et. al., 2010).

Obsah dusíkatých látek v zrně ječmene je významně ovlivňován agroekologickými podmínkami pěstování ječmene. Jeho úroveň koreluje s hodnotou Kolbachova čísla (Zimolka et. al., 2006). Stupeň rozluštění dusíkatých látek je nejčastěji hodnocen pomocí poměru rozpustného a celkového dusíku, který se v případě kongresního rmutování označuje jako Kolbachovo číslo (Prugar et. al., 2008).

Stanovení obsahu dusíku lze provést pomocí modifikované Dumasovy metody, která je ve srovnání s metodou podle Kjeldahla rychlejší, spolehlivější a šetrnější vůči životnímu prostředí (Lanza et. al., 2016).

### **Klíčivost**

V zemědělství není mnoho produktů, u kterých by bylo sledováno tolik kvalitativních ukazatelů, jako u sladovnického ječmene (Psota, 2001). Klíčivost, bez které nelze vyrobit slad, je hlavním a nosným kritériem sladovnického ječmene (Černý et. al., 2007). Pro kvalitní slad je důležité, aby obilky klíčily rychle a jednotně. Za podmínek vhodných pro klíčení neklíčí pouze dormantní a mrtvé obilky (Zimolka et. al., 2006).

### **Podíl předního zrna**

K významným ukazatelům sladovnické jakosti patří i podíl předního zrna ječmene. Charakterizuje vyrovnanost a plnost zrn. Velikostní vyrovnanost zrn je technologicky velice důležitá. Při sladovacím procesu totiž vyrovnaná zrna přijímají rovnoměrně

vodu, vyrovnaně klíčí a dosahují žádaného stupně rozluštění. Vysoký podíl předního zrna rovnoměrně souvisí s výtěžností sladu, obsahem bílkovin a extraktivností (Polák et. al., 1993).



### **3. Cíl práce**

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv formy dusíkatého hnojení na výnos a kvalitu sladovnického ječmene. Za tímto účelem byl založen poloprovozní pokus o dvou variantách (I, II) a čtyřech opakováních (A, B, C, D). Zvolena byla pevná forma dusíkatého hnojiva - ledek amonný a forma dusíkatého hnojení kapalná - močovina. Sledované ukazatele byly počet klasů/m<sup>2</sup>, počet zrn v klasu, HTS, podíl předního zrna, obsah bílkovin zrna a klíčivost.

## **4. Materiál a metody**

### **4.1 Popis zemědělského podniku**

K realizaci pokusu byl vybrán pozemek rodinné farmy Jaroslava Čítka v Makově u Jistebnice (Táborsko). Farma je zaměřena na rostlinnou i živočišnou výrobu. Hospodaří na zhruba 150 ha luk a orné půdy. Živočišná výroba je zaměřena na chov dojného skotu. Převážně je zde chováno plemeno českého červenostrakatého skotu v počtu cca 100 kusů. Část mléčné produkce je zpracovávána ve vlastní minimlékarně, kde se z pasterovaného čerstvého mléka vyrábí jogurty a sýry.

### **4.2 Charakteristika stanoviště**

Vybrané stanoviště se nachází na souřadnicích 49.4563683 severní šířky a 14.5558200 východní délky. Zaujímá rozlohu 1 ha, leží v nadmořské výšce 512 m a spadá do bramborářské výrobní oblasti. BPEJ s číslem 7.15.00 zařazuje stanoviště do klimatického regionu s číslem 7, jež udává, že se jedná o mírně teplou, vlhkou oblast. Sklonitost s hodnotou 0 vypovídá o úplné rovině pozemku. Skupinou půdních typů nacházejících se na stanovišti jsou luvizemě s převážným zastoupením luvizemě modální. Půda je hluboká, bezskeletovitá s příměsí a celkovým obsahem skeletu do 10%.

### **4.3 Charakteristika počasí**

Údaje pro zjištění počasí byly použity z meteorologické stanice Tábor, vzdálené 9,07 km od pozemku. Stanice se nachází na souřadnicích 49°26'10" severní šířky a 14°39'42" východní délky v nadmořské výšce 437 m. n. m. Průběh počasí za období 1.4. - 31.8. 2019 je znázorněn v tabulce.

Tabulka 1: Teplotní a srážkové informace za sledované období (2019).

Období 2019	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý normál teploty vzduchu za období 1981-2010 (°C)	Průměrné srážky (mm)	Dlouhodobý srážkový normál za období 1981-2010 (mm)
Duben	9,6	7,2	11,8	41
Květen	10,5	12,5	73,7	71
Červen	20,6	15,3	75,3	85
Červenec	19	17,3	99,8	92
Srpen	19,1	16,7	83,2	85

Z tabulky vyplývá, že teploty v měsících duben, červen, červenec a srpen byly v roce 2019 výrazně vyšší než dlouhodobý normál teplot vzduchu. Srážkově bylo sledované období podprůměrné, s výjimkou měsíců květen a červenec.

#### 4.4 Charakteristika odrůdy

##### Bojos

Jedná se o sladovnickou polopozdní odrůdu vhodnou pro výrobu piva českého typu. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Odrůda je středně odolná proti poléhání a lámání stébla. Je odolná proti napadení padlím travním, středně odolná proti napadení rzi ječmene, středně až méně odolná proti napadení komplexem hnědých skvrnitostí a rhynchosporiovou skvrnitostí. Hodnota ukazatele sladovnické kvality je 6,7 bodu. Zrno je středně velké a má jemně vrásčitou slámově žlutou pluchu. Výtěžnost předního zrna je dobrá. Odrůda je v ČR registrována od roku 2005 (Svačina, 2005). Černý et. al. (2007) uvádí, že odrůda Bojos je preferována sladovnicemi a pivovary Plzeňský Prazdroj a Soufflet.

#### 4.5 Charakteristika experimentu

Cílem experimentu bylo posoudit vliv formy dusíkatého hnojení na tvorbu výnosu zrna sladovnického ječmene a jeho kvalitu. Za tímto účelem byl v roce 2019 založen poloprovozní pokus. Ten byl proveden ve dvou variantách (I, II) a čtyřech opakováních (A, B, C, D). Pro variantu I bylo zvoleno hnojivo v pevné formě - LAV 27, čili ledek amonný s obsahem dusíku 27 %, a to v dávce 200 kg.ha<sup>-1</sup>. Pro variantu

II byla vybrána kapalná močovina, obsahující 46 % dusíku, aplikovaná v dávce 120 kg.ha<sup>-1</sup>. U obou variant byla stejná dávka čistého dusíku (100 kg.ha<sup>-1</sup>), varianty se od sebe lišily pouze ve formě hnojiva, kdy ledek amonný je pevné hnojivo a močovina kapalná. Aplikace obou dusíkatých hnojiv proběhla v den setí před založením porostu ječmene. Sledované ukazatele pro hodnocení výnosu a kvality ječmene byly počet klasů/m<sup>2</sup>, počet zrn v klasu, HTZ, podíl předního zrna, obsah bílkovin zrna a klíčivost.

#### 4.6 Agrotechnika experimentu

Po sklizni předplodiny, jíž byla směska hrachu s ovsem, byla na podzim provedena středně hluboká orba. Jarní příprava zahrnovala úpravu povrchu smykovými bránami a následnou aplikaci dusíkatých hnojiv. Aplikace obou dusíkatých hnojiv proběhla dne 1. dubna 2019, před založením porostu. Výsev ječmene proběhl rovněž 1. dubna 2019. Tato operace byla provedena secí kombinací Pöttinger Pneusej 3000 s nastavením hloubky setí 3 cm a šířkou řádků 12,5 cm. Výsevek zvolené odrůdy jarního ječmene BOJOS činil 4 MKS.ha<sup>-1</sup>. Ke dni 10. 5. 2019 byl aplikován herbicid Mustang v množství 0,5 l.ha<sup>-1</sup>. Průběh žní ovlivňovalo počasí v červenci a srpnu, kdy se vyskytovaly dešťové přeháňky. Sklizeň tak proběhla až 8. srpna, kdy byla u porostu ječmene naměřena požadovaná vlhkost pod 14 %.

#### 4.7 Metody hodnocení tvorby výnosu a kvality zrna

Odběr dat pro hodnocení tvorby výnosu zrna a jeho kvality proběhl částečně před sklizní i následně po ní. Pro větší přehlednost jsou tyto operace a jejich termíny uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2: Datum odběrů dat pro hodnocení

Datum	Operace
7. - 8. 8. 2019	Počet klasů na m <sup>2</sup>
10. - 12. 8. 2019	Počet zrn v klasu
13.08. 2019	HTZ
10.12. 2019	Podíl předního zrna
18.12. 2019	Obsah N-látek
25. 11. - 2. 12. 2019	Klíčivost

#### **4.7.1 Počet klasů ječmene na m<sup>2</sup>**

Počet klasů na 1 m<sup>2</sup> byl stanoven za použití tzv. čtvrtmetrovky, což je čtverec o stranách 0,5 x 0,5 m. Na vymezeném prostoru byly počítány klasy ječmene, tím byla získána hodnota pro 0,25 m<sup>2</sup>. Následně byl vypočítán počet klasů pro 1 m<sup>2</sup>. Zároveň byly odebírány klasy pro další hodnocení. V každém opakování (A, B, C, D) proběhly tři odpočty. Získané hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 1.

#### **4.7.2 Počet zrn v klasu ječmene**

Klasy pro stanovení počtu zrn v klasu ječmene byly odebírány při odpočtu klasů na m<sup>2</sup>. Z každého opakování bylo odebráno 13 klasů, to činí 52 z jedné varianty. Následně byl pro každou variantu vypočítán průměrný počet zrn v klasu ječmene. Jednotlivé měření jsou uvedena v příloze č. 2.

#### **4.7.3 Hmotnost tisíce semen ječmene**

Zrna ječmene pro stanovení hmotnosti tisíce semen byla získána z klasů odebraných před sklizní. Byla použita čistá a nepoškozená zrna. Odpočítalo se 500 zrn, která byla zvážena a následně se získaná hodnota vynásobila dvěma. Získané hodnoty, z kterých byly následně vypočítány průměry variant, jsou uvedeny v příloze č. 3.

#### **4.7.4 Podíl předního zrna ječmene**

Pro stanovení podílu předního zrna byla použita netříděná zrna. Podíl předního zrna byl zjišťován za použití síta s oky 2,5 mm. Byl sledován hmotnostní rozdíl před a po přepadu zrn a následně vypočítán podíl předního zrna ječmene. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 4.

#### **4.7.5 Obsah bílkovin zrna ječmene**

Obsah bílkovin, neboli dusíkatých látek, byl stanoven na analyzátoru rapid N Cube. Vzorek je zde spalován za přítomnosti kyslíku v komoře při teplotě nad 900°C. Dochází k uvolnění oxidu uhličitého, vody a oxidu dusíku. Plyny jsou hnány přes speciální sorpční kolony, které pohlcují oxid uhličitý a vodu. Plynné oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočet koncentrace dusíku ve vzorku na obsah dusíkatých látek se provádí přepočtovým faktorem 6,25. V příloze č. 5 jsou uvedena jednotlivá měření. Ze získaných hodnot byl vypočítán průměr pro každou variantu.

#### **4.7.6 Klíčivost**

Test klíčivosti byl proveden za pomoci klíčidel, filtračního papíru a vody. Na filtrační papír v klíčidle bylo z každého opakování (A, B, C, D) umístěno 4x100 zrn. Klíčivost byla vyhodnocována po 7 dnech. Jako klíčivá semena byla považována ta, která měla 2 zárodečné kořínky a klíček o délce minimálně 3 mm. Hodnoty z jednotlivých opakování jsou uvedena v příloze č. 6.

#### **4.7.7 Teoretický výnos**

Teoretický výnos byl vypočten z hlavních výnosových prvků, tj. z počtu klasů na m<sup>2</sup>, počtu zrn v klasu a HTS.

Vzorec pro výpočet teoretického výnosu:

$$\text{Výnos (t.ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{průměrný počet klasů} * \text{průměrný počet zrn v klasu} * \text{HTS}}{100\ 000}$$

## 5. Výsledky

Podrobná data, z kterých jsou uvedeny průměry v tabulkách níže, jsou předložena v přílohách.

### 5.1 Počet klasů na m<sup>2</sup>

Tabulka 5: Počet klasů na m<sup>2</sup>.

Varianty	Průměr	Směrodatná odchylka
I	704	16,41
II	688	20,45

Rozmezí počtu klasů na m<sup>2</sup> u varianty hnojené pevnou formou dusíkatého hnojiva - ledkem amonným se pohybovalo mezi 336-364 klasy. U varianty hnojené kapalnou formou dusíkatého hnojení - močovinou bylo rozmezí 327-367 klasů. Počet klasů na m<sup>2</sup> byl v průměru vyšší u varianty hnojené ledkem amonným o 2,3 %.

### 5.2 Počet zrn v klasu

Tabulka 6: Počet zrn v klasu ječmene.

Varianta	Průměr	Směrodatná odchylka
I	23,28	2,92
II	21,68	2,61

Počet zrn v klasu ječmene se u varianty hnojené pevnou formou dusíkatého hnojiva - ledkem amonným pohyboval v rozmezí 17 - 29. U varianty hnojené kapalnou formou dusíkatého hnojení - močovinou bylo rozmezí nižší, pohybovalo se v hodnotách 17 - 27. Počet zrn byl v průměru vyšší u varianty hnojené ledkem amonným a to o 7,3 %.

### 5.3 Hmotnost tisíce semen

Tabulka 7: Hmotnost tisíce semen ječmene (g).

Varianta	Průměr	Směrodatná odchylka
I	49,66	1,89
II	49,66	0,73

Hmotnost tisíce semen se u varianty hnojené pevnou formou dusíkatého hnojiva - ledkem amonným pohybovala v rozmezí 46,7 – 53,3 g. U varianty kde byla jako hnojivo použita kapalná močovina byly měřeny hodnoty v rozmezí 48,3 – 51,1 g. V průměru jsou obě varianty vyrovnané.

### 5.4 Podíl předního zrna

Tabulka 8: Podíl předního zrna ječmene (%).

Varianta	Průměr	Směrodatná odchylka
I	96,67	1,30
II	96,50	1,24

Z tabulky vyplývá, že podíl předního zrna ječmene je u obou variant téměř vyrovnaný. Vyšší hodnoty dosáhla varianta s použitím pevného dusíkatého hnojiva – ledku amonného, hodnota byla vyšší pouze o 0,18 %.

### 5.5 Obsah bílkovin v zrně

Tabulka 3: Obsah dusíkatých látek v sušině zrna ječmene (%).

Varianta	Průměr	Směrodatná odchylka
I	12,92	1,00
II	12,90	0,74



Mezi variantou hnojenou pevnou formou dusíkatého hnojiva - ledkem amonným a variantou hnojenou kapalnou močovinou je nepatrný rozdíl v obsahu dusíkatých látek. Obě varianty mají hodnoty dosahující téměř 13 % N-látek v sušině zrna ječmene.

## 5.6 Klíčivost

Tabulka 4: Klíčivost zrn ječmene (%).

Varianta	Průměr	Směrodatná odchylka
I	96,94	1,90
II	95,63	1,88

Rozmezí, v jakých se pohybovala klíčivost bylo u obou variant velice podobné. U varianty, kde byl použit pevný ledek amonný bylo rozmezí klíčivosti 93 - 100 %. Varianta u které byla použita kapalná močovina měla rozmezí klíčivosti 93 - 99 %. Jak je z tabulky patrné, vyšší průměrné klíčivosti dosáhla varianta hnojená ledkem amonným a to o 1,4 %.

## 5.7. Teoretický výnos

Tabulka 9: Teoretický výnos (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta	Teoretický výnos
I	8,1
II	7,4

Z tabulky je patrné, že teoretický výnos byl u varianty hnojené pevnou formou dusíkatého hnojiva - ledkem amonným vyšší než u varianty, kde byla použita kapalná močovina až o 9,5 %.

## 6. Diskuse

Optimální hodnota výsevku ječmene pro bramborářskou výrobní oblast se pohybuje v rozmezí 4 – 4,5 MKS.ha<sup>-1</sup> (Černý et. al., 2007). Tento doporučený výsevek byl při založení porostu dodržen. I přesto, že výsevek ječmene činil 4 MKS.ha<sup>-1</sup>, byl počet klasů na m<sup>2</sup> u obou variant nižší, než jaký uvádí Koprna et. al. (2014) jako optimální. Ten má za optimální počet 800 – 850 klasů na m<sup>2</sup>. Nižší počet klasů mohl být způsobem slabším odnožováním ječmene. Odběr dusíku rostlinou ječmene je nejvyšší právě v době odnožování. Je tedy možné, že v této fázi měl ječmen k dispozici méně dusíku pro tvorbu vysokého počtu odnoží.

Hartman (2021) uvádí průměrné hodnoty parametrů kvality ječmene v ČR za rok 2019. Uvádí průměrný obsah N-látek v sušině s hodnotou 11,4 % a průměrnou klíčivost 98,2 %. Co se týče N-látek tak obě varianty pokusu výrazně převyšovaly svými hodnotami uvedený průměr. Průměrná klíčivost byla u obou variant nižší a minimální kritérium (96 %) splňovala pouze varianta hnojená ledkem amonným.

Klem et. al. (2010) tvrdí, že optimální dávky dusíky z pohledu obsahu dusíkatých látek v zrně se pohybují do 60 kg.ha<sup>-1</sup>. Z tohoto tvrzení je možné vyvozovat, že vyšší dávky dusíku v polním pokusu mohly mít za následek vyšší obsah dusíkatých látek v zrně ječmene.

Podle údajů MZe za rok 2019 má zrno ječmene nízké hodnoty přepadu na síť 2,5 mm. Jde o nejproblematictější parametr kvality ze sklizně roku 2019 (Kůst et. al., 2021) V případě daného pokusu byly však naměřené hodnoty přesahující 96 % uspokojivé.

Černý (2015) uvádí, že v porovnání aplikace hnojiv LAD a močoviny je vyšší výnos ječmene při aplikaci močoviny. S tímto tvrzením v našem případě nelze souhlasit, neboť vyššího výnosu dosáhla varianta s aplikací ledku amonného.

## 7. Závěr

Vyšších hodnot bylo dosaženo při použití pevné formy dusíkatého hnojení (ledku amonného), a to v počtu klasů na m<sup>2</sup>, počtu zrn v klasu, podílu předního zrna, obsahu dusíkatých látek a klíčivosti. Hodnota HTS byla u varianty s použitím pevného ledku amonného stejná jako u varianty s aplikací močoviny. Dalo by se tedy konstatovat, že při výběru mezi ledkem amonným a močovinou, má pěstitel jasnou volbu. Avšak pro spolehlivější tvrzení by bylo třeba podrobnějšího výzkumu. Na tvorbu výnosových prvků a kvalitu zrna ječmene má totiž kromě dusíkatého hnojení vliv řada dalších faktorů, jako jsou např. průběh počasí, půdní podmínky, předplodina, zvolená agrotechnika i odrůda pěstovaného ječmene.

Značný vliv na kvalitu zrna měl průběh počasí. Vyšší teploty během vegetace ovlivnily především obsah dusíkatých látek v zrně ječmene. Ten dosahoval téměř 13 % a převyšoval tak sladovnická kritéria. Negativní vliv na obsah dusíkatých látek měla pravděpodobně i vyšší dávka dusíku v předset'ovém hnojení. Ta činila 100 kg.ha<sup>-1</sup>.

Ze všech minerálních hnojiv je použití dusíkatých hnojiv nejvíce problematické a je jedním z nejobtížnějších úseků výživy rostlin. S rostoucí dávkou dusíku se zvyšuje výnos ječmene, roste však i obsah dusíkatých látek v zrně. Aby bylo docíleno požadovaných kritérií, a ječmen byl tak pro sladovny přijatelný, bylo by vhodné zvolit nižší dávku dusíku, ideálně do 80 kg č. ž. ha<sup>-1</sup>. Přikláníla bych se také k rozdělení dávky dusíku na dvě aplikace, předset'ovou a následně nejlépe na základě stanovení N<sup>min</sup> v půdě na další aplikaci v průběhu vegetace.

## 8. Zdroje

- Bečka, D. et. al. (2007). Vliv reziduálního působení herbicidů na následně vysetý jarní ječmen a řepku ozimou. In: *Sborník z konference „Prosperující olejniny“*, Praha, pp. 49-54.
- Bittner, V. (2008). *Škodlivé organizmy ječmene: abiotická poškození, choroby, škůdci*. První vydání. Kurent, s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-08-6.
- Černý, J. et. al. (2020). Hnojení jarního ječmene fosforem na jaře? *Úroda*, 68(1):10-12.
- Černý, L. (2015). Problémy hnojení jarního ječmene a jeho efektivnost. In: *Sborník z konference „Deset let pro ječmen v praxi“*, Praha, pp. 39-42.
- Černý, L. et. al. (2007). *Jarní sladovnický ječmen: pěstitelský rádce*. První vydání. Kurent, s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-04-8.
- De Bona, F. D. et. al. (2011). Nitrogen utilization by sulfur-deficient barley plants depends on the nitrogen form. In: *Environmental and Experimental Botany*, pp. 237-244.
- Delogu, G., et al. (1998). Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 9(1):11-20.
- Fryč, D. a Rychlý, S. (2020). Mšice na obilninách. *Úroda*, 68(6):30-34.
- Hartman, I. (2021). Kvalita sladovnického ječmene ze sklizně roku 2020. *Úroda*, 69(2):24-25.
- Honsová, H. (2020). Nižší produkce i kvalita sladovnického ječmene v ČR. *Úroda*, 68(3):24-26.
- Hřivna, L. a Kotková, B. (2013). Možnosti uplatnění NP roztoku ve výživě jarního ječmene. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - intenzita a kvalita“*, Brno, pp. 33-36.
- Hřivna, L. et. al. (2012). Změny v obsahu extraktivních látek zrna ječmene během sladování a rmutování rozhodují o uplatnění suroviny pro výrobu Českého piva. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - pokrok v technologii a možnosti trhu“*, Brno, pp. 27-28.

- Hřivna, L. et. al. (2015). Vliv dávky dusíku a pozdní aplikace mimokořenové výživy a růstových látek na výnos a kvalitu produkce sladovnického ječmene. In: *Sborník z konference „Deset let pro ječmen v praxi“*, Brno, pp. 36-38.
- Hřivna, L. et. al. (2017). Vliv moření osiva jarního ječmene přípravkem oligal SD na výnos a kvalitu zrna. In: *Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“*, Brno, pp. 32-33.
- Hřivna, L. et. al. (2018). Vliv aplikace dusíku a mimokořenové výživy na výnos zrna jarního ječmene a jeho kvalitu. In: *Sborník z konference „Systém výživy ječmene ve variabilních podmínkách“*, Brno, pp. 36-39.
- Chaloupský, R. et. al. (2004). Vliv utužení půdy na sledované výnosové ukazatele pšenice ozimé a ječmene jarního. In: *Sborník z konference „Řepařství & Sladovnický ječmen 2004“*, Praha, pp. 194-197.
- Khine, M. O. et al. (2020). Molecular diversity of Barley yellow dwarf virus-PAV from China and the Czech Republic. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(11):2736-2745.
- Klem, K. et. al. (2010). Faktory ovlivňující obsah dusíkatých látek v zrna ječmene a možnosti ovlivnění. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“*, Praha, pp. 24-28.
- Křováček, J. (2009). Ozimý výsev jarního ječmene. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - regulace tvorby výnosu a kvality“*, Praha, pp. 85-87.
- Koprna, R. et. al. (2014). Budoucnost využití fytohormonálních derivátů v zemědělství pro moření osiva a foliární aplikaci u jarního ječmene. In: *„Úroda 12/2014, vědecká příloha časopisu“*, Olomouc, pp. 85-92.
- Kuchtík, F. et. al. (1998). *Pěstování rostlin II*. FEZ, Třebíč. ISBN 80-901789-7-9.
- Kunzová, E. a Šrek, P. (2010). Vliv dlouhodobého N, P, K hnojení na výnos ječmene jarního a odběr živin na stanovištích Ivanovice Čáslav a Lukavec v letech 2005-2008. *Zborník z vedeckej konferencie: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax.*, Piešťany, pp. 7-19.

- Lanza, J. G. et. al. (2016). Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *Saber*, 28(2):245-249.
- Muška, A. (2020). Jak se dříve pěstoval a využíval ječmen. *Úroda*, 68(8):12-16.
- Neischl, A. et al. (2014). Vliv osevního postupu na aktuální zaplevelení jarního ječmene pěstovaného po cukrovce. *Listy Cukrovarnické a Reparské*, 130(1).
- Novák, J. a Skalický M. (2008). *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint, Praha. ISBN 978-80-904011-1-2.
- Petr, J. a Húska J. (1997). *Speciální produkce rostlinná*. ČZU v Praze, Praha. ISBN 80-213-0152-x.
- Polák, B. et. al. (1993). *Základy pěstování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha. ISBN 80-7105-042-3.
- Polák, B. et. al. (1998). *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-7105-166-7.
- Prugar, J. a Hraška, Š. (1989). *Kvalita jačmeňa*. Příroda, Bratislava. ISBN 80-07-00353-3.
- Prugar, J. et. al. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Psota, V. et. al. (2015). Koncentrace výroby piva a sladu, sortiment pěstovaných odrůd sladovnického ječmene. In: *Sborník z konference „Deset let pro ječmen v praxi“*, Brno, pp. 22-26.
- Richter, R. et. al. (2013). Dusík rozhoduje o výnosu a kvalitě zrna. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - intenzita a kvalita“*, Brno, pp. 26-29.
- Richter, R. et. al. (2017). Vliv předplodiny na výnos a kvalitu zrna sladovnického ječmene. In: *Sborník z konference „Ječmen v praxi. Klíčem k úspěchu je kvalita“*, Brno, pp. 18-20.

Shchankin, Y. (2019). Malting process in an industrial plant. In: *Nové metody a postupy v oblasti přístrojové techniky, automatického řízení a informatiky 2019*. Zvíkovské podhradí, pp. 44-50.

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

Svačina P. (2005). Nové odrůdy. *Czech J. Genet. Plant Breed*, 41(3):122-126.

Tvarůžek, L. et al. (2015). Analýza výskytu hnědé skvrnitosti (*Pyrenophora teres*) na jarním ječmeni v letech 2010–2014 na území Moravy a Slezska. *Obilnářské listy*, 23(1):21-24.

Ullrich, S. E. (2011). *Barley: Production, improvement, and uses*. Wiley-Blackwell, Iowa. ISBN 978-0-8138-0123-0.

Vaněk, V. et. al. (2002). *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. Třetí vydání, Praha. ISBN 80-902413-7-9.

Vašák J. (2020). Jarní ječmen a sucho. *Úroda*, 68(1):23-25.

Vašák, J. a Černý L. (2019). Sladovnický jarní ječmen a velké změny nejen v pěstování. *Úroda*, 67(3):14-16.

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

### **Internetové zdroje:**

Hosnedl, V. (2003). Klíčivost a vzcházivost osiva. [online] Agris.cz [cit. 11. 02. 2021]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/125695>

Hrstková P. et. al. (1999). Vitalita obilek ječmene. [online] Agris.cz [cit. 22. 03. 2021]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/111114/vitalita-obilek-ječmene>

Chmi.cz (2020). ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav. Měsíční data. [online]. [cit. 03. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb>

Kůst, F. et. al. (2021) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR: *Situační a výhledová zpráva obiloviny*. [online] [cit. 19. 04. 2021]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/649005/SVZ\\_Obiloviny\\_12\\_2019.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/649005/SVZ_Obiloviny_12_2019.pdf)

Psota, V. (2001). Význam odrůdy ječmene pro sladovnický průmysl. [online] Agris.cz [cit. 03. 02. 2021]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/109963/vyznam-odrudy-jeemene-pro-sladovnicky-prumysl>

Vach, M. a Javůrek, M. (2009). Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny. [online] Nysl.cz [cit. 22. 03. 2021]. Dostupné z: [http://invenio.nysl.cz/record/123485/files/nysl-123485\\_1.pdf](http://invenio.nysl.cz/record/123485/files/nysl-123485_1.pdf)



## 9. Přílohy

Příloha č. 1: Počet klasů na m<sup>2</sup>

Opakování	Subopakování	Varianta	
		I	II
A	1	696	734
	2	714	680
	3	696	698
B	1	726	694
	2	688	672
	3	704	688
C	1	714	654
	2	696	696
	3	718	690
D	1	728	704
	2	672	666
	3	698	680

Příloha č. 2: Počet zrn v klasu

Subopakování	Varianta I				Varianta II			
	Opakování							
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	25	24	20	22	17	18	27	24
2	27	23	23	22	25	19	23	19
3	27	17	21	27	23	22	22	22
4	29	24	25	18	22	25	22	23
5	27	25	28	18	20	20	25	24
6	24	22	23	24	23	26	19	25
7	26	26	22	21	21	23	21	18
8	17	22	23	21	27	22	22	23
9	26	23	19	20	17	18	23	21
10	22	24	23	22	24	25	23	24
11	24	21	17	22	18	20	18	21
12	25	22	24	25	22	23	21	19
13	26	25	22	29	17	21	19	20
14	26	25	25	29	20	24	21	17
15	21	24	22	21	25	23	21	24

Příloha č. 3: Hmotnost tisíce semen ječmene (g)

Opakování	Subopakování	Varianta	
		I	II
A	1	46,7	49,2
	2	48,6	48,3
	3	53,3	49,4
B	1	51	51,1
	2	49,8	50,1
	3	47,9	49,5
C	1	50,7	48,9
	2	52,3	50,2
	3	48,3	50,1
D	1	48,9	49,3
	2	49,7	49,7
	3	48,7	50,1

Příloha č. 4: Podíl předního zrna ječmene (%)

Opakování	Subopakování	Varianta	
		I	II
A	1	94	96
	2	96	96
	3	96	98
B	1	98	96
	2	98	94
	3	96	96
C	1	96	96
	2	96	98
	3	96	98
D	1	98	96
	2	98	96
	3	98	98

Příloha č. 5: Obsah dusíkatých látek v sušině zrna ječmene (%).

Opakování	Subopakování	Varianta	
		I	II
A	1	14,26	14,19
	2	13,68	12,51
	3	13,71	13,01
B	1	13,39	12,06
	2	13,25	13,01
	3	13,59	13,49
C	1	13,19	12,98
	2	12,41	12,64
	3	12,9	12,45
D	1	12,47	13,59
	2	11,15	13,44
	3	11,04	11,47

Příloha č. 6: Klíčivost zrn ječmene (%).

Opakování	Subopakování	Varianta	
		I	II
A	1	97	91
	2	95	99
	3	98	98
	4	97	95
B	1	97	93
	2	98	96
	3	99	99
	4	93	97
C	1	98	95
	2	93	95
	3	95	95
	4	96	94
D	1	99	95
	2	98	95
	3	100	97
	4	98	96