

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Porovnání rozdílů v prvcích výnosu u ozimého ječmene
liniového a hybridního (*Hordeum vulgare* L.) v závislosti
na různých vstupech**

Diplomová práce

**Bc. Vojtěch Štícha
Výživa a ochrana rostlin**

Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání rozdílů v prvcích výnosu u ozimého ječmene liniového a hybridního (*Hordeum vulgare L.*) v závislosti na různých vstupech" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. 7. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Davidu Bečkovi, Ph.D. a Ing. Pavlu Cihlářovi, Ph.D. za příkladné vedení a pomoc při tvorbě této diplomové práce.

Porovnání rozdílů v prvcích výnosu u ozimého ječmene liniového a hybridního (*Hordeum vulgare* L.) v závislosti na různých vstupech

Souhrn: Ječmen ozimý je po ozimé pšenici a jarním ječmeni třetí nejpěstovanější obilovinou v České republice. V podmínkách ČR je ozimý ječmen využíván především pro krmné účely. V osevním postupu ozimý ječmen umožňuje příznivé rozložení pracovních špiček jak při setí, tak především ve žních a z důvodu brzké sklizně je nejvhodnější předplodinou pro řepku.

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním hybridních odrůd ozimého ječmene s liniovými a dále možnostmi intenzifikace pěstování hybridních ječmenů.

Na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě byl založen maloparcelkový pokus, kde byl ověřován nejvhodnější výsevek u hybridních odrůd ječmene, účinek podpatového hnojení při setí, přihnojení dusíkem v podzimním období a samozřejmě také výnos jednotlivých odrůd. Dále byly prováděny odběry rostliny, při nichž byl sledován počet rostlin, počet odnoží na rostlinách a hmotnost jednotlivých částí rostlin. V předsklizňovém období byl sledován počet klasů, počet zrn v klasech, hmotnost a délka klasů u jednotlivých odrůd. Tento pokus trval celkem 3 roky a vystřídalo se v něm celkem 5 hybridních a 2 liniové odrůdy ozimého ječmene.

Z výsledků pokusů vyplývá, že hybridní ječmen je jednoznačně výnosnější než kontrolní liniové odrůdy. V průměru tří let byl výnos hybridů vyšší o 1,08 t/ha tj. o 12,7%. Toto navýšení výnosu kompenzuje i vyšší náklady na hybridní osivo.

Hybridy mají větší kořenovou soustavu, více odnožují a mají delší listy.

Jako nejlepší výsevek u hybridní odrůdy vyšla hodnota 210 zrn/m². To je o něco více než firmou Syngenta doporučených 150 zrn/m². Výsevek 210 zrn/m² dosáhl nejvyššího výnosu, a také nejlepších ekonomických ukazatelů.

Naopak podzimní hnojení dusíkem se ukázalo jako kontraproduktivní. V průměru tří let varianty hnojené na podzim vykazaly o 0,21 t/ha tj. o 2,3% nižší výnos než nehnojená kontrola. Pouze v ročníku 2018/19 došlo po podzimním přihnojení k nárůstu výnosu díky použití hnojiva s obsahem (kromě dusíku) také fosforu a síry.

Jako prospěšné se ukázalo hnojení pod patu při setí. Jeho použitím se zvýšil výnos o 0,19 t/ha tj. o 2,1%.

Hypotéza č. 1 - Při pěstování hybridního ječmene je dosahováno vyšších výnosů a lepších ekonomických ukazatelů než u linií – potvrzena

Hypotéza č. 2 - Optimální výsevek pro hybridní ječmen je 1,5 MKS na 1 ha – vyvrácena

Hypotéza č. 3 - Podzimní hnojení dusíkem u ozimého ječmene zvyšuje výnos a je ekonomicky výhodné – vyvrácena

Hypotéza č. 4 - Hybridní odrůdy ozimého ječmene budou mít mohutnější kořenový systém, více odnoží na rostlině a poskytnou vyšší výnos než kontrolní liniiová odrůda – potvrzena

Hypotéza č. 5 - Přimoření stimulačními látkami zvýší výnos - vyvrácena

Hypotéza č. 6 - Hnojení pod patu při setí zvýší výnos – částečně potvrzena

Klíčová slova: Hybridní ječmen, výnos, kořeny, odnože, výsevek, hnojení

Comparison of differences in yield elements of line and hybrid winter barley (*Hordeum vulgare* L.) depending on different inputs

Summary: Winter barley is third most planted grain crop in Czech republic after wheat and spring barley. In conditions of Czech republic winter barley is mainly used as feed crop. In the winter barley crop rotation allows favorable distribution of labor peaks in both drilling and especially in the harvest. Because of the early harvest winter barley is the best previous crop for oil seed rape.

This master thesis deals with comparison of hybrid and line winter barley varieties and with possibilities of intensifications in winter barley growing.

On research station in Červeý Újezd small-plot trial was established where optimum seed rate, effects of precise fertilizer placement during seeding, autumn nitrogen fertilizing and yields were verified. Also samples of plants were taken and number of plants, weight of plant parts were observed. In pre-harvest time number of spikes, number of seeds in spikes, weight and length of spike of individual varieties were observed. This trial lasted for three years and together 5 hybrid and 2 line varieties of winter barley had taken part in it.

Results show that hybrid barley is more yielding than line varieties. In average of three years yields of hybrids were by 1,08 t/ha and by 12,7% higher than line varieties. This increase can compensate higher costs of hybrid seeds.

Also hybrids have bigger root system, more tillers and longer leaves.

The best seed rate for hybrids resulted 210 seeds/m². This rate is slightly higher than Syngenta recommended 150 seeds/m². 210 seeds/m² seed rate reached highest yields and best economic indicators.

On the other hand autumn nitrogen fertilizing had showed as contraproductive. In average of three years decreases yields by 0,21 t/ha and 2,3%. Only in season 2018/19 autumn nitrogen fertilizing had increased yields because of use of a fertilizer with phosphorus and sulphur content.

Precise fertilizer placement was beneficial. It increased yields by 0,19 t/ha and 2,1% in average of 3 years.

Hypothesis no. 1 – Growing of hybrid barley provides higher yields and better economic indicators than growing line varieties – confirmed

Hypothesis no. 2 – Optimum seed rate for hybrid barley is 1,5 milion of seeds per hectar – refuted

Hypothesis no. 3 – Nitrogen fertilizing in autumn will increase yields and it is economically better – refuted

Hypothesis no. 4 – Hybrid varieties will have bigger root system, more tillers per plant and higher yield than control line varieties – confirmed

Hyphothesis no. 5 – Aditonal seed coating will increase yields – refuted

Hypothesis no. 6 – Precise fertilizer placement during seeding will increase yields – partially confirmed

Keywords: Hybrid barley, yield, roots, tillers, seed rate, fertilizing

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce	11
2.1 Hypotézy	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Historie pěstování a význam ozimého ječmen (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	12
3.2 Morfologická charakteristika	13
3.2.1 Kořenová soustava	13
3.2.2 Stéblo a odnože	14
3.2.3 Listy	15
3.2.4 Květenství a květ	16
3.2.5 Obilka	16
3.2.6 Složení zrna	18
3.3 Hybridní ječmen	19
3.3.1 Historie	19
3.3.2 Hybridizace	19
3.3.2.1 Chemická hybridizační činidla (CHA)	19
3.3.2.2 Cytoplazmatická samčí sterilita (CMS)	21
3.3.3 Výnos zrna hybridních ječmenů	22
3.3.4 Výnosová stabilita hybridů	23
3.4 Hnojení ječmene	23
3.4.1 Dusík	23
3.4.2 Fosfor	25
3.4.3 Draslík	25
3.4.4 Síra	26
3.4.5 Mirkoprvky	26
4 Metodika	27
4.1 Lokalita	27
4.2 Průběh počasí	27
4.2.1 Ročník 2016/17	27
4.2.2 Ročník 2017/18	28
4.2.3 Ročník 2018/19	28
4.3 Metody hodnocení	29
4.3.1 Ročník 2016/17	29
4.4 Ročník 2017/18	31
4.5 Ročník 2018/19	33

5	Výsledky	34
5.1	Ročník 2016/2017.....	34
5.1.1	Jarní hodnocení.....	34
5.1.2	Předsklizňové hodnocení	40
5.1.3	Sklizeň	44
5.1.4	Ekonomické zhodnocení	49
5.2	Ročník 2018/2019.....	50
5.2.1	Jarní hodnocení.....	50
5.2.2	Předsklizňové hodnocení	55
5.2.3	Sklizeň	59
5.2.4	Ekonomické zhodnocení	61
5.3	Ročník 2018/19	63
5.3.1	Předsklizňové hodnocení	63
5.3.2	Sklizeň	72
5.3.3	Ekonomické vyhodnocení	74
5.4	Shrnutí výsledků.....	76
6	Diskuze	79
7	Závěr	81
8	Literatura.....	83
9	Samostatné přílohy	I
9.1	Fotografie z maloparcelkových pokusů.	I

1 Úvod

Ječmen (*Hordeum Vulgare*) je významnou obilovinou nejen pro Českou republiku, ale i celosvětově. Dle údajů FAOstatu byl ječmen v roce 2018 celosvětově pěstován na bezmála 48 mil. hektarů s celosvětovou produkcí přes 141 mil. tun, což představuje průměrný výnos 2,95 tun z hektaru. Celosvětová statistika však nerozlišuje, zda se jedná o ozimý nebo jarní ječmen. Největší producentem ječmene na světě je Ruská federace následovaná Německem, Kanadou a Francií. Celých 59 % produkce ječmene je vypěstováno v Evropě, dalších 15% v Asii a 14% připadá na Ameriku. O zbytek se dělí Afrika a Oceánie. Jak je vidět, pěstování ječmene je celosvětová záležitost (FAOstat, 2020)

V roce 2019 byla osevní plocha ječmene v České republice 319 tis. hektarů, z toho celých 212 tis. hektarů připadalo na jarní ječmen a na 107 tis. hektarů byl pěstován ječmen ozimý víceřadý. Průměrné výnosy roku 2019 se pohybovaly u ozimého ječmene na úrovni 5,98 t/ha a u jarního 5,07 t/ha. (ČSÚ, 2019)

U nás, ale i v řadě dalších zemí EU, a také Rusku nebo Kanadě je převážně pěstován ječmen jarní dvouřadý, zejména pro sladovnické účely nebo jako krmný. V menším objemu je využíván také jako potravinářský. Ozimý šestiřadý ječmen zaujímá jen asi 1/3 ploch u nás pěstovaného ječmene a je využíván jako krmný, zejména pro monogastrická zvířata. Okrajově je také pěstován ozimý dvouřadý ječmen pro doplňkové sladovnické účely.

Po roce 1989 byl zaznamenán propad v plochách pěstování ozimého ječmene. V roce 1998 se sklizňová plocha ozimého ječmene pohybovala na úrovni 186 tis. hektarů. Nyní už cca 10 let se ozimý ječmen pohybuje okolo 100 tis. hektarů. Pokles byl dán zejména snižování stavů prasat u nás, a tím i menší poptávkou po krmném ječmeni. Na druhou stranu rozvoj pěstování ozimé řepky pomohl i ozimému ječmeni, který je pro řepku nejlepší předplodinou z obilnin.

Výměra okolo 100 tisíc hektarů, kterou si ozimý ječmen v České republice dlouhodobě drží, ho řadí na 3. příčku v rozloze obilovin u nás. I přes toto významné zastoupení na orné půdě v ČR je ozimý ječmen opomíjenou plodinou a není mu věnována dostatečná pozornost z řad výzkumných organizací. Při porovnání výnosů z let 1988-90 s roky 2015-17 je patrné, že zatímco průměrný hektarový výnos u jarního ječmene se zvýšil o 17%, tak u ozimého ječmene to bylo pouze o 4% (Vašák et al., 2018). Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o založení maloparcelkového pokusu s cílem ověřit možnosti intenzifikace pěstování ozimého ječmene s využitím hybridních odrůd.

V roce 1994 Paul Bury, šlechtitel ječmene z New Farm Crops Ltd. (Nyní Syngenta Seeds Ltd.) odstartoval systematické šlechtění hybridů ječmene. Do roku 2012 bylo v jeho programu vyšlechtěno přes 10 odrůd šestiřadých ozimých ječmenů. V sezóně 2011-12 byly tyto odrůdy pěstovány na více než 200 tisících hektarech, zejména v Německu, Francii a Velké Británii (Longin et al., 2012)

Zatímco u kukuřice a řepky hybridní odrůdy jasně dominují nad liniemi, u ječmene tomu tak není. Mezi hlavní výhody hybridních ječmenů (ale i pšenic) patří především jejich výnosová stabilita. Navýšení výnosu oproti liniím se pohybuje okolo 10%, u velmi výkonných odrůd je navýšení ještě menší a přitom šlechtění hybridů je mnohem náročnější, tudíž i osivo je výrazně dražší. Benefity jako vyšší výnosová stabilita, můžou ospravedlnit vyšší investice do šlechtění hybridů. S predikovanou klimatickou změnou, bude výnosová stability hybridů hrát ještě významnější roli než dosud. Pokud četnost extrémních výkyvů počasí bude stoupat, tak rezistence abiotickým stresům a vysoká přizpůsobivost budou získávat na důležitosti (Mühleisen, 2015).

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo ověřit vlastnosti hybridních odrůd ozimých ječmenů (*Hordeum vulgare* L.) v porovnání s liniiovými odrůdami. Sledován byl zejména výnos hybridů, ale také rozíly v hmotnostech biomasy a počtu odnoží na rostlinu mezi hybridní odrůdou a kontrolní liniiovou. Ověřován byl také zvýšený výsevek u hybridní odrůdy a jeho vliv na výnos zrna.

Dále bylo ověřováno několik intenzifikačních strategií jak dosáhnout vyšších výnosů zrna. První strategií bylo přihnojení porostu v podzimním období dávkou dusíku, která se osvědčila v systému pěstování řepky ozimé. Zkoušeno bylo také dodatečné přimoření osiva různými stimulačními látkami jako např. Sunagreen nebo Raykat Start pro rychlejší počáteční vývoj. Poslední intenzifikační strategií bylo přihnojení různými hnojivy pod patu při setí.

2.1 Hypotézy

- 1) Při pěstování hybridního ječmene je dosahováno vyšších výnosů a lepších ekonomických ukazatelů než u linií.
- 2) Optimální výsevek pro hybridní ječmen je 1,5 MKS na 1 ha.
- 3) Podzimní hnojení dusíkem u ozimého ječmene zvyšuje výnos a je ekonomicky výhodné.
- 4) Hybridní odrůdy ozimého ječmene budou mít mohutnější kořenový systém, více odnoží na rostlině a poskytnou vyšší výnos než kontrolní liniiová odrůda.
- 5) Přimoření stimulačními látkami zvýší výnos.
- 6) Hnojení pod patu při setí zvýší výnos.

3 Literární rešerše

3.1 Historie pěstování a význam ozimého ječmen (*Hordeum vulgare* L.)

Za oblast původu ječmene je považována Asie a zejména oblast tzv. úrodného půlměsíce. Původně ječmen sloužil především jako potravina, částečně jako krmivo. Také je známo jeho užití jako léčivé rostliny s protizánětlivými a antiseptickými účinky. Odvar z ječmene se používal k posílení lidského organismu. Dodnes se přesně neví, jaká forma ječmene se pěstovala dříve, zda víceřadá či dvouřadá. V pravěku a starověku převládal ječmen víceřadý. Ve starověku nastoupila éra obou typů, proto je ječmen dvouřadý považován za mladší. V novověku již převažuje dvouřadá forma, zvláště ve střední Evropě (Zimolka et al., 2006).

Již ve starověku ječmen pěstovali Sumerové a vyráběli z něj kroupy. Jeho pěstování ve Starém Egyptě dokazují nálezy v hrobkách faraonů. Ječmen byl v hrobkách nalézán častěji než pšenice, což svědčí o větším využívání. Z původní pravlasti se k nám dostal před 4000-7000 lety stěhovavými národy (Šašková, 1993).

Vývoj ječmene prošel na území České republiky od prehistorického období významnými změnami, které souvisely hlavně s migračními vlivy kmenů osídlujících naše území a rozdílnými systémy hospodaření jednotlivých hospodářských soustav. Avšak mnohé změny z důvodů nedostatku průkazného materiálu pouze odvozujeme od různých, často i nepřímých souvislostí. Počátky pěstování ječmene prvotními zemědělci, kteří trvale osidlovali naši půdu, sahají až k pozdní době kamenné, kde postupně primitivními, často náhodnými selekcemi vznikaly přizpůsobivější populace a následně krajové odrůdy. Se zdokonalujícími metodami selekce a narůstajícími požadavky zemědělství se vyvíjely stále nové a lepší odrůdy (Lekeš, 1997).

O pěstování ozimého ječmene v našich zemích jsou záznamy až z mnohem mladší doby. Na Slovensku se již v 16. století pěstoval ozimý ječmen, nikde však nezaujímal rozsáhlejší osevňovací plochy. Tehdejší odrůdy trpěly slabou zimovzdorností, velkou poléhavostí a větší náchylností k některým houbovým chorobám, proto jejich pěstování bylo více než nejisté. Z důvodu značného kolísání výnosů se ozimý ječmen výrazněji nerozšířil. Všechny tyto negativní stránky se v každé zemi pěstující ozimý ječmen projevovaly v určité míře, ale v našich velmi variabilních pěstebních podmínkách byly ještě výrazněji umocněny (Lekeš, 1997).

Na základě výsledků pěstování ozimého ječmene v Československu nebylo možné vymezit oblasti, kde by se měl ozimý ječmen jednoznačně pěstovat ve větším měřítku, nebo kde by se měly jeho osevňovací plochy omezit. V období první republiky se plochy ozimého ječmene pohybovaly od 3 do 8 tis. ha a postupně se začaly rozšiřovat. Od roku 1945 se rozšířil během 10 let na 18 tis. ha. První velké rozšíření této obilniny bylo zaznamenáno v roce 1961, a to 47 tis. ha. Během následujících 5 let však plochy ozimého ječmene opět klesly až na 17,8 tis. ha. Po nepatrném zvýšení osevňovacích ploch během let 1968 až 1969 se ale plochy ozimého ječmene snížily až na hranici 6 tis. ha v roce 1976. Od roku 1978 nastalo největší rozšiřování osevňovacích ploch ozimého ječmene v ČSSR vůbec. V roce 1979 45 tis. ha., v roce 1980 83 tis. ha a v roce 1983 rekordních 142 tis. ha. (Lekeš et al., 1985).

Rychlý nárůst osevňovacích ploch byl v 70. letech ve všech středoevropských zemích, většinou na úkor jarního ječmene, jehož výnosy byly nižší a značně kolísavé. Kolísání osevňovacích ploch u ozimého ječmene bylo dáno ročníkem. Po nepříznivých zimách, kdy vymrzl, se jeho pěstování omezilo a v průběhu let s mírnou zimou se opět rozšířilo (Špaldon et al., 1986)

Po vzoru západoevropského zemědělství, které začalo disponovat novými odrůdami, se i v ČR zastoupení ozimého ječmene stabilizovalo na 10-12 % z celkové plochy obilovin. Později se začalo se snahami šlechtit a využívat zvláště dvouřadé typy odrůd ke sladovnickým účelům. První Československé odrůdy ozimého ječmene „Stupický šestiřadý – Selecty“ a „Pavlovický“ byly

postupem času v důsledku silné poléhavosti v r. 1971 restringovány a nahrazeny povolením dvou zahraničních odrůd. Pro české země západoněmeckou odrůdou „Strengs Dura“ a pro Slovensko maďarskou odrůdou „U 259“. Světové genetické zdroje jsou kumulovány ve VÚRV Ruzyně (Lekeš, 1997).

Od starověku význam ječmene jako základní potraviny klesal v porovnání s ostatními plodinami. Nicméně ječmen je dnes celosvětově používán jako krmivo zvířat a jeho využití pro lidskou výživu je zejména ve výrobě alkoholických nápojů (Newton et Newton, 2006).

Ozimý ječmen je u nás výhradně krmnou obilninou. Oceňujeme u něj možnost lepšího využití zimní vláhy než u jarního ječmene. Ozimý ječmen nerpí také tolik suchem jako ostatní obilniny a při dřívějším dozrávání nebývá postižen tolik letními přísuškami. Lépe využívá lehkých písčitých půd než pšenice a je v těchto podmínkách výnosnější než ozimé žito. Přitom jeho krmná hodnota je lepší než u žita (Špaldon et al., 1986).

3.2 Morfologická charakteristika

3.2.1 Kořenová soustava

Růstové a produkční procesy ječmene jsou značnou měrou ovlivňovány mohutností a funkcí jeho kořenové soustavy. Ječmen, stejně jako jiné druhy z čeledi lipnicovitých, tvoří svazčité kořeny, které jsou v porovnání s dvouděložnými rostlinami slabší a netloustnou. Z našich obilovin tvoří ječmen nejvyšší počet zárodečných (primárních) kořínků v počtu 4 – 10, nejčastěji 5 – 6, (pšenice jen 3 – 5) (Zimolka et al., 2006).

Kořenový systém je poměrně mělký a zakořeňuje asi do hloubky 25 – 45 cm. Hloubku zakořenění ovlivňují podmínky prostředí, půdní reakce, fyzikální a chemické vlastnosti půdy, povětrnostní podmínky, délka vegetační doby, zásoby živin nebo odrůda. Optimální teplota pro růst kořenů je 14 – 18 °C. Negativně na tvorbu kořenové biomasy působí vyšší koncentrace oxidu uhličitého a vyšší kyselost půdy. Obvykle mají rostliny nejvíce kořenů v době sloupkování až metání. Část jich později odumírá (Striegl a Žídková, 1993).

Počet kořínků závisí mj. na velikosti obilky (větší obilka – vyšší počet), typu (víceřadé tvoří méně kořínků než dvouřadé) a formě ječmene (ozimé méně než jarní). Z bazálních podzemních uzlů (kolének) v době odnožování vyrůstají sekundární kořínky (adventivní). Jsou anatomicky odlišné od primárních kořínků a jsou mohutnější (Zimolka et al., 2006).

Na růstu a velikosti kořenové soustavy závisí příjem dostupných živin do rostliny. Mezi odrůdami existují rozdíly v charakteristikách kořenů, to poskytuje prostor pro zlepšování jejich vlastností příjmu živin pomocí šlechtění. Růst kořenů, a tudíž také efektivita využití živin, je silně ovlivněn vlastnostmi půdy, např. hloubka ornice, teplota půdy a dostupnost živin. Mezi další faktory ovlivňující růst kořenů patří zpracování půdy a aplikace hnojiv (Newton et al., 2011)

Robinson (1996) demonstroval, že tvorba postranních kořínků byla velice významná pro využití dostupného fosforu, protože fosfor je velmi málo mobilní v půdě.

V polních pokusech genotypy ječmene s dlouhými kořenovými vlásky (okolo 1 mm) měly podobný výnos (cca 6 t/ha) nezávisle na dávce aplikovaného fosforečného hnojiva (0, 10 a 20 kg/ha), zatímco genotypy s krátkými kořenovými vlásky (asi 0,5 mm) měly nižší výnos u varianty bez hnojení fosforem, ale na hnojení P reagovaly zvýšením výnosu (Gahoonia a Nielsen, 2004).

White et al. (2005) uvádí, že ječmen, tak jako ostatní rostliny, používá několik strategií pro mobilizaci a příjem fosforu z půdy:

- 1) Okyselování rhizosféry
- 2) Sekrece nízkomolekulárních organických aniontů a fosfatáz do půdy pro uvolnění fosforečnanů z anorganických a organický zdrojů fosforu
- 3) Zvýšení počtu fosforečnanových přenašečů v kořenech
- 4) Pěstování symbiotického vztahu s mykorrhizními houbami, které mohou být schopny vylepšit příjem fosforu

Rozvoj kořenové soustavy je též klíčový pro příjem dusíku. Liao et al. (2004) srovnávali růst a příjem dusíku u bujně rostoucí hybridní odrůdy pšenice s dalšími čtyřmi běžně dostupnými komerčními odrůdami. Zjistili, že efektivita příjmu ve fázi odnožování byla o 16 – 22 % vyšší u hybrida než u zbylých tří ze čtyř liniových odrůd. Shodli se, že na písčitéch půdách, na kterých byl pokus prováděn, vlastnosti jako rychlý a brzký rozvoj kořenové soustavy a listů (u hybridů), vede ke zlepšenému příjmu dusíku a nižšímu vyplavování nitrátů z půd. Hluboký kořenový systém je výhodnější pro příjem dusíku a zabránění jeho vyplavování, na rozdíl od příjmu fosforu, kterého se většina nachází v horních vrstvách půdy.

Během roku bývá ječmen vystaven stresu ze sucha. Hlavně ve fázi nalévání zrna může nedostatek vody způsobovat velké výnosové ztráty. Nicméně schopnost rostlin zachovat transpiraci i za suchých podmínek je přičítána hlubokému kořenovému systému a jeho schopnosti získávat vodu. Zvýšený růst kořenů je významným faktorem pro dosažení vysokých výnosů v prostředích s nedostatkem srážek (Blum, 2009)

Na půdách s kyselým pH může být růst kořenů omezen. Při nízkém pH půdy stoupá rozpustnost hliníku a zvýšená přítomnost Al^{3+} iontů v půdním roztoku inhibuje prodlužování kořenů. Rostliny redukuje Al^{3+} v rhizosféře tím, že do ní vypouští organické kyseliny nebo sliz, tím zvyšují pH rhizosféry a poutají Al do složek buněčné stěny. Rozdíly mezi genotypy ječmene v jejich toleranci vůči hliníku spočívají v rozdílném množství citrátu uvolňovaného z vrcholu kořenu (Ma et al., 2001).

3.2.2 Stéblo a odnože

Stéblo ječmene je tvořeno 4 – 8 internodii oddělenými kolénky (nody) a dosahuje výšky 80 – 130 cm. Spodní internodia jsou nejkratší, nejdelší je horní internodium. Internodia se prodlužují tvorbou buněk meristematického pletiva, které je umístěno v horní části kolének. Anatomická stavba stébla je do značné míry ovlivněna odrůdou, hnojením a vláhou. Pevnost a pružnost stébla závisí na jeho mechanických vlastnostech (zvláště poměru ligninu a celulózy) zejména dolních internodií, jejich délce, případně počtu kolének (Zimolka et al., 2006).

Použití hnojiv vede k nárůstu výšky a také hmotnosti rostlin, tím jsou více náchylné k polehnutí. Pokud existuje riziko polehnutí, aplikují se regulátory růstu, které sniží výšku rostlin a zesílí stéblo. Regulátory jsou aplikovány v době před začátkem prodlužování stonku až do fáze metání. Mnoho jarních odrůd má semi-trpasličí geny, které redukuje celkovou výšku rostlin bez poklesu výnosového potenciálu a potřeba použití regulátorů růstu je u nich mnohem nižší než u ozimého ječmene, kde tyto trpasličí geny nejsou (Newton et al., 2011).

Ječmen, stejně jako další obilniny, tvoří z podzemního uzlu (odnožovacího kolénka) boční větve – odnože. Ty vznikají z pupenů ležících v úžlabí blanitých listů (intravaginální větvení) a z uzlů těchto odnoží (I. řádu) se tvoří odnože další (II., III. a dalších řádů). Intenzita

odnožování je odrůdovou vlastností, ale ovlivňují ji i další faktory, jako je výživa nebo dostatek vláhy (Zimolka et al., 2006).

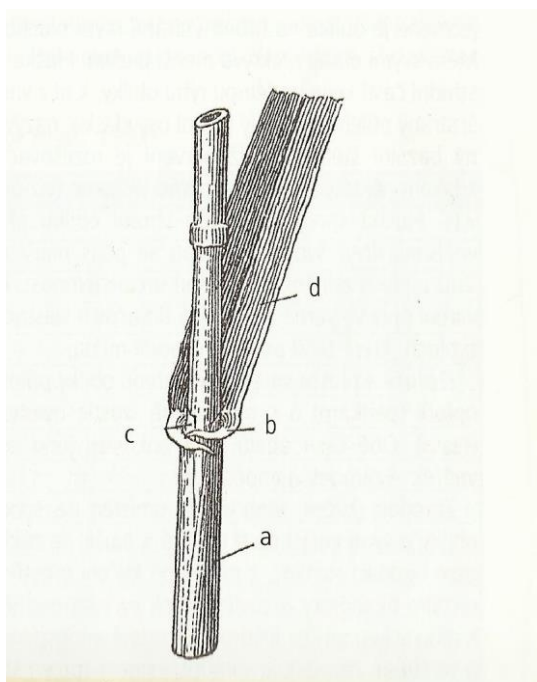
Má se za to, že ječmen má vyšší odnožovací schopnost než pšenice, a to nezávisle na podmínkách prostředí. Alzueta et al. (2012) toto tvrzení podrobili zkoumání. Porovnávali odnožování pšenice a ječmene v závislosti na hnojení dusíkem a sírou. Došli k závěru, že ječmen měl vyšší počet odnoží než pšenice. Vyšší obsahy N a S v půdě odnožování podporovaly. Konečný počet odnoží byl dán předem, během rané fáze odnožování. Navíc také ječmen vykázal vyšší počet založených odnoží na list než pšenice.

Gupta a Sigh (1999) zkoumali heterózní efekt u hybridů ječmene. Uvádějí, že navýšení výnosů u hybridů je dáno zejména vyšší hmotností tisíce zrn a také vyšším počtem produktivních odnoží na rostlinu než u linií. Hybridy v jejich pokusech vykázaly vysoký heterózní efekt v počtu odnoží. V případě vysetí vysokého počtu zrn na m² je tento efekt snížen. Proto oproti liniovým odrůdám je potřeba výsevek snížit, pro zajištění vysoké odnožovací schopnosti hybridů, která je hlavním mechanismem pro navýšení výnosů u hybridů.

Odnožování je základní příčinou vyššího výnosu (o 30 – 50 %) hybridů. Zároveň vysoké náklady na osivo jsou důvodem pro snížení výsevků, které jsou důležité pro bujné odnožování (Suneson, 1964).

3.2.3 Listy

Ječmen má listy pravotočivé a jsou umístěny nad sebou ve dvou řadách. Pochva obepínající stéblo vyrůstá z horní části kolénka. V místě, kde pochva přechází v čepel, je zakončena blanitým jazýčkem, který je téměř rovný a po stranách vybíhá v dlouhá ouška, jež se vzájemně překrývají (obr. 3.1). Podle těchto znaků můžeme snadno odlišit od ostatních obilovin ještě před vytvořením klasu či laty (Zimolka et al., 2006).



Obr. 3.1 – Části listu: a – pochva, b – ouška, c – jazýček, d – čepel. Zdroj: Zimolka et al., 2006.

Listy, stejně jako odnožování jsou u ječmene odrůdově velmi specifické a je zde velká genetická variabilita. Modifikací architektury listoví by se mohlo, teoreticky, dosáhnout zvýšení efektivity využití radiace (RUE) u ječmene. Výběru rostlin se vzpřímenými listy by umožnil proniknout slunečnímu záření i do nižších pater (Reynolds et al., 2005).

Podle Zimolky (2006) nebyla prokázána přímá závislost mezi velikostí listové plochy a výnosem. Výnos zrna je více závislý na délce asimilační funkce listů, kde se mimo výživy ječmene uplatňuje i zdravotní stav listů (význam ochrany proti listovým chorobám a škůdcům).

Fahn a Cutler (1992) publikovali, že rostliny v aridních oblastech adaptují své orgány, aby se přizpůsobily podmínkám prostředí. Tyto adaptace jsou výsledkem velkého selekčního tlaku, který na rostliny klade prostředí. U listů se tyto adaptace projevují jako redukováná plocha listu, zvýšená tloušťka listu a mezofylu, malé a hustě shloučené buňky, silnější epidermis a kutikula, husté trichomy a malé průduchy na spodní straně listů.

Zda jsou rostliny ječmene schopné přizpůsobit se suchým podmínkám modifikací listů, zkoumali Wyka et al. (2019). Ve skleníkovém experimentu použili geneticky a fenotypicky různorodou populaci ječmene jarního. Rostliny byly vystaveny stresu ze sucha a listy, které vyrostly po započítání sucha, byly odebrány pro zhodnocení délky listové čepele a dalších 18 znaků epidermis listů a mezofylu. U všech zkoumaných genotypů došlo ke snížení průměrné délky, šířky a velikosti všech vnitřních struktur listu vlivem sucha. Na druhou stranu hustota cév, průduchů a trichomů se zvýšila. Všechny tyto modifikace jsou však závislé na délce listu a jeho zkrácení vysvětluje zvýšenou hustotu cév, průduchů atd. Některé sledované znaky však ukázaly i změny nezávislé na délce listu. Výsledky potvrzují mírnou schopnost adaptace listů na stres ze sucha.

3.2.4 Květenství a květ

Květenstvím ječmene je složený nerozvětvený klas (lichoklas), ten je tvořený smáčknutým vřetenem, na stranách obrveným, které je rozděleno na jednotlivé články se třemi jednokvětými klásky, jejichž sterilita či plodnost určuje řadovost ječmene – dvouřadé a víceřadé. U víceřadých ječmenů rozlišujeme na dva typy: šestiřadý – hexastichon a čtyřřadý – tetrastichon.

Typ šestiřadý – tvoří klas se šesti podélnými řadami obilek. Všechny tři (jednokvěté) klásky jsou plodné. Obilky jsou rozmístěny kolem klasového vřetene stejnoměrně v podobě šestičlenného přeslenu.

Typ čtyřřadý – tvoří řidší klas se šesti řadami, ale střední řada obilek je těsně přilehlá ke klasovému vřetenu a dvě řady postranních obilek ji částečně překrývají. Při pohledu shora se pak klas jeví jako čtyřřadý.

Oba uvedené typy se v ČR pěstují jako ozimé obilniny (Zimolka et al., 2006).

Kvítek je složen jednovaječným semeníkem, prašníky a třemi tyčinkami. Semeník se po opylení přeměňuje v plod (Striegl a Žídková, 1993).

3.2.5 Obilka

Obilka je jednosemenný plod. Po jejím vytvoření kvítkové orgány (plucha a pluška) buď s obilkou srůstají (pluchaté obilky), anebo jí pouze obalují (obilka se po výmlatu uvolňuje a zůstává nahá) (Striegl a Žídková, 1993).

Obal zrna je tvořen plevou a pluškou a chrání klíček před vnějšími vlivy. Pleva je zadní obal zrna a překrývá plušku. Pleva vybíhá do osiny, která se později odstraňuje. Plevy jsou z velké části složené z nerozpustných látek (Bajči et al., 2001).

Plucha společně s pluškou poskytuje obilce ochranu před vnějšími vlivy. Obilky ječmenů, které se pěstují v ČR, jsou obvykle barvy světle žluté. Mohou být ale i modročerné až fialové, což je způsobeno především obsahem antokyanů, nebo také hnědé a oranžové (Zimolka et al., 2006).

Každá samostatná obilka se skládá ze tří hlavních částí obalové vrstvy (oplodí a osemení), jádra (endosperm) a klíčku. Největší část obilky zaujímá endosperm (Striegl a Žídková, 1993).

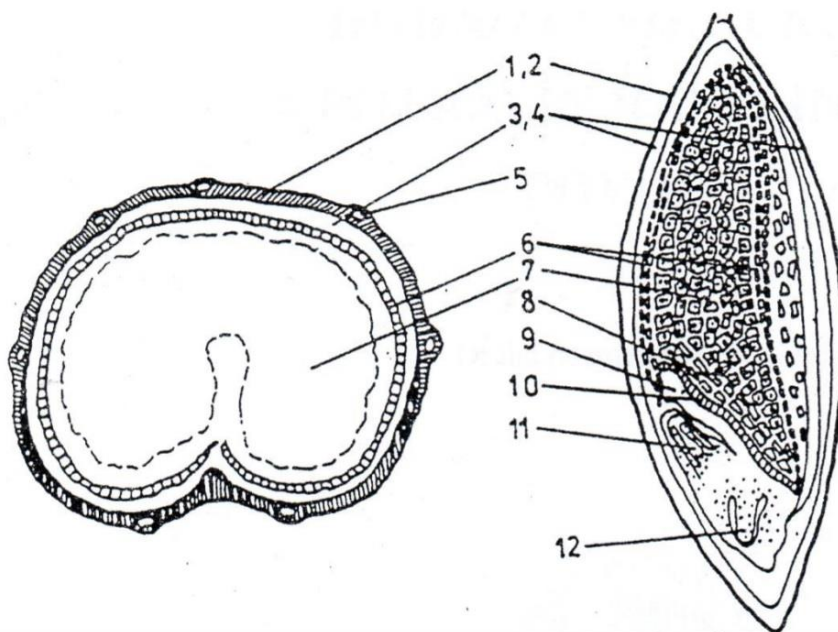
Zárodek (klíček, embryo) je důležitou částí zrna a nachází se ve spodní části zrna. Tvoří základ pro budoucí rostlinu. Při klíčení roste vrchol rostliny pod plevou a proráží ji na protější špičce zrna (viz obr 3.2) (Bajči et al., 2001).

Endosperm tvoří hlavní část zrna. Jeho hmotnost tvoří asi 84 – 86 % celého zrna. Je tvořen tenkostěnnými buňkami, které obsahují převážně zásobní škrob, na jehož poměru k ostatním složkám endospermu (především dusíkatým látkám) závisí sklovitost či moučnatost. Vyšší obsah škrobu svědčí o moučnatém charakteru endospermu (Zimolka et al., 2006).

Pod osemením je vrstva aleuronových buněk, které obsahují zásobní bílkoviny. V aleuronové vrstvě se aktivují na počátku klíčení enzymy a jejich činnost se šíří do jádra endospermu (Bajči et al., 2001).

Striegl a Žídková (1993) uvádějí, že obalové vrstvy pokrývají celou obilku a poskytují jí ochranu před vnějším poškozením, jako například mikrobiálním napadením, vysycháním a mechanickým poškozením. Jsou také ale důležitým regulátorem klíčení, protože ovlivňují přístup kyslíku k zárodku.

Obrázek 3.3 ukazuje řez obilkou ječmene.



Obr. 3.3 – Řez obilkou ječmene (Bajči et al., 2001)

Obaly: 1 - zadní pleva, 2 - břišní pleva, 3 - oplodí, 4 - osemení, 5 - nervové svazky
 Endosperm: 6 - aleuronové buňky, 7 - škrobové buňky, 8 - prázdné buňky
 Zárodek: 9 - štítek, 10 - nasávací epitel, 11 - pochva (zárodek) listu, 12 - pochva (zárodek) kořínků

3.2.6 Složení zrna

Zimolka et al. (2006) uvádějí, že zralá obilka ječmene by při sklizni měla ideálně obsahovat 12 – 14 % vody. Při vyšší vlhkosti se zrno dosušuje, aby se předešlo jeho znehodnocení. V sušině jsou přibližně 2-3 % minerálních látek (popelovin). Nejvíce je zde zastoupen fosfor, draslík, křemík, hořčík, dále pak vápník, železo, hliník, sodík a molybden. Důležité jsou také stopové prvky jako zinek, mangan, měď a bór. Organické látky tvoří asi 80 % hmotnosti zrna. Největší podíl mají sacharidy. Nejvýznamnějším sacharidem je škrob (60 – 65 %v sušině), který obsahuje převážně dvě složky – amylozu a amylopektin. Dalšími sacharidy obsaženými v zrnu ječmene jsou neškrobové β -glukany a arabinoxylany, které tvoří rozpustnou a nerozpustnou vlákninu potravy. Ječné obilky obsahují i stavební polysacharidy, do nichž patří celulóza a hemicelulózy.

Vláknina ječmene může mít preventivní vliv na onkologická onemocnění trávicího traktu, tím způsobem že pokud trávenina obsahuje více vlákniny, zvětší se její objem a zrychlí se její průchod střevem. Tím se zamezí dlouhodobému působení karcinogenních látek na střevní stěny, protože se přítomné karcinogenní látky zředí a urychlí se jejich vyloučení z organismu. (Prugar, 2008).

Celulóza tvoří 4–7 % ječného zrna. Nejvíce jí je plevách. Je vyplňující složkou buněčných stěn, ale ve vlastním endospermu se nenachází. Celulóza je bez chuti a zápachu, ve vodě nerozpustná a chemicky i enzymaticky těžko štěpitelná (Bajči et al., 2001).

Arabinoxylany jsou strukturní neškrobové polysacharidy obilovin. Jsou rozmístěny zejména v obalových vrstvách obilky. Jsou součástí vlákniny potravy a ovlivňují technologickou a nutriční hodnotu potravy, také mají pozitivní vliv na lidské zdraví (Gabrovská et al., 2015).

Pokud jde o lidskou stravu a zdravotní benefity, nejdůležitější složkou celkové vlákniny ječmene jsou β -glukany. Obilné β -glukany jsou strukturní polysacharidy složené z molekul β -D-glukózy, které jsou ve všech semenech obilovin. Zrno ječmene obvykle obsahuje 2–10 g β -glukanů/ 100 g sušiny (Arendt et Zanini, 2013)

β -glukany jsou koncentrovány v endospermu. Ze všech cereálií je obsah β -glukanů nejvyšší u ječmene. Jejich obsah je ovlivněn odrůdou a povětrnostními podmínkami během pěstování. β -glukany plní funkci stavebních látek v buněčných stěnách endospermu na rozdíl od škrobu, který plní funkci látek zásobních (Prugar, 2008).

Pozitivní vliv β -glukanů na lidský organismus je zejména v tom, že snižují riziko vzniku ischemické srdeční choroby. Klinické studie ukázaly, že příjem β -glukanů z ječmene nebo z produktů ovsa pomáhají regulovat vznik kardiovaskulárních onemocnění a udržovat nižší hladinu glukózy v krvi (Kyriacou et al., 2010).

Obsah bílkovin v ječmeni se pohybuje v rozmezí 7–25 %. V endospermu ječmene se bílkoviny vyskytují v mnoha formách a jsou zodpovědné za metabolickou aktivitu, mají konstrukční funkci a poskytují dusík pro vývoj klíčícího embrya. Hlavními zásobními bílkovinami jsou kromě globulinu a glutelinů i hordeiny (prolaminy), které jsou zastoupeny od 30–50 % z celkového obsahu bílkovin zrna (Newman a Newman, 2008).

Obecně platí, že obsah ječného proteinu je vysoce závislý na odrůdě a liší se podle podmínek pěstování (Prugar, 2008).

Ve srovnání s ovsem a kukuřicí mají ječná jádra nízkou hladinu lipidů. Distribuce lipidů v hlavních anatomických částech jádra ječmene je podobná jako u pšenice. Asi 30 % z lipidů zrna v ječmeni je soustředěno v embryu, zatímco zbývajících 70 % se nachází v endospermu (Arendt et Zanini, 2013).

Ječmen je bohatý na vitaminy, které se nacházejí hlavně v zárodku a aleuronové vrstvě zrna. Podílejí se na syntéze řady enzymů, jako jsou i prostetické skupiny (Bajči et al., 2001).

Z hlavních obilovin je to ječmen, který obsahuje nejvyšší množství vitamínu E rozpustného v tucích (tokoly), který představuje důležitý antioxidant v potravinách (Newman et. Newman, 2008).

3.3 Hybridní ječmen

3.3.1 Historie

Lepší hodnoty jednotlivých znaků u kříženců byly pozorovány a popsány už v 18. století Josephem Gottliebem Kölreuterem. Ten byl pravděpodobně prvním moderním vědcem, který použil termín hybrid a popsal mezidruhovému křížení u několika druhů (Zirkle, 1952).

Rozvoj hybridů v moderním zemědělství nastal až v třicátých letech 20. století s rozvojem hybridů kukuřice ve Spojených státech amerických. Zatímco v roce 1935 pouze 10% kukuřice pěstované ve státě Iowa bylo hybridních, o čtyři roky později to bylo již více než 90%. Jedním z hlavních důvodů takto rychlého rozšíření hybridních kukuřic bylo, že hybridy byly v porovnání s klasickými odrůdami více odolné suchu, které postihlo USA v letech 1934 až 1936. Používání hybridních odrůd bylo důvodem nárůstu výnosů v následujících letech (Crow, 1998).

Povzbuzení úspěchem hybridní kukuřice a objevem cytoplazmatické samčí sterility začali vědci věnovat pozornost také hybridní pšenici (*Triticum aestivum* L.), a také hybridnímu ječmenu (*Hordeum vulgare* L.). Následovalo popsání prvního samčího sterilního charakteru u ječmene v roce 1940 (Ramage, 1983).

I přes intenzivní výzkumnou práci trvající několik desetiletí, nedosáhla hybridní pšenice ani ječmen takového komerčního úspěchu jako hybridy kukuřice (Longin et al. 2012)

3.3.2 Hybridizace

Z dnešního pohledu můžeme říci, že důvodem proč se hybridní pšenice a ječmen pěstují jen v omezeném množství je to, že předpoklady úspěšného šlechtění nebyly naplněny buď vůbec, nebo jen z části. Úspěšné uvedení hybridů na trh vyžaduje ekonomicky výhodný systém produkce hybridních osiv, a také ekonomicky významnou úroveň heteroze (Gowda et al., 2010)

V dnešní době jsou k dispozici funkční systémy výroby hybridních osiv jak pro pšenici a ječmen, tak také pro triticales. V Evropě jsou to dva hybridizační systémy. První využívá chemické hybridizační činidlo (angl. chemical hybridizing agents – zkratka CHA) a druhý systém využívá cytoplazmatické samčí sterility (angl. cytoplasmatic male sterility – zkratka CMS). Oba systémy mají svoje výhody a nevýhody (Longin et al. 2012).

Efektivní produkce hybridního osiva vyžaduje spolehlivé a levné systémy vynuceného křížení. To záleží na blokování samoopylení vyvoláním samčí sterility nebo vzájemnou nekompatibilitou (Whitford et al., 2013).

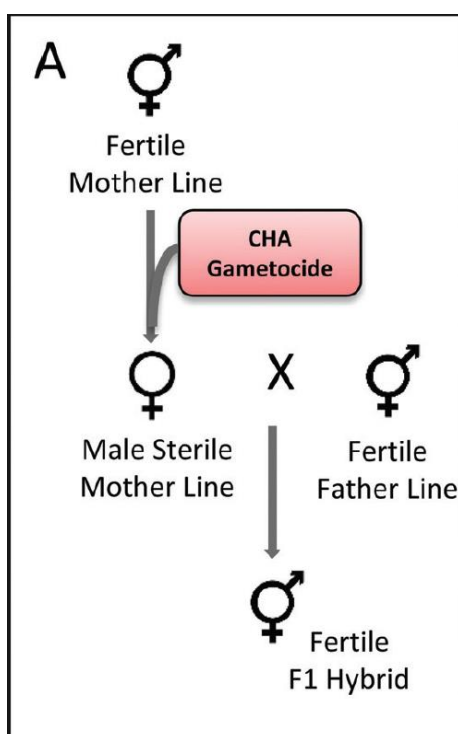
3.3.2.1 Chemická hybridizační činidla (CHA)

Termín chemická hybridizační činidla popisuje skupinu chemikálií používaných ve výrobě hybridního osiva, které způsobují samčí sterilitu. V závislosti na způsobu účinku a na dávce mohou také někdy způsobovat samičí sterilitu (McRae, 1985).

Výhoda použití CHA je, že samčí sterilita může být zajištěna i u samičích inbredních rodičů pouhým postřikem chemikálií (obr. 3.4), což významně snižuje produkční náklady.

Použití CHA umožňuje produkci vysokého počtu rodičovských kombinací. Chemikálie je použitelná pro výrobu osiv pouze pokud selektivně způsobuje pouze samčí a ne samičí sterilitu, je nezávislá na genotypu, má systemické působení a perzistenci v rostlině, aby byla účinná v různých fázích vývoje ošetřených rostlin. Protože déšť, vítr a horko mohou snižovat účinnost CHA, je důležité, aby aplikační okno bylo dostatečně široké a bylo tak možné aplikovat CHA v optimálních podmínkách. Dále CHA nesmí být fytotoxická ani mutagenní, musí být šetrná k životnímu prostředí, levná na výrobu a snadno aplikovatelná. Nakonec CHA nesmí ovlivňovat kvalitu F1 osiva ani vitalitu klíčících rostlin. Kvůli těmto přísným požadavkům, bylo pouze několik málo CHA využito komerčně (Cisar et. Cooper, 2002).

Prvním CHA použitým u pšenice hydrazid kyseliny maleinové. Následovaly účinné látky jako etefon a gibereliny, jinak používané proti poléhání a krácení délky stébla obilovin. Všechny tyto chemikálie vykazovaly silnou fytotoxicitu a nedostatečnou samčí sterilitu v různých přírodních podmínkách. Jejich komerční použití bylo vyhodnoceno jako příliš riskantní. To vedlo k vývoji nové generace CHA. Do té patřily přípravky jako RH-007, Orsan, WL 84811 nebo účinné látky jako clofencet od firmy Monsanto (obchodní název Genesis) a sintofen od Saaten Union (Croisor 100). Přípravek RH-007 byl v USA a v Evropě používán pouze po omezenou dobu, protože účinkoval pouze na vybrané genotypy a pouze v úzkém aplikačním okně. WL84811 se používal do doby, než byla zjištěna jeho toxická rezidua u F1 semen ošetřených rostlin. Genesis byl používán pro komerční produkci hybridních osiv do roku 2007. Croisor 100 je v současnosti jediným komerčně dostupným CHA používaným v produkci osiva hybridních pšenic. Přestože moderní CHA fungují efektivně na širokou škálu genotypů a mají sníženou fytotoxicitu, jejich komerční nasazení stále brání úzké aplikační okno (Pickett, 1993).



Obr. 3.4 – CHA systém (Whitford et al. 2013)

Na rozdíl od pšenice, nejsou známy žádné veřejné studie, které by se zabývaly použitím CHA u ječmenů.

3.3.2.2 Cytoplazmatická samčí sterilita (CMS)

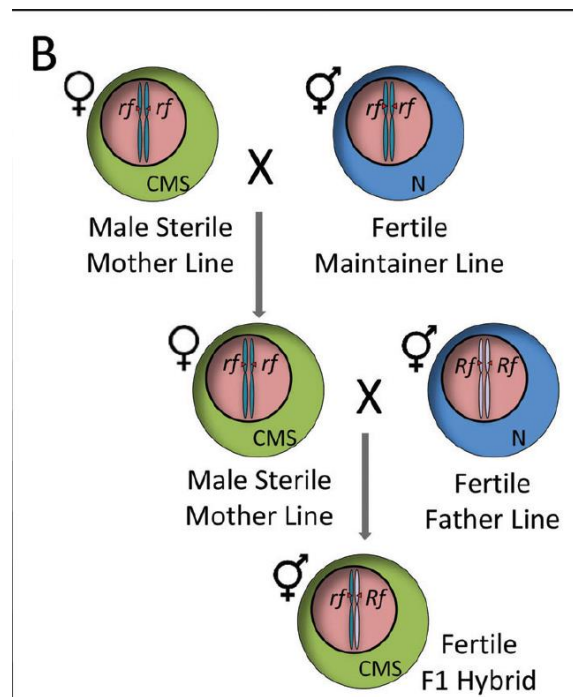
Cytoplazmatická samčí sterilita v rostlinách je založena na přeskupení mitochondriální DNA, což vede k chimérickým genům a může vést k neschopnosti produkovat fertilní pyl (Horn, 2006).

CMS může vzniknout jak spontánně, jako výsledek mutagenese nebo jako výsledek interspecifického, intraspecifického a mezigeneračního křížení

Za účelem udržení samčí sterilní linie, musí být křížena se sesterskou linií (nazývanou udržovací linií), která má identický jaderný genotyp, ale fertilní cytoplazmu pocházející z elitní adaptované linie. Udržovací linie nese recesivní obnovovací alelu (*rf*); proto, když tato samčí plodná linie je zkřížena se sterilní CMS rostlinou, vytváří sterilní potomstvo (obr. 3.5). Pro komerční produkci hybridního osiva, musí být samčí sterilní linie zkřížena s linií nesoucí dominantní obnovovací alely s vynikajícími vlastnostmi opylovače. To je nutné pro produkci fertilního F1 semene.

Obecně je CMS relativně nepružný systém, který je použitelný pro produkci hybridních semen, pouze pokud jsou k dispozici CMS mutanti a k nim linie obnovující jejich fertilitu a pokud CMS mutace není spojena s výnosovou penalizací nebo jinými nežádoucími fenotypovými účinky. Navíc CMS systémy jsou zvláště citlivé na faktory životního prostředí, zvláště na teplotu a fotoperiodu (Kaul, 1988).

Použití CMS systému vyžaduje dlouhodobou šlechtitelskou práci pro vytvoření CMS cytoplazmy a také udržovací linie. Kompletně sterilní CMS linie, která slouží jako mateřská linie pro výsledný hybrid, musí být vyšlechtěna, stejně tak jako samčí udržovací linie, která je schopna kompletně obnovit samčí fertilitu u hybridů. Vlastnosti jako samčí sterilita stejně jako obnovení samčí fertility musí být stabilní napříč všemi prostředími (Mühleisen, 2015)



Obr. 3.5 – CMS systém (Whitford et al., 2013)

Pro hybridizaci pšenice i ječmene je významným problémem také omezené množství produkovaného pylu a jeho omezené šíření. Proto jsou pro produkci hybridních semen vyžadovány velké poměry samčích a samičích linií, což vede k vysokým nákladům na semena. Zvýšení množství produkovaného pylu a jeho lepší šíření by umožnilo redukcii samčích linií v množitelských porostech hybridních semen, a tak by bylo možné pěstovat směsi s malým množstvím samců. Tato směsná výsadba je účinnou strategií ke zlepšení ekonomiky výroby hybridních osiv u autogamní obilovin (Pickett, 1993).

Dalším úskalím při produkci hybridních semen autogamních obilnin je také snížená životaschopnost pylu. Například pšeničný pyl je životaschopný po dobu asi 0,5 až 3 hodin a rýžový pyl je životaschopný méně než 5 hodin ve srovnání s asi 72 hodinami životnosti pylu žita. Také délka vnímavosti samičích orgánů je poměrně krátká. Například u pšenice trvá otevření květu pouze 2-3 dny (D'Souza, 1970).

V roce 1976, Hannu Ahokas, vědec z univerzity v Helsinkách popsal cytoplazmatickou samčí sterilitu a odpovídající obnovovací gen u ječmene. Genotypy byly označeny jako msm1 (male sterile, maternal) a Rfm1a (restorer of fertility msm1). Později bylo nalezeno ještě dalších 19 genotypů. V roce 1980 byl nalezen jiný sterilní genotyp msm2. Sterilita pocházela z divokého ječmene (*Hordeum spontaneum* K. Koch) sebraného v Izraeli a byl rozpoznán v F2 generaci křížence ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) a divokého ječmene. Paul Bury, šlechtitel ječmene ve Spojeném Království, začal s hybridním šlechtěním ječmene na základě cytoplazmatické samčí sterility v roce 1994 a od té doby vyvinul několik samčích a samičích mateřských linií. Takto bylo vytvořeno několik hybridů šestiřadých ječmenů, které jsou od roku 2002 komerčně dostupné (Ahokas, 2018).

3.3.3 Výnos zrna hybridních ječmenů

Mühleisen et al. (2013) analyzoval data získaná z pokusů firmy Syngenta (v té době jediného producenta hybridního ječmene), při kterých byly porovnávány hybridy s liniiovými odrůdami. Dále také analyzoval data německého Spolkového odrůdového úřadu (Bundessorteamt), který před tím, než rozhodne o registraci odrůdy, podrobuje je tříletému zkoušení v různých oblastech. Několik let také porovnává hybridy s liniiovými odrůdami.

Z výsledků vyplynulo, že průměrný heterózní efekt byl 11,3% oproti průměru obou rodičů, s tím že hodnoty heteroze se pohybovaly od 0,7% do 19,9%. V porovnání s lepším z rodičů je heterózní efekt o něco nižší, v průměru 9,2% s hodnotami pohybujícími se od -1,7% do 18,3%. V poloprovozních pokusech byla heteroze ještě nižší, v průměru 2,7% s hodnotami pohybujícími se od -5,2% do 7,6%. Vyšší rozdíly ve výnosech ve prospěch hybridních odrůd se vyskytovaly na méně úrodných lokacích. Hybridy tedy poskytují vyšší výnos zrna než liniové odrůdy, ale některé vysoce výnosné liniové odrůdy mohou s nejlepšími hybridy soupeřit a někdy je i ve výnosu překonat.

Vyšší výnosy hybridů potvrzuje i výzkum Phillipe et al. (2016), který při porovnávání několika hybridů s liniiovými odrůdami zjistil, že hybridy dosáhly o 0,79 t/ha vyšší výnos zrna než liniové odrůdy a to v různých přírodních podmínkách.

3.3.4 Výnosová stabilita hybridů

Osivářské firmy, které produkují osiva hybridních obilovin, často argumentují, že hybridy mají větší výnosovou stabilitu než liniové odrůdy (Longin et al. 2012).

Becker a Leon (1988) navrhli dva koncepty stanovení výnosové stability – statický a dynamický. Statický koncept definuje genotyp jako výnosově stabilní, když se jeho výnos neliší napříč různými prostředími. Hlavní nevýhodou tohoto konceptu je, že genotypy, které mají vysoký nárůst výnosu v dobrých podmínkách, nejsou považovány za výnosově stabilní. Tento fakt je brán na zřetel u dynamického konceptu, kde jsou genotypy považovány za výnosově stabilní, pokud vykazují pouze malé odchylky od běžné reakce genotypů na dané prostředí.

León (1994) shrnul několik výsledků experimentální studií a výsledkem bylo, že u cizosprašných rostlinných druhů je výnosová stabilita u hybridů vyšší než u linií.

U samosprašných druhů jako je pšenice, ječmen a triticales jsou výsledky protichůdné. Někteří autoři uvádějí, že hybridy mají vyšší stabilitu výnosu (Oettler et al. 2005; Gowda et al. 2010; Mühleisen et al., 2013) a naproti tomu Peterson et al. 1997 a Koemel et al. 2004 uvádějí, že ve výnosové stabilitě není mezi hybridy a liniemi žádný rozdíl.

Mühleisen et al. (2013) dále upozorňuje, že srovnávání mezi studiemi musí být opatrné, protože v každé byl použit jiný přístup, jak zhodnotit stabilitu výnosu.

Podle výzkumu Babulicova et Dyulgerova (2018), má na stabilitu výnosu, velký vliv hnojení organickými hnojivy a obsah organických látek v půdě. V jejich pětiletém pokusu byly výnosy ozimého ječmene průkazně vyšší u variant hnojených organickými hnojivy ve všech letech pokusu.

Mühleisen et al. (2014) provedli pokus zaměřený na zjištění výnosové stability u ozimého šestiřadáho ječmene. Analyzovali data výnosů hybridních a liniových ječmenů z několika různých životních prostředí. Statistická analýza ukázala významný rozdíl mezi stabilitou výnosu u hybridů a linií, ve prospěch hybridů. V závěru dodávají, že použitím hybridních odrůd bude možno dosahovat vyšších výnosů i v méně příznivých přírodních podmínkách, a také bude možno rozšířit pěstování i do oblastí kde jejich pěstování dříve nebylo možné kvůli špatným agroenvironmentálním podmínkám. Vyšší stabilita výnosu hybridů, také znamená významný krok kupředu jak se vypořádat s abiotickými stresy, které jsou očekávány s přicházející klimatickou změnou.

3.4 Hnojení ječmene

Ozimý ječmen má podobné nároky na výživu jako jarní ječmen. Na 1t zrna odebere ozimý ječmen 20 – 25 kg N, 3,5 - 6,2 kg P, 16,6 – 25 kg K a 5,7 - 8,5 kg Mg. Část živin odeberá už na podzim a intenzivním příjmem živin pokračuje brzy na jaře. Dostatek fosforu a draslíku příznivě působí na výnos i kvalitu zrna. Fosforečná hnojiva by na rozdíl od jarního ječmene měla být aplikována výhradně před setím. Protože má ječmen celkově nižší osvojovací schopnost příjmu živin a krátké období jejich možného příjmu, dobře zásobená půda těmito živinami je rozhodující (Vaněk et al., 2016).

3.4.1 Dusík

Nároky ozimého ječmene na dusík jsou do jisté míry omezeny jeho nižší odolností proti poléhání. Celková dávka dusíku by se měla pohybovat mezi 60 – 100 kg na hektar. Vyšší dávky dusíku působí spíše nepříznivě a jsou příčinou většího poléhání vedoucí ke snížení kvality i výnosu. Vhodné je aplikovat 1/3 celkové dávky (do 30 kg/ha dusíku) spolu se základním hnojením fosforem a draslíkem na podzim. Nesmí se však použít příliš vysoké dávky, hrozí pak přerůstání porostů a jejich horší přezimování (Zimolka et al., 2006).

Rozhodující roli ve výživě ozimého ječmene hraje regenerační hnojení. Obzvláště v posledních letech, kdy trend teplých průběhů zim stále pokračuje, bývá nástup nové sezóny velmi rychlý. Hybridní odrůdy ozimého ječmene mají po příchodu jara rychlý start. Mineralizace v půdě probíhala i během zimních měsíců, ale i rostliny vegetovaly velmi dlouho a brzy obnoví svůj růst. Proto je důležité provést regenerační hnojení hybridních odrůd co nejdříve na jaře. K jednotlivým porostům je třeba přistupovat individuálně. Porosty s 5-7 odnožemi bez známek poškození zimou hnojíme základní regenerační dávkou 50 kg N/ha. Silně odnožené porosty, které mají v průměru nad 8 odnoží, je možno přihnojit přiměřenou dávkou, která by však neměla být menší než 40 kg N/ha. Méně odnožené porosty (do 3 odnoží) je vhodné přihnojit dávkou 60-70 kg N/ha. Pokud porosty po zimě vykazují známky poškození, je vhodné aplikovat zvýšenou dávku o 20 kg dusíku na hektar, a to co nejdříve (Spitzerová, 2016)

Hnojení dusíkem může mít pozitivní vliv na snížení stresu způsobeného suchem, jak ukazuje výzkum Krček et al. (2008). Při svém pokusu využívali pěstování rostlin v kontejnerech, u kterých iniciovali optimální vláhové podmínky, ale i podmínky velkého vláhového stresu. Z výsledků vyplývá, že partie, u kterých docházelo k přihnojování dusíkem, měly oproti nehnojeným variantám vyšší odolnost proti stresu suchem, a dokonce dosahovaly vyšších výnosů.

Kefauver et al. (2017) ve svém výzkumu porovnávali dvě hybridní odrůdy ozimého ječmene s jednou linií při různých stupních výživy dusíkem a z výsledků je patrné, že vyšší výnosy zrna u hybridů mají základ ve vyšší úrovni využití dusíku z dodaných hnojiv než u linií odrůdy.

Špaldon et al. (1963) rozděluje fáze růstu u pšenice takto:

- 1) Předzimní fáze – kdy se vytvoří jemné kořenové vlášení, které lépe přijímá nitratový dusík než čpavkový.
- 2) Zimní fáze – nazývá se též fází kryptovegetace, tj. skryté vegetace. Podstata zimní vegetace je v tom, že pšenice dokáže využít i přechodné změny teploty v období zimních měsíců k pozvolnému růstu a vývoji a k doplnění ochranných rezervních látek.
- 3) Jarní růst – fyziologická fáze, která nastoupí, jen co pomine zima a nastane souvislé zvýšení teploty.

Sledováním průběhu vegetace přezimujících rostlinek se zjistilo, že rostliny se v průběhu vegetace nacházejí jen v domnělém vegetačním klidu. Ve skutečnosti i při teplotách pohybujících se kolem 0 °C probíhá vegetace tzv. kryptovegetace (Špaldon, 1963).

Při kryptovegetaci nastávají speciální podmínky – půda je ochuzena o výživné roztoky, transpirace rostlin je zmenšená (téměř přerušena), velmi slabá je asimilační aktivita. Rostlina pšenice je zásobena organickými rezervami v koříncích a pochva je schopná za teplejších slunečných hodin rozvinout přiměřenou fotosyntézu (Ličková et al., 2016).

Jakýkoliv růst a vývoj tedy probíhá na úkor malé rezervy látek, které si rostlina nashromáždila v průběhu podzimní vegetace. Pokusy potvrdily, že správně uskutečněné přihnojení v období zimy zvyšuje množství zeleně listové, množství dusíku a důležitých aminokyselin v rostlinách. Zvyšují se tak i předpoklady pro vyšší a kvalitnější výnos (Špaldon, 1963).

Vzhledem k intenzivnější kryptovegetaci ozimého ječmene během zimy a předjaří je možné hnojit dusíkem i při oblevách, což zajistí rychlý jarní růst a přináší dobrý výnosový přírůstek. U ozimého ječmene, podobně jako u ozimé řepky, je jarní regenerační hnojení rozhodující. Proto lze hnojit menší dávkou ke konci zimy a velmi brzy na jaře (Špaldon et al. 1986).

Vašák et al. (2018) uvádí, že předzimní hnojení ozimého ječmene nebylo prospěšné a to jak u liniové odrůdy, tak u hybridu. Předzimní hnojení dusíkem dokonce ani nezvýšilo hmotnost kořenů. Na rozdíl od ozimé řepky nemá hnojení dusíkem před nástupem zimy větší význam. Důvodem bude i to, že hmotnost biomasy rostlin na 1m² je u ozimého ječmene oproti řepce před zimou asi 5 krát nižší.

3.4.2 Fosfor

Dle Sultenfusse (1999), je fosfor (P) životně důležitý pro správný růst a vývoj rostlin. Nachází se v každé živé rostlinné buňce. Je zapojen do několika klíčových funkcí rostlin např.: významné postavení má v biochemických reakcích, v přenosu energie, transformaci cukrů a škrobu, při fotosyntéze, pohybu živin v rostlině nebo přenosu genetických vlastností z generace na generaci. Snížení příjmu P tak může mít za následek snížení výnosu plodin a zejména hlavních složek v produktech, pro které jsou pěstované (cukr, škrob, bílkoviny).

Špaldon et al. (1986) uvádí, že zásady hnojení ozimého ječmene fosforem jsou stejné jako u ozimé pšenice nebo žita. Zvláště významné období z hlediska nároků na fosfor je na počátku vegetace, protože fosfor zvyšuje odolnost rostlin proti vyzimování a přispívá k mohutnější tvorbě kořenového systému. Kladně také ovlivňuje všechny procesy růstu a vývinu, počínaje obdobím jarovizace, přes období metání, kvetení, oplodňování a formování zrna. Fosfor podmiňuje všechny životní pochody tím, že zprostředkovává přenos energie.

Hnojení fosforem vychází z jeho obsahu v půdě a zásadou musí být udržení či vytvoření takového stavu, aby výnos zrna byl zajišťován především živinami půdy a hnojením byly doplňovány z půdy odebrané živiny. Nejvhodnějším obdobím ke hnojení je podzim a hnojiva by měla být aplikována nejpozději při předsetové přípravě. Přihnojování během vegetace není účelné (Vaněk et al., 2007).

Rostliny potřebují P již v počátečních stádiích růstu. Tento fosfor získávají z fyтину v semeni a dále z lehce přístupných forem P sloučenin z vnějšího prostředí. V této fázi růstu není kořenový systém ještě plně rozvinut, a proto má velký význam hladina přijatelného P v blízkosti primárních kořenů. Z tohoto důvodu je doporučováno aplikovat startovací dávky fosforečných hnojiv spolu s výsevem (Richter a Hlušek, 1999).

Základní hnojení je často prováděno rozmetáním granulovaných hnojiv na celou plochu pozemku před setím dané plodiny. Nicméně tento způsob aplikace nezabezpečí, že správná dávka hnojiva je dostupná v pravý čas na pravém místě pro ideální příjem rostlinami. Cílené uložení hnojiva do půdy blízko semen nebo kořenů rostlin je více efektivní, než jejich plošné rozmetání. Porovnáním údajů ze 40 polních pokusů s ukládáním hnojiv k semenům, bylo zjištěno, že přesné uložení hnojiv do půdy znamenalo o 3,7% vyšší výnos, o 3,7% vyšší koncentraci živin a o 11,9% vyšší obsah živin v nadzemní biomase než u variant, které byly hnojeny plošně (Nkebiwe et al., 2016)

3.4.3 Draslík

Hnojení draslíkem a hořčíkem přímo ovlivňuje aktivitu enzymů zúčastněných na fotosyntéze a tvorbě bílkovin, čímž se též podílí na dosažení dobré kvality. Optimální zásoba draslíku vede k lepšímu využití a zhodnocení dusíku v rostlinách a napomáhá zvýšení obsahu proteinů, zlepšení sedimentace, HTZ. Ovlivňuje též pevnost buněčných stěn, zvyšuje odolnost proti poléhání (Prugar, 2008).

Draslík, podobně jako fosfor, kladně ovlivňuje přezimování tím, že v období před nástupem zimy brzdí další tvorbu bílkovin, v těle rostliny zůstává více cukrů a volných aminokyselin, které přispívají ke zvýšení koncentrace kolujících roztoků a ke zvýšení odolnosti proti nízkým a střídavým teplotám (Špaldon et al., 1986)

Zatím méně probádaná oblast funkce draslíku při stresových situacích, jako je působení sucha, chorob, škůdců, mrazu, tepla, ale i zasolení je méně známá. Tato funkce by mohla napomáhat k signalizaci stresu pomocí moderních molekulárně biologických přístupů (Römheld et Kirkby, 2010).

Příjem draslíku je krom jeho koncentrace v půdě ovlivněn vlhkostí, teplotou a intenzitou slunečního záření. Větší příjem draslíku je při vyšších teplotách a vyšší vlhkosti. Oproti tomu při vysoké intenzitě slunečního záření rostliny potřebují méně draslíku. Dostatečný přísun draslíku působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah N-látek. Upřednostňována jsou především draselná hnojiva chloridového typu, protože chlór u ječmene velmi pozitivně ovlivňuje zdravotní stav a výnos zrna. V některých případech po aplikaci může docházet k potlačení mnoha kořenových chorob a zlepšení vodního režimu rostlin. Draselná hnojiva jsou aplikována většinou na podzim nebo před výsevem, velmi vhodné je hnojit společně se zapravením posklizňových zbytků. Je tak docíleno lepšího rozmístění draslíku v půdním profilu (Richter a Hlušek, 1999).

3.4.4 Síra

Při správném růstu a vývoji se množství síry v sušině rostlin pohybuje v rozmezí 0,1 až 0,5 %. Při nedostatku síry, podobně jako u dusíku, je redukován růst nadzemních částí než kořenů, klesá hydraulická vodivost v kořenech, zmenšují se průduchové štěrbiny a klesá hodnota čisté fotosyntézy. Charakteristickým rysem deficitu síry je náhlý pokles obsahu chlorofylu a syntézy proteinů, včetně enzymů, což vede k hromadění nebiłkovinných organických dusíkatých látek a nitrátů (Marschner, 1995).

Barczak et Majcherczak (2009) ve svém pokusu zkoumali jednotlivé varianty hnojení sírou. Jak listovou aplikací, tak i hnojení se zapravením do půdy. Dávky aplikované síry byly odstupňovány (0, 20, 40, 60 kg/ha). Z výsledků vyplynulo, že na celkový výnos a kvalitu ječmene má vyšší vliv ročník než samotné hnojení sírou. Dále zjistili, že aplikace s následným zapravením hnojiva do půdy má vyšší vliv na kvalitu a výnos, než aplikace na list. Ze sledovaných znaků nejvíce ovlivňovaly výnos varianty s vyšší dávkou síry.

3.4.5 Mikroprvky

Z mikroprvků důležitých pro ozimý ječmen můžeme vyzdvihnout mangan (Mn). Jeho nedostatek je často spojen s půdními vlastnostmi. V pokusu prováděném ve Švédsku v letech 2010-2011 a 2011-2012 byl zkoumán efekt aplikace Mn na listy na podzim a v brzkém jaru a vliv této aplikace na zimovzdornost ječmene v kombinaci s podzimním hnojením dusíkem. Aplikace různých produktů s obsahem manganu byla provedena buďto jednou (říjen) nebo dvakrát (říjen a březen příštího roku) a zároveň u vybraných variant byla aplikována dávka 30kg N/ha v nitrátové formě. Výsledky ukazují, že potřeba hnojení Mn se lišila podle stanoviště, podle průběhu sezóny a byla ovlivněna zásobou dusíku v půdě. Aplikace Mn zvýšila přezimování rostlin 33% a výnos zrna o 36% oproti variantě, která měla nejnižší obsah manganu na podzim. Riziko nedostatku Mn se zvyšuje při aplikaci dusíku na podzim. Opakované aplikace Mn mohou být prospěšné pro zvýšení zimovzdornosti a také výnosu, zvláště byl-li na podzim aplikován N (Stoltz et Wallenhammar, 2014).

4 Metodika

4.1 Lokalita

Pokusy probíhaly ve vegetačních ročnících 2016/17, 2017/18 a 2018/19 a byly založeny jako přesné, maloparcelkové na Výzkumné stanici FAPPZ - ČZU v Červeném Újezdě. Výzkumná stanice se nachází v okrese Praha západ v nadmořské výšce 398 m nad mořem a působí zde srážkový stín Krušných hor. Klimatický region mírně teplý, suchý. Oblast je řazena do řepařského výrobního typu s úrodnými a hlubokými hnědozeměmi na spraši (BPEJ: 4.10.00).

4.2 Průběh počasí

Hodnocení jednotlivých měsíců z hlediska srážek a teplot je uvedeno v tabulkách 4.1.-4.3. Toto hodnocení vychází z porovnání s dlouhodobými (1960 – 2010) normály teplot a srážek v jednotlivých měsících. Hodnoty měření pocházejí z meteorologické stanice Praha – Ruzyně.

4.2.1 Ročník 2016/17

Vyhodnocení ukázalo, že v ročníku 2016/17 byly z hlediska teplot mimořádně teplé měsíce září a březen. Silně nadprůměrné teploty byly zaznamenány i v měsících červen, červenec a srpen. Z hlediska průměrných srážek bylo velmi nadprůměrné množství srážek zaznamenáno v měsíci říjen a měsíc květen byl naopak velmi suchý.

Měsíc	Teplota	Srážky
září	mimoř. teplý	normální
říjen	normální	silně vlhký
listopad	normální	normální
prosinec	normální	normální
leden	studený	suchý
únor	teplý	normální
březen	mimoř. teplý	normální
duben	normální	vlhký
květen	teplý	silně suchý
červen	silně teplý	vlhký
červenec	silně teplý	vlhký
srpen	silně teplý	normální

Tab. 4.1 – Hodnocení jednotlivých měsíců ročníku 2016/17

4.2.2 Ročník 2017/18

V ročníku 2017/18, z hlediska teplot, byly mimořádně teplé měsíce leden, duben, květen, červenec a srpen. Silně nadprůměrné teploty byly zaznamenány i v měsících říjen a červen. Z hlediska průměrných srážek bylo velmi nadprůměrné množství srážek zaznamenáno v měsíci říjnu. Naopak velmi suché byly měsíce únor, květen, červenec a srpen.

Měsíc	Teplota	Srážky
září	normální	normální
říjen	silně teplý	silně vlhký
listopad	teplý	normální
prosinec	teplý	normální
leden	mimoř. teplý	vlhký
únor	studený	silně suchý
březen	normální	normální
duben	mimoř. teplý	suchý
květen	mimoř. teplý	silně suchý
červen	silně teplý	normální
červenec	mimoř. teplý	silně suchý
srpen	mimoř. teplý	silně suchý

Tab. 4.2 - Hodnocení jednotlivých měsíců ročníku 2017/18

4.2.3 Ročník 2018/19

Mimořádně teplé byly ve vegetačním ročníku 2018/19 měsíce leden, březen, a červen. Silně nadprůměrné teploty byly zaznamenány i po zbytek sledovaného období mimo měsíce května. Z hlediska průměrných srážek bylo velmi nadprůměrné množství srážek zaznamenáno pouze v prosinci a lednu. Naopak velmi suché byly měsíce listopad, duben, červen a červenec.

Měsíc	Teplota	Srážky
září	silně teplý	normální
říjen	silně teplý	normální
listopad	teplý	silně suchý
prosinec	silně teplý	silně vlhký
leden	mimoř. teplý	vlhký
únor	silně teplý	normální
březen	mimoř. teplý	normální
duben	silně teplý	silně suchý
květen	studený	normální
červen	mimoř. teplý	silně suchý
červenec	silně teplý	silně suchý
srpen	silně teplý	normální

Tab. 4.3 - Hodnocení jednotlivých měsíců ročníku 2018/19

4.3 Metody hodnocení

Pokus byl vyhodnocován ve třech termínech:

- Jarní hodnocení (rostliny ve fázi BBCH 29-30 - konec odnožování, začátek sloupkování),
- Před sklizňové hodnocení (rostliny plně zralé)
- Sklízňové hodnocení (výnos).

Sledovanými znaky při jarních odběrech byly: počet rostlin na m², počet odnoží jedné rostliny, délka nejdelšího listu a poté hmotnosti celé rostliny, jenom kořenů a jenom nadzemní části přepočítané buďto na plochu (m²) nebo na 1 rostlinu.

Při jarním hodnocení byl pokaždé odebrán 1m druhého řádku od kraje parcelky a to ta část, která byla nejhustší – nejlepší. Odběr byl proveden ve všech 4 opakováních sledovaných variant. Poté došlo k omytí země s kořenů. Celý odebraný vzorek z jedné parcelky byl zvážen, byly spočítány rostliny a u všech rostlin byl spočítán počet odnoží a změřena délka nejdelšího listu. Poté byla u rostlin oddělena nadzemní část od kořenů a ty pak byly zváženy zvlášť.

U letního odběru byly u každé varianty v každém ze 4 opakování spočítány klasy na ploše 2x 0,25m², zvlášť byly spočítány slabé klasy (malé, málo zrn v klase). Dále byla změřena výška porostu bez osin. Z každé parcely bylo náhodně odebráno 20 klasů, ty byly naskládány za sebe a byla změřena jejich celková délka. Poté byly zváženy dohromady. V každém klase zvlášť byl spočítán počet zrn.

Setí bylo provedeno přesným pokusnickým secím strojem – bezezbytkovým (Oyord nebo Wintersteiger), přičemž sklizňová plocha jedné parcelky činila 11,88m². Každá varianta byla zaseta ve 4 opakováních

Sklizeň byla provedena parcelním pokusnickým kombajnem Wintersteiger a výnosy jednotlivých variant byly přepočteny na 1 hektar a 14% vlhkost.

Výsledky byly statisticky zpracovány programem STATISTICA 12 metodou ANOVA.

4.3.1 Ročník 2016/17

V ročníku 2016/17 bylo zaseto celkem 22 variant. Setí bylo provedeno dne 25. 9. 2016. Jako kontrola byla stanovena liniová odrůda ozimého ječmene KWS Meridian a s ní byla porovnávána hybridní odrůda Mercurioo.

Odrůda KWS Meridian je odrůda v ČR registrovaná v roce 2010, vyznačuje se vynikající mrazuvzdorností a špičkový výnosem v ošetřené i neošetřené variantě a výnosovou stabilitou napříč výrobními oblastmi. Zrno KWS Meridian dosahuje výborné krmné kvality.

Hybridní odrůda Mercurioo od společnosti Syngenta vstoupila na český trh v roce 2006. Jde o kompenzační hybrid se zlepšenou zimovzdorností oproti ostatním hybridům a vysokou schopností regenerace. Jedná se o velmi výnosnou hybridní odrůdu.

Varianty pokusu se lišily ve výsevcích, v podzimním hnojení, v přimoření osiva a v hnojení pod patu.

Pro moření osiva byla použita 3 různá mořidla:

- Mořidlo Sunagreen, jehož účinnými látkami jsou kyseliny 2-aminobenzoová a 2-hydroxybenzoová, zvyšuje intenzitu počátečního vývoje rostlin v průběhu klíčení, zvyšuje objem kořenového systému. Vzcházení je díky němu rovnoměrnější a rychlejší.
- AG 070 je výtazek z mořských řas. Přípravek je doplněn směsí aminokyselin živočišného původu. Podporuje adaptaci na stresové podněty, regeneruje porosty po chemickém nebo mechanickém poškození.

- Raykat Start Tekuté listové hnojivo doplňující makro a mikroelementy, obsahující volné aminokyseliny a polysacharidy. Efektem použití tohoto mořidla je zlepšení klíčení semen a zlepšení absorpce živin mladých rostlin z půdního roztoku.

U variant hnojených pod patu byla použita tyto hnojiva:

- NPK 7-20-30 Tříslučkové hnojivo s nižším obsahem dusíku 7%, 20% vodorozpustného fosforu a 30 % a K₂O. hnojivo obsahuje 3% síry, vhodné k použití před setím obilovin.
- Akeo je přípravek na bázi dolomitického vápence, vápence organických látek a rostlinného pojiva. Obsahuje vápník, hořčík a stopové prvky (železo, zinek, mangan, bór, měď). Příznivě ovlivňuje půdní strukturu, biologickou aktivitu půdy a tvorbu kořenového systému, čímž zvyšuje přístupnost živin z dodávaných hnojiv. Doporučené dávkování: ve směsných hnojivech v podílu 30 - 50% z celkového objemu hnojiva.
- Black Pearl - Jedná se o nový typ organominerálního hnojiva, které můžete využít pro pěstování všech rostlin. Toto hnojivo obsahuje 29 % huminových látek (fulvokyseliny – 20,5 % a huminové kyseliny – 8,5 %), dále obsahuje také dusík – 10 %, draslík – 6 % a 3,5 % síry, pH tohoto hnojiva se pohybuje mezi 6 – 6,5. Lze jej použít pro všechny polní plodiny. Pomáhá především obohacovat půdu o organickou hmotu. Přibližně 10 kg tohoto hnojiva představuje orientačně 3 tuny hnoje.
- Duostart je mikrogranulované hnojivo určené pro ultra-přesnou aplikaci živin přímo k osivu během setí. Jeho použití vede ke zvýšení jistoty vzcházení porostu. Díky přímému kontaktu hnojiva s osivem a mladými vzcházejícími rostlinkami, vyniká výrazným startovacím efektem. Hnojivo obsahuje 12 % N-NH₄, 20 % P₂O₅, 32 % S₂O₃, 2 % Zn a stimulant biologických procesů MPPA DUO (organický komplex chránící živiny před retrogradací a fixací). Mikrogranulát stimuluje metabolismus rostlin, růst kořenů a umožňuje efektivní využití všech živin bez rizika popálení či fytotoxicity.
- Hyrogel je pomocná půdní látka, práškový koncentrát, který ve vodním prostředí silně bobtná a vytváří stabilní gel. Částice Hydrogelu vážou nejméně 250 násobek vody a po obalení kořenů rostlin je zásobují vodou.

Variety hnojené pod patu a přihnojené na podzim jsou zvýhodněny dávkou živin navíc oproti neovlivněným variantám. Přehled variant je uveden v tabulce 4.4. Tučně jsou uvedeny varianty, které byly sledovány podrobněji. U ostatních variant byl hodnocen pouze výnos zrn.

První odběr vzorků byl proveden dne 23. 3. 2017. Byly odebrány vzorky u podrobněji sledovaných variant. Sledovány byly tyto znaky: počet rostlin na 1 m², čerstvá hmotnost celých rostlin a zvláště listů a kořenů, dále počet odnoží na jedné rostlině a délka nejdelšího listu. Pro určení počtu odnoží a délky nejdelšího listu bylo náhodně vybráno jedno opakování z každé varianty. U každé rostliny byl spočten počet odnoží a byla změřena délka nejdelšího listu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.1.

Druhé, před sklizňové hodnocení vybraných variant proběhlo 28. 6. 2017. Sledovanými znaky byly: počet klasů na 1 m², počet slabých klasů na 1 m², počet zrn v klasu, délka praporcového listu, délka 20 klasů, hmotnost 20 klasů a výška rostlin bez osin. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 5.2.

Pokus byl sklizen dne 12. 7. 2017. Výnosy všech variant byly přepočteny na 1 hektar a jsou uvedeny v tabulkách 5.3 – 5.7.

Varianta	Výsevek (zrn/m ²)	Podzimní hnojení – N (kg/ha)	Přimoření osiva	Hnojení pod patu (kg hnojiva/ha)	Hybrid / Linie
1.	360				linie
2.	180				hybrid
3.	150				hybrid
4.	210				Hybrid
5.	240				Hybrid
6.	210	40			Hybrid
7.	150	40			Hybrid
8.	360	40			Linie
9.	150		Sunagreen - 1,5 l/t		hybrid
10.	150		AG 070 – 30 ml		hybrid
11.	150	40	Sunagreen - 1,5 l/t		hybrid
12.	150	40	AG 070 – 30 ml		hybrid
13.	360		AG 070 – 30 ml		Linie
14.	150		Raykat Start - 1,5 l/t		hybrid
15.	150	40	Raykat Start - 1,5 l/t		hybrid
16.	150			200 kg/ha NPK - 7, 20, 30	hybrid
17.	150			100 kg/ha NPK - 7, 20, 30 + AkeO - 100 kg/ha	hybrid
18.	150			100 kg/ha NPK - 7, 20, 30 + Black Pearl - 100 kg/ha	hybrid
19.	150			Black Pearl - 100 kg/ha	hybrid
20.	150			Močovina - 100 kg/ha	hybrid
21.	150			Hydrogel - 25 kg/ha	hybrid
22.	150			Hydrogel - 25 kg/ha + DuoStart - 25 kg/ha	hybrid

Tab. 4.4 - Přehled variant pokusu - 2016/17

4.4 Ročník 2017/18

Další rok byl zredukován počet variant na 13. Byly vynechány varianty s rozdílnými výsevky a s přimořením účinnými látkami. Zůstaly varianty s hnojením pod patu a s podzimním přihnojením. Nově je přidána varianta s vyšší dávkou dusíku v jarním období. Setí proběhlo dne 27. 9. 2017. Jako kontrola byla zvolena liniová odrůda Pepa a s ní byly porovnávány 2 hybridní odrůdy Baracooda a Toreroo.

Odrůda Pepa je krajová liniová odrůda neznámého původu ze Ždírcce nad Doubravou.

Hybridní odrůda Baracooda je klasového typu s mimořádně velkými klasy a s velmi vysokým výnosem v obou variantách ošetření. Vyznačuje se velmi dobrou reakcí na intenzifikaci pěstování.

Odrůda Toreroo (stejně jako Baracooda je od firmy Syngenta) je obzvláště zimovzdorný hybrid kompenzačního typu. Díky výbornému zdravotnímu stavu poskytuje vysoký výnos i na neošetřené variantě pěstování. Má mimořádnou schopnost regenerace.

Výsevek všech variant s liniovou odrůdou Pepa byl 360 zrn/m², u obou hybridních odrůd bylo vyseto 200 zrn/m². K hnojení pod patu bylo použito hnojivo NPK 15-15-15, pro podzimní přihnojení hnojivo LAD 27. Jarní dávka dusíku byla rozdělena na půl do dvou aplikací. První jarní přihnojení proběhlo v březnu, druhé pak v květnu, taktéž hnojivem LAD 27. Přehled jednotlivých variant ukazuje tabulka 4.5.

Jarní hodnocení bylo provedeno dne 19. 4. 2018 a zjišťovaly se následující znaky: počet rostlin na m², čerstvá hmotnost celých rostlin a zvláště listů a kořenů, dále počet odnoží na jedné rostlině a délka nejdelšího listu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.8.

Dne 28. 6. 2018 bylo provedeno předsklizňové hodnocení, při kterém byly sledovány tyto znaky: počet klasů na m², počet slabých klasů na m², počet zrn v klasu, délka praporcového listu, délka 20 klasů, hmotnost 20 klasů a výška rostlin bez osin. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 5.9.

Výnosy jednotlivých variant jsou uvedeny v tabulkách 5.10 – 5.12.

Varianta	Odrůda	Výsevek (zrn/m ²)	Hnojení			Hybrid/ Linie
			pod patu	podzim	Jaro	
1.	Baracooda	200	x	x	100 kg N	Hybrid
2.	Baracooda	200	x	x	140 kg N	Hybrid
3.	Baracooda	200	100 kg NPK	x	100 kg N	Hybrid
4.	Baracooda	200	x	20 kg N	100 kg N	Hybrid
5.	Toreroo	200	x	x	100 kg N	Hybrid
6.	Toreroo	200	x	x	140 kg N	Hybrid
7.	Toreroo	200	100 kg NPK	x	100 kg N	Hybrid
8.	Toreroo	200	x	20 kg N	100 kg N	Hybrid
9.	Pepa	360	x	x	100 kg N	Linie
10.	Pepa	360	x	x	140 kg N	Linie
11.	Pepa	360	100 kg NPK	x	100 kg N	Linie
12.	Pepa	360	x	20 kg N	100 kg N	Linie

Tab. 4.5 - Přehled variant pokusu - 2017/18

4.5 Ročník 2018/19

V září roku 2018 bylo založeno celkem 16 variant pokusu. S kontrolní linií odrůdou Pepa byly porovnávány 4 hybridní odrůdy od firmy Syngenta a to odrůdy Baracooda, Galileo, Galation a Toreroo. Linií odrůdy Pepa bylo vyseto 360 zrn/m² a hybridních odrůd shodně 200 zrn/m². Varianty byly odlišeny hnojením pod patu, kde bylo použito hnojivo NPK 15-15-15, nebo použitím hnojiva pro podzimní přihnojení, kde bylo použito hnojivo Eurofertil Top 54 N-PROCESS. Toto hnojivo obsahuje 15% stabilizovaného dusíku (11% amonný a 4% močovinný dusík), 8% P₂O₅, který je vodorozpustný a 31% SO₃.

Přehled jednotlivých variant nalezneme v tabulce 4.6

V roce 2019 bylo provedeno pouze předsklizňové hodnocení pokusu a sledovány byly tyto znaky: počet klasů na m², počet slabých klasů na m², počet zrn v klasu, délka praporcového listu, délka 10 klasů, hmotnost 10 klasů a výška rostlin bez osin. Měření bylo provedeno 1. 7. 2019 a jeho výsledky jsou zaznamenány v tabulce 5.13. Sklizeň pokusu byla provedena 2. 7. 2019., výsledky sklizně jsou uvedeny v tabulce 5.14.

Varianta	Odrůda	Výsevok (zrn/m ²)	Hnojení pod patu	Hnojení podzim	Hybrid/Linie
1	Pepa	360			Linie
2	Pepa	360	150 kg NPK 15-15-15		Linie
3	Pepa	360		Eurofertil Top 54 N-PROCESS (100 kg/ha)	Linie
4	Baracooda	200			Hybrid
5	Baracooda	200	150 kg NPK 15-15-15		Hybrid
6	Baracooda	200		Eurofertil Top 54 N-PROCESS (100 kg/ha)	Hybrid
7	Galileo	200			Hybrid
8	Galileo	200	150 kg NPK 15-15-15		Hybrid
9	Galileo	200		Eurofertil Top 54 N-PROCESS (100 kg/ha)	Hybrid
10	Galation	200			Hybrid
11	Galation	200	150 kg NPK 15-15-15		Hybrid
12	Galation	200		Eurofertil Top 54 N-PROCESS (100 kg/ha)	Hybrid
13	Toreroo	200			Hybrid
14	Toreroo	200	150 kg NPK 15-15-15		Hybrid
15	Toreroo	200		Eurofertil Top 54 N-PROCESS (100 kg/ha)	Hybrid
16	Toreroo	200	25 kg/ha Duostart+ 25 kg/ha Hydrogel		Hybrid

Tab. 4.6 - Přehled variant ročník 2018/19

5 Výsledky

5.1 Ročník 2016/2017

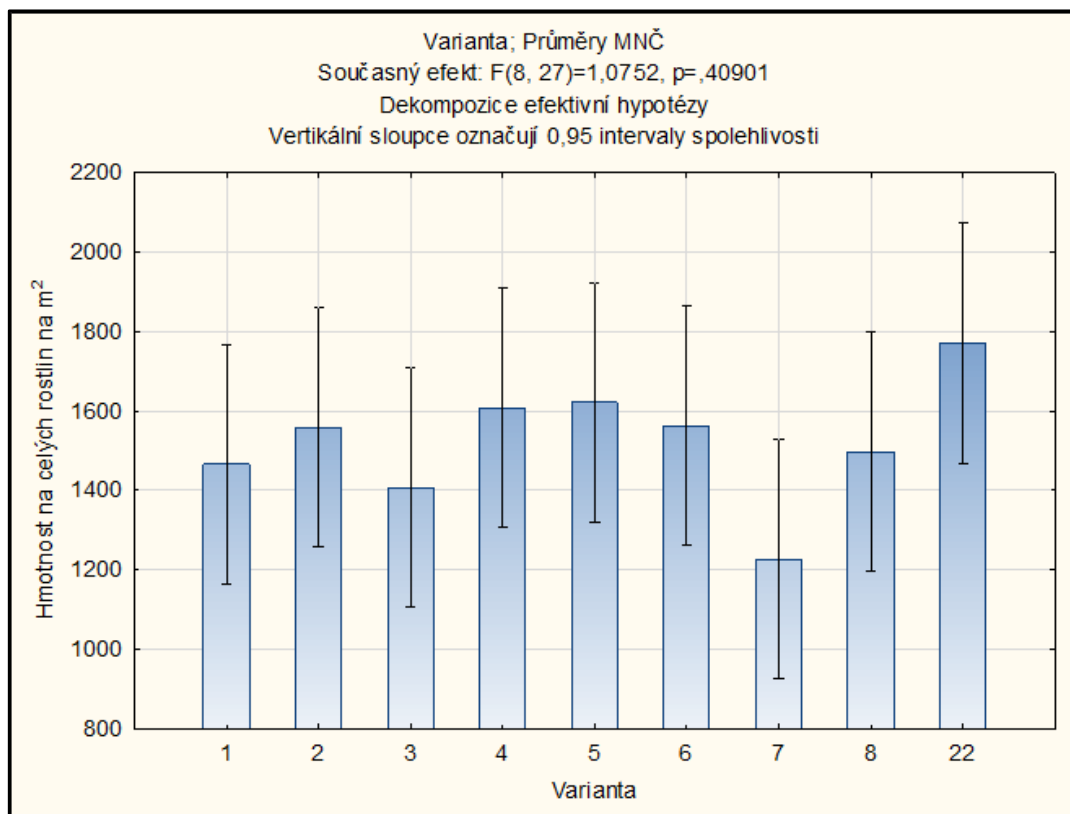
5.1.1 Jarní hodnocení

Jarní odběr vzorků proběhl 23. 3. 2017 a naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab. 5.1. Červeně jsou zvýrazněny nejlepší hodnoty, zeleně pak druhé nejlepší hodnoty. Podrobně hodnoceny byly pouze vybrané varianty (rozdílné výsevky, podzimní hnojení, použití hydrogelu), z důvodu snížení náročnosti při odběrech. U ostatních variant byl vyhodnocen pouze výnos. Pro hodnocení byla vždy odebrána vždy ta část řádku, která byla nejhustší – nejlepší. Proto jsou někdy počty rostlin vyšší, než odpovídá vysetým zrnům. A to přesto, že byl pokus založen přesným, pokusnickým, bezezbytkovým secím strojem Oyord nebo Wintersteiger. Součet hmotností listů a kořenů v tabulce 5.1 je zpravidla o něco nižší než hmotnost celé rostliny. To bylo zapříčiněno tím, že během měření došlo k opadu části vody, která byla potřebná pro omytí rostlin. Odchyly jsou však velmi malé, rámcově okolo 2%.

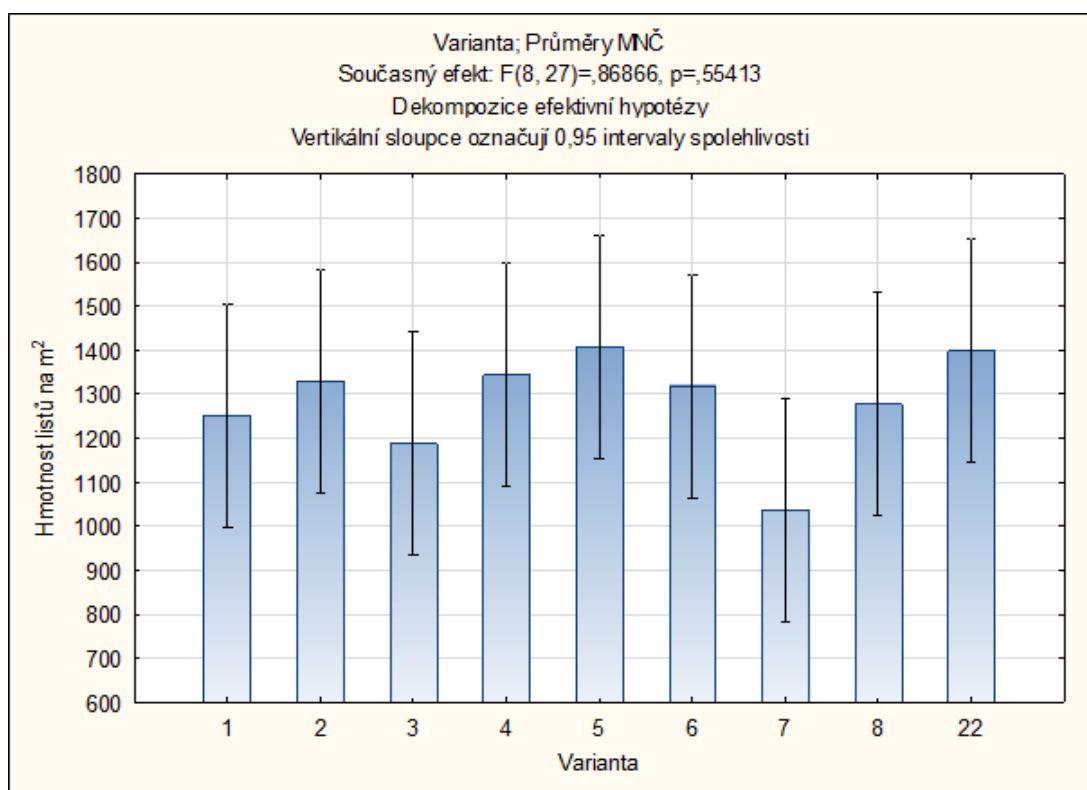
Var.	Počet rostlin m ²	Hmotnost (g/m ²)			Počet odnoží 1 rostl.	Nejdelší list cm	Hmotnost (g)		
		Celá rostlina	Listy	Kořeny			1 rostliny	listů 1 rostliny	kořenů 1 rostliny
1.	358	1 466,6	1 250,6	182,8	5,2	10,4	4,16	3,56	0,52
2.	244	1 560,4	1 330,0	202,6	8,2	13,7	6,34	5,40	0,83
3.	200	1 407,8	1 187,4	193,0	7,2	12,7	7,10	5,97	0,99
4.	254	1 607,6	1 342,8	216,6	7,5	13,0	6,39	5,34	0,85
5.	280	1 622,0	1 407,4	234,0	8,3	11,7	5,85	5,07	0,85
6.	240	1 563,2	1 318,0	197,4	6,8	14,0	6,58	5,54	0,84
7.	186	1 227,6	1 037,6	175,0	6,7	13,7	6,87	5,82	0,97
8.	336	1 498,8	1 276,2	189,4	6,4	12,5	4,46	3,79	0,56
22.	200	1 770,8	1 398,6	211,4	8,7	13,7	8,77	6,94	1,05

Tab. 5.1 – Výsledky jarního odběru 2017

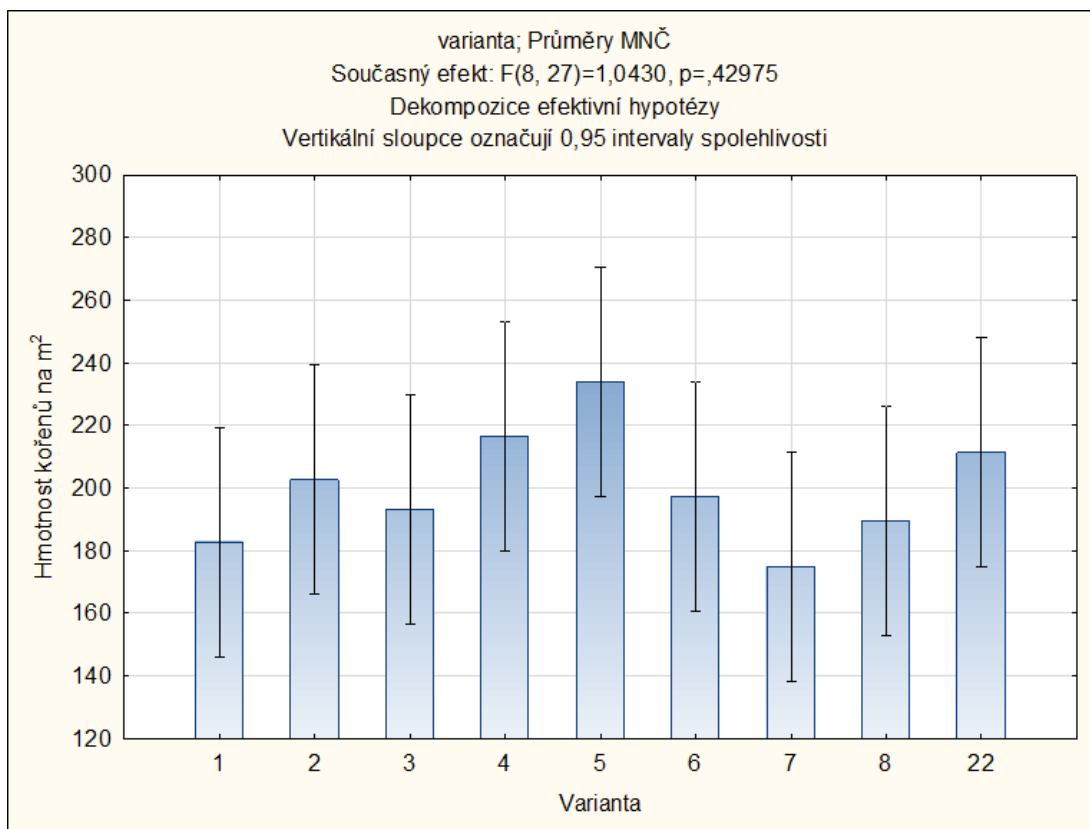
Jak ukazuje graf 5.1, nejvyšší hmotnosti celkové biomasy na m² dosáhla varianta č. 22. V porovnání hmotností nadzemní biomasy dosáhla nejvyšších hodnot varianta č. 5 těsně před variantou č. 22 (graf 5.2). Varianta č. 5 také dosáhla nejvyšší hmotnosti kořenů (graf 5.3). Avšak u žádného z těchto sledovaných znaků nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly.



Graf 5.1 – Hmotnost celých rostlin na $1 m^2$

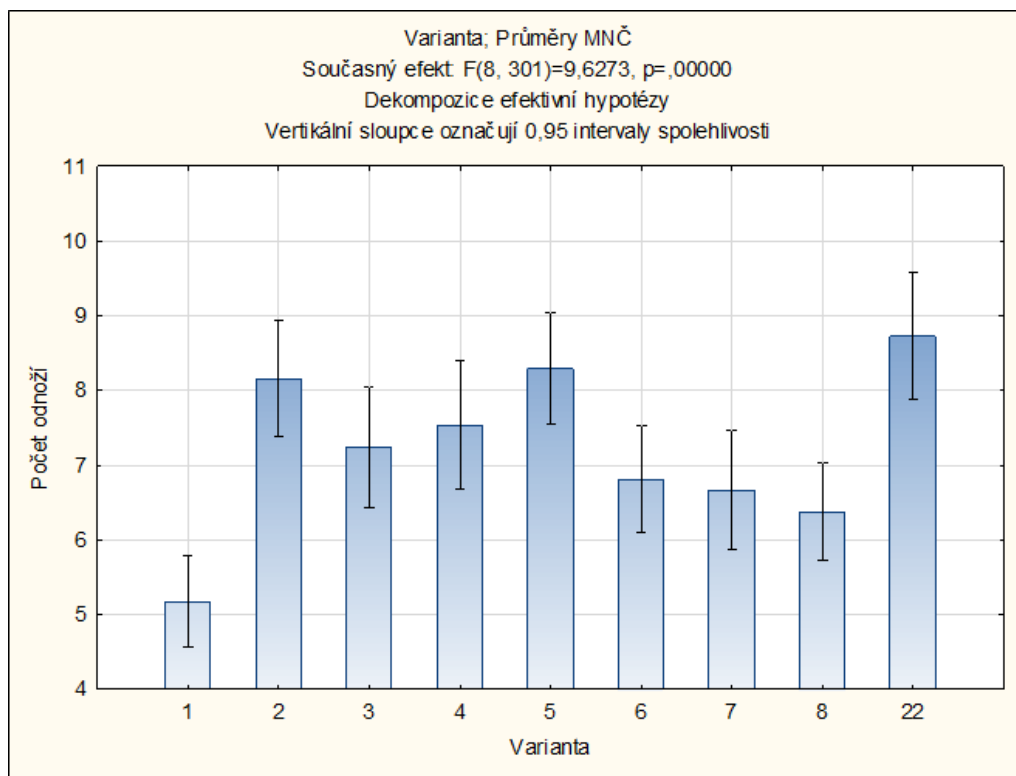


Graf 5.2 – Hmotnost listů na $1 m^2$



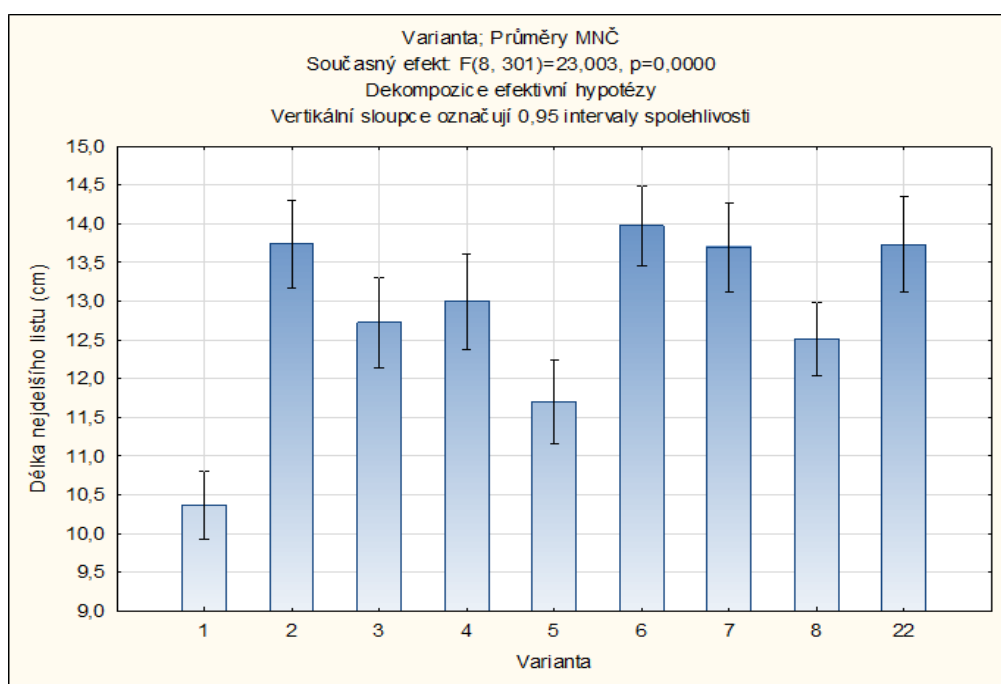
Graf 5.3 – Hmotnost kořenů na m²

Na grafu 5.4 vidíme počet odnoží na jedné rostlině. Je patrné, že varianta č. 1 (liniová odrůda) měla statisticky prokazatelně méně odnoží než varianty 2 – 6 a 22 (hybridní odrůda), přičemž varianta č. 22 dosáhla nejvyššího průměrného počtu odnoží. Podzimní přihnojení dusíkem u varianty 8 zvýšilo počet odnoží u liniové odrůdy (var. 1). Rozdíl ale není statisticky průkazný. Naopak u variant 6 a 7 podzimní hnojení počet odnoží snížilo oproti variantám 2 a 3. Opět však rozdíl nebyl statisticky průkazný.



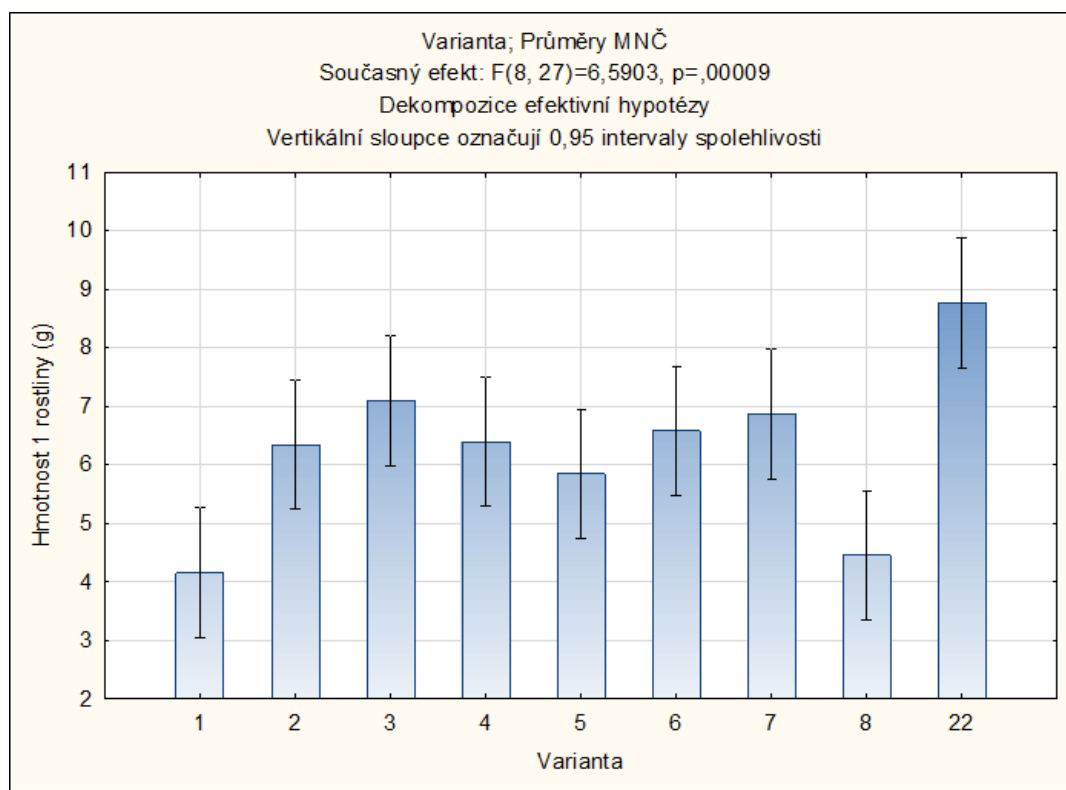
Graf 5.4 – Počet odnoží na rostlinu

Dalším sledovaným znakem byla délka nejdelšího listu. V grafu 5.5 můžeme vidět výsledky měření. Liniové odrůdy (var. 1 a 8) měly, mimo variantu č. 5 (hybrid – vysoký výsevek), kratší listy než odrůdy hybridní. U varianty 1 byl rozdíl statisticky průkazný. Průměrně nejdelší list měla varianta č. 6. Oproti variantám 1,3,5 a 8 byly rozdíly statisticky průkazné.

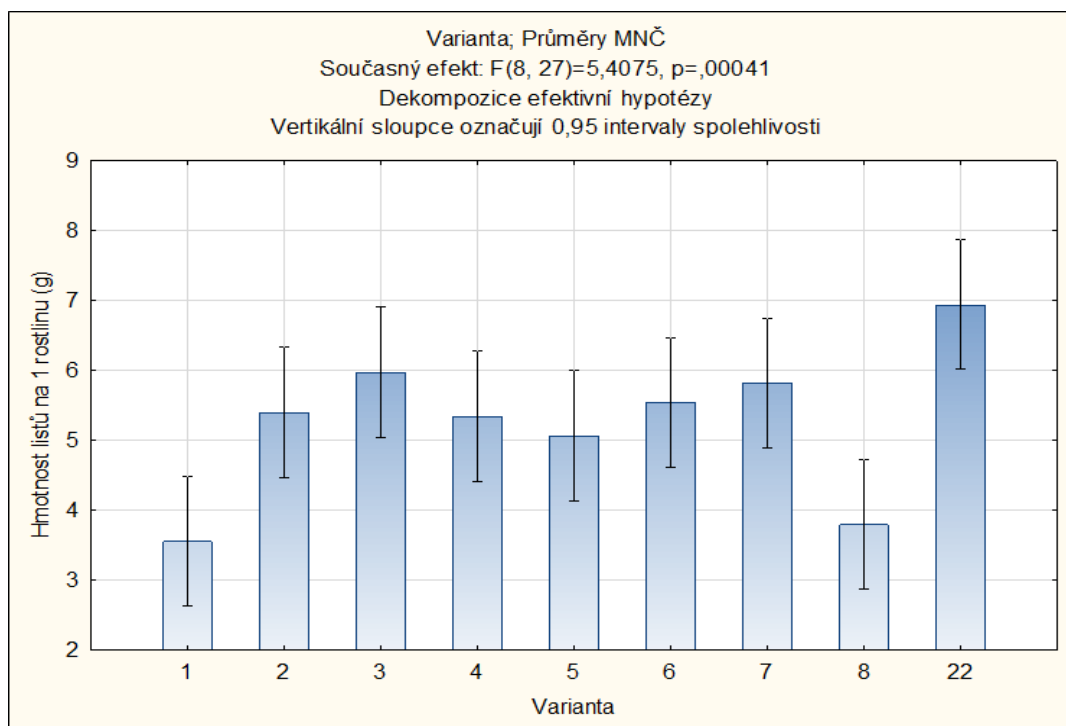


Graf 5.5 – Délka nejdelšího listu

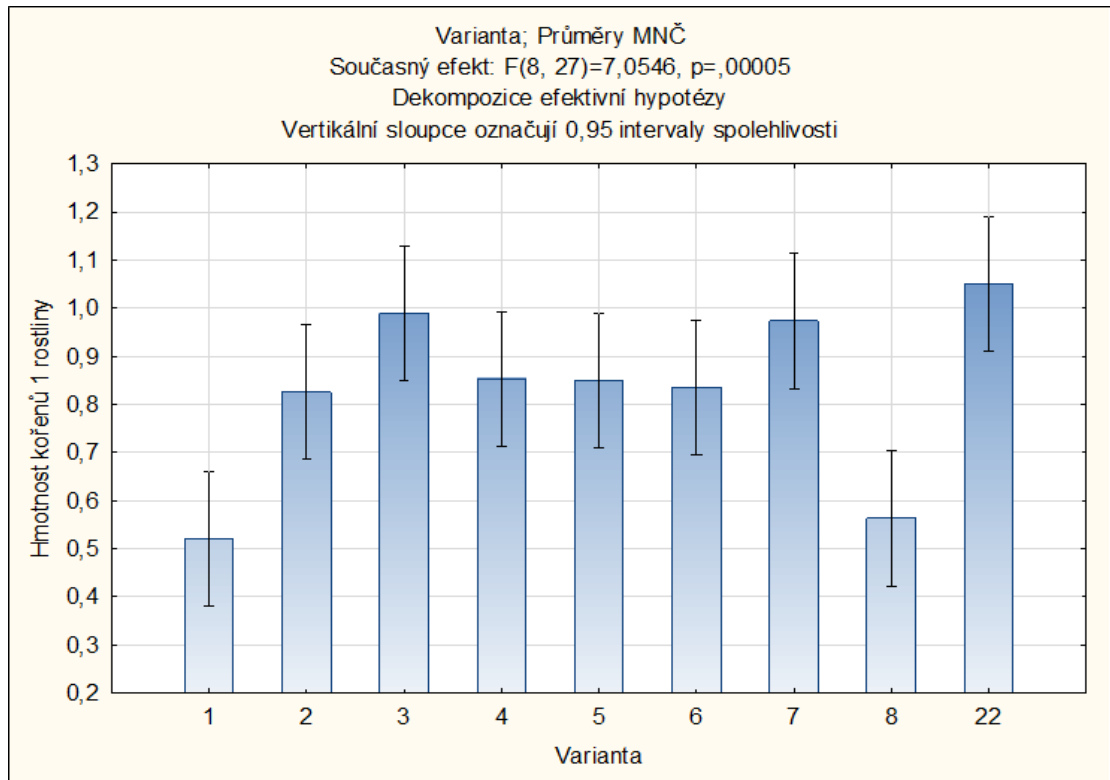
Jako poslední se při jarním odběru hodnotily hmotnosti jedné rostliny, hmotnost kořenů jedné rostliny a hmotnost listů jedné rostliny. Výsledky jsou uvedeny v grafech 5.6 – 5.8.



Graf 5.6 – Čerstvá hmotnost jedné rostliny



Graf 5.7 – Čerstvá hmotnost listů jedné rostliny



Graf 5.8 – Hmotnost kořenů jedné rostliny

Z výsledků vyplývá, že ve všech třech ukazatelích vztažených na jednu rostlinu, dosáhla nejvyšších hodnot varianta č. 22 (hybridní odrůda + podpatové hnojení + hydrogel). Oproti liniovým odrůdám (varianty 1 a 8) jsou výsledky statisticky průkazné. Také varianta 3 (hybrid – doporučený výsev) dosáhla ve všech třech parametrech statisticky průkazného rozdílu oproti variantám 1 a 8. Se zvyšujícím se výsevem hybridní odrůdy (var. 4 a 5) se rozdíly zmenšovaly. Průměrné hmotnosti byly vyšší než u liniových odrůd, avšak ne vždy byl rozdíl statisticky průkazný. Podzimní přihnojení 40 kg N (var. 6, 7 a 8) nemělo téměř žádný vliv na hmotnosti celých rostlin, nadzemní a podzemních částí rostliny.

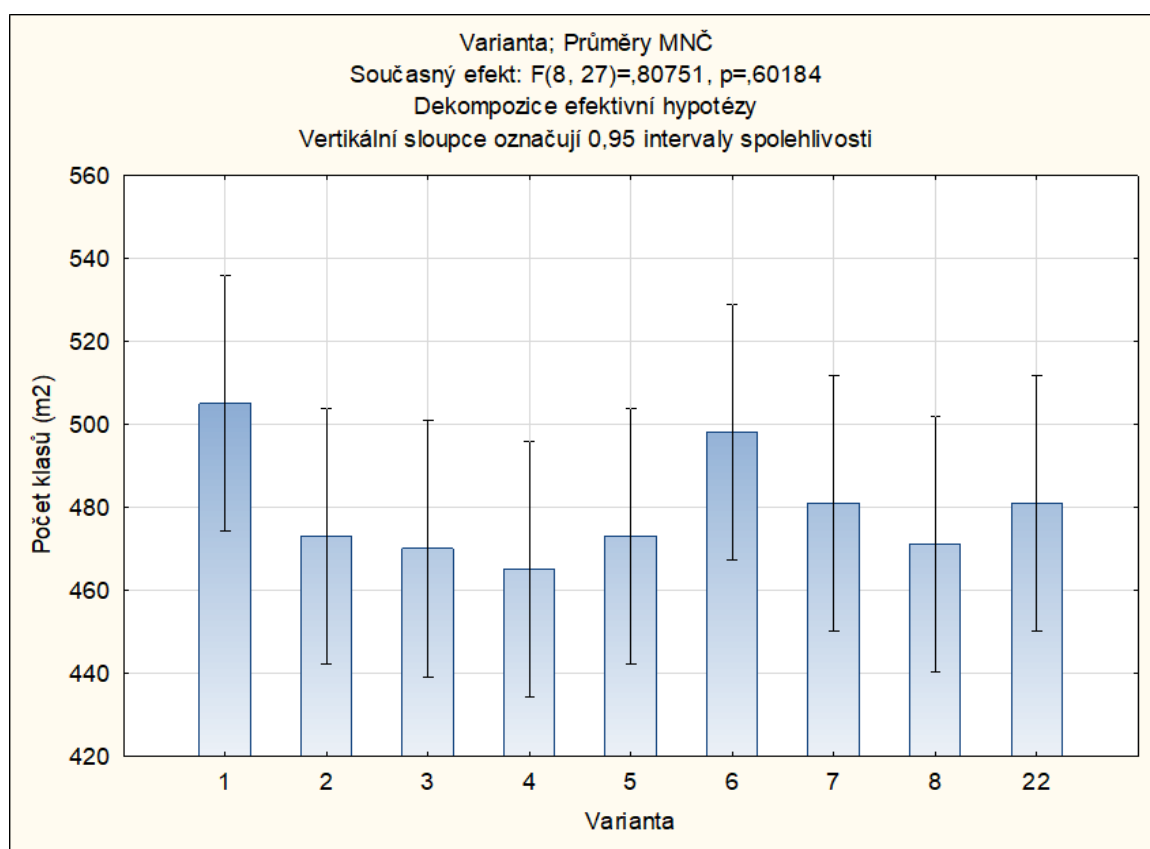
5.1.2 Před sklizňové hodnocení

Letní odběr byl proveden dne 28. 6. 2017. Naměřené hodnoty uvádí tabulka 5.2, v ní jsou červeně vyznačeny nejlepší hodnoty a zeleně jsou označeny druhé nejlepší.

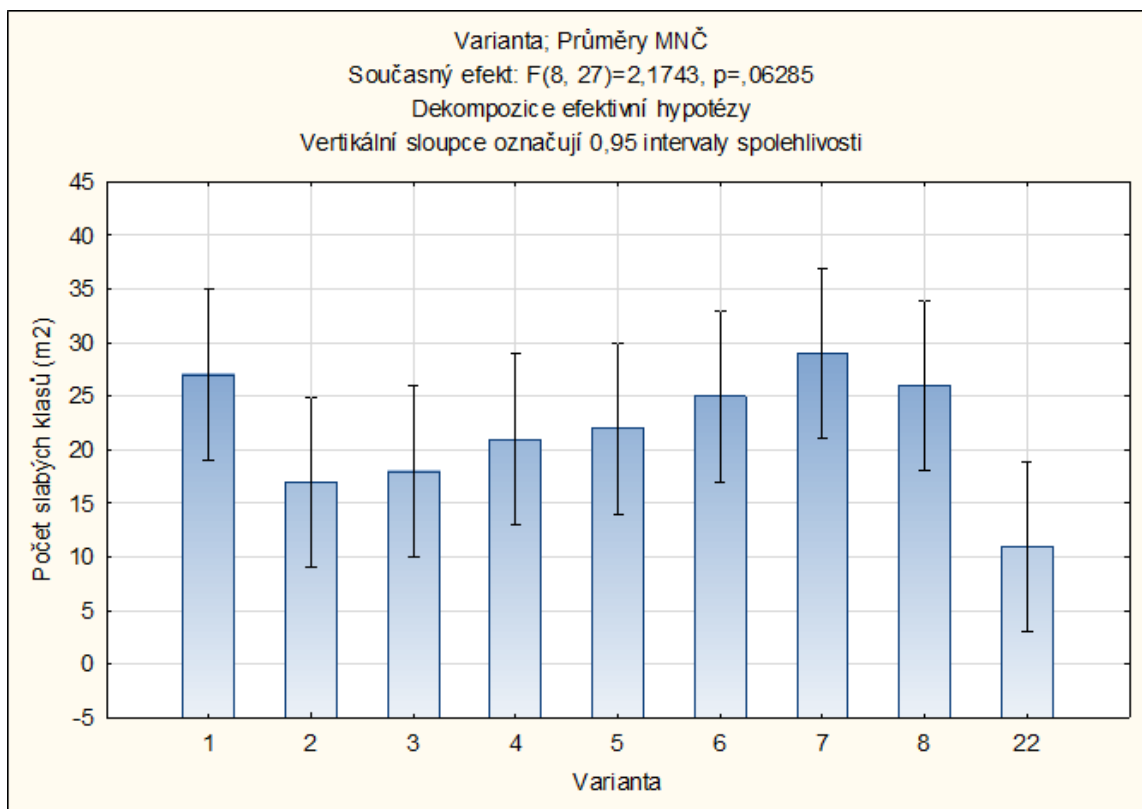
Var.	Počet klasů (m ²)	Počet slabých klasů (m ²)	Počet zrn v klasu	Délka praporcového listu	Délka 20 klasů (cm)	Hmotnost 20 klasů (g)	Výška rostlin bez osin (cm)
1.	505,0	27,0	43,8	11,2	129,5	47,9	85,0
2.	473,0	17,0	46,3	12,3	137,5	48,7	82,5
3.	470,0	18,0	47,3	12,7	142,5	51,3	81,3
4.	465,0	21,0	46,1	11,7	137,5	49,1	81,3
5.	473,0	22,0	43,7	11,5	132,8	43,7	83,8
6.	498,0	25,0	46,4	12,5	142,3	47,7	78,8
7.	481,0	29,0	47,2	12,8	145,3	50,4	81,3
8.	471,0	26,0	44,5	11,6	133,0	49,4	86,3
22.	481,0	11,0	50,2	12,6	142,5	51,1	81,3

Tab. 5.2 – Před sklizňové hodnocení

Nejvyššího počtu klasů na m² dosáhla varianta č. 1 (liniová odrůda). Rozdíl mezi žádnou variantou však nebyl statisticky průkazný, jak ukazuje graf 5.9.



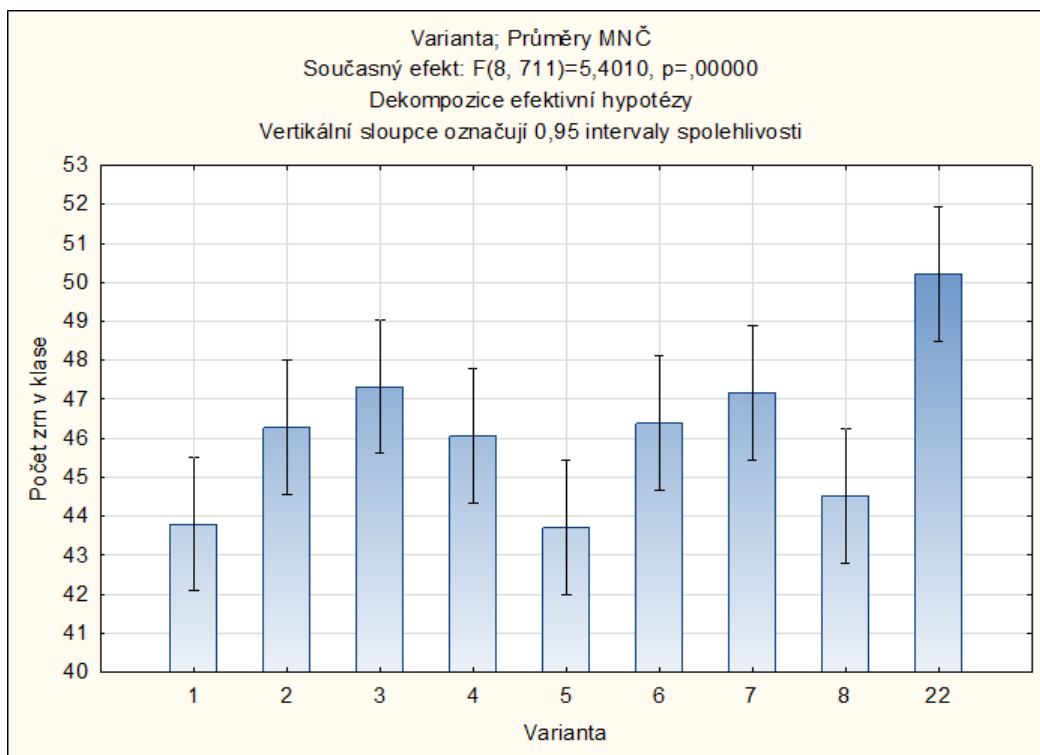
Graf 5.9 – Počet klasů na m²



Graf 5.10 – Počet slabých klasů

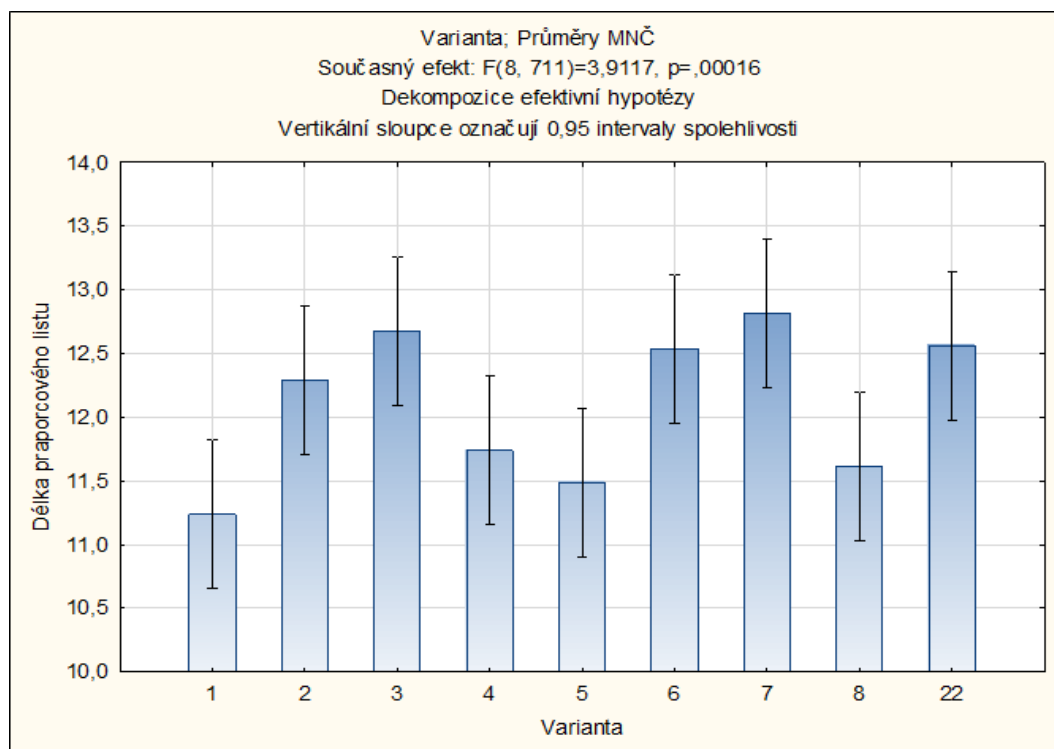
V grafu 5.10 můžeme vidět počty slabých klasů na m². Nejméně slabých klasů měla varianta č. 22 (hybrid + hnojení pod patu + hydrogel), naopak nejvíce měla varianta č. 7 (hybrid + podzimní přihnojení). Všeobecně u hybridních odrůd, zvýšený výsevek a podzimní hnojení zvyšovalo počet slabých klasů.

Další graf (5.11) ukazuje počty zrn v klasech. Nejvíce zrn v klasu dosáhla varianta č. 22 (hybrid+podpatové hnojení+hydrogel), tento výsledek byl statisticky průkazný oproti variantám 1 a 8 (liniová odrůda a liniová odrůda s přihnojením), a také oproti variantě č. 5 (hybrid – vysoký výsevek). Ostatní varianty nebyly statisticky průkazné.

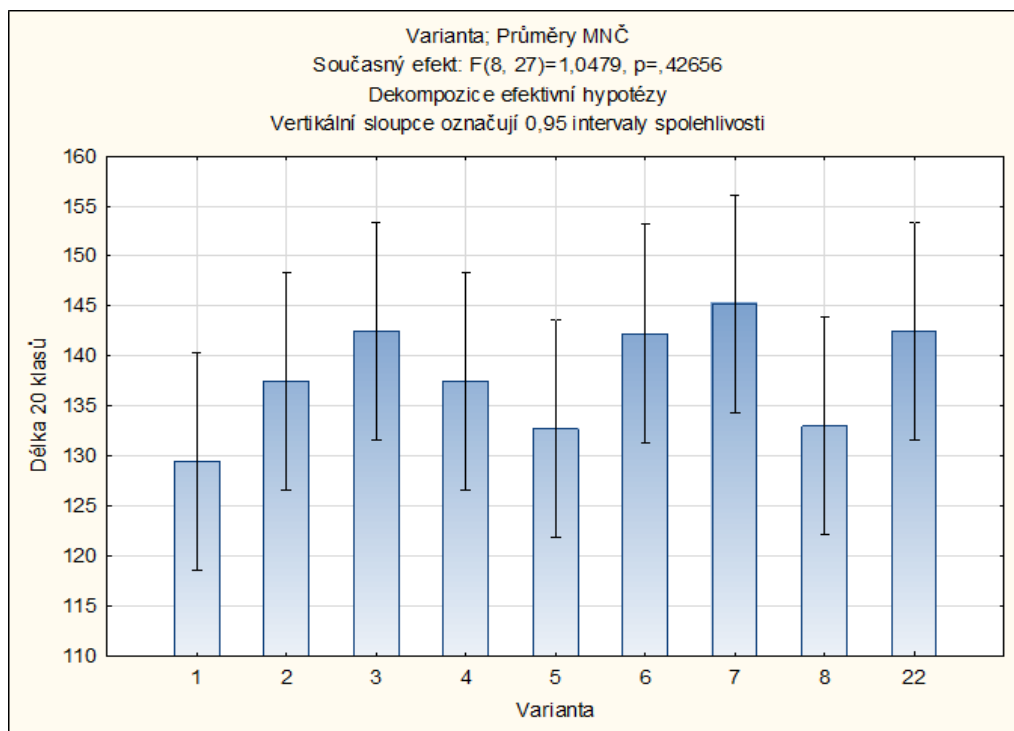


Graf 5.11 – Počet zrn v klasech

Graf 5.12 popisuje délku praporcového listu. Nejkratší praporcový list měla varianta č. 1 (liniová odrůda). Délka praporcového listu u varianty 1 byla průkazně kratší oproti variantám 3 (hybrid, nižší výsevek), 7 (hybrid, nižší výsevek a přihnojení) a 22 (hybrid, nižší výsevek, přihnojení pod patu a hydrogel). S vyšším výsevkiem délka praporcového listu klesala (var. 4 a 5) avšak rozdíly nebyly statisticky průkazné.



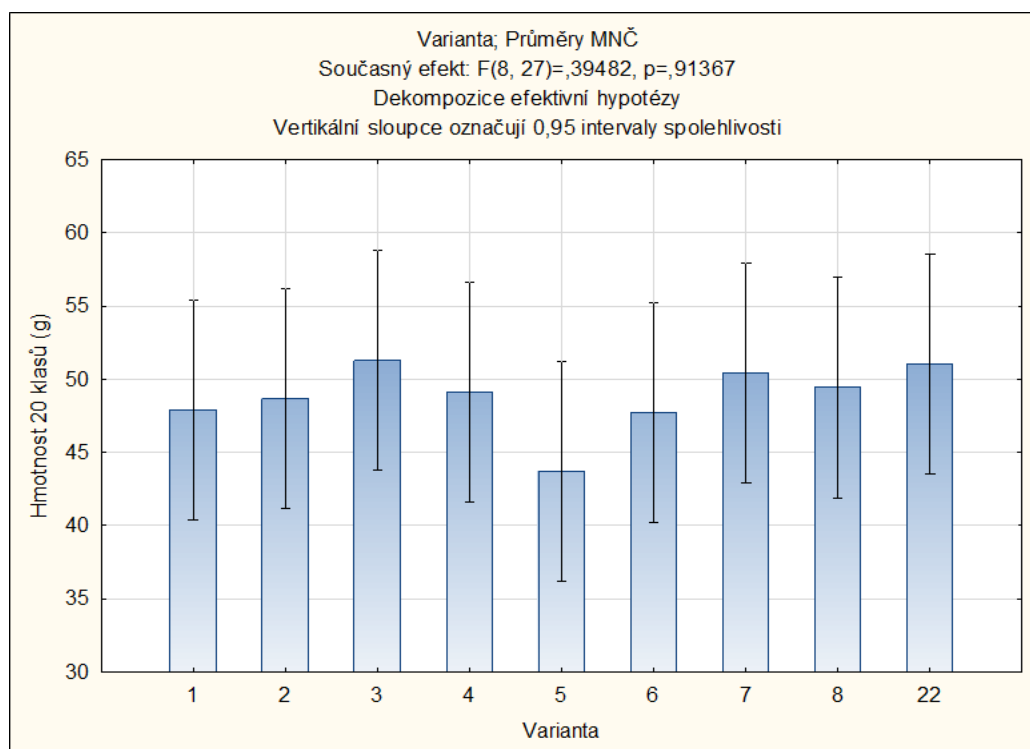
Graf 5.12 – Délka praporcového listu



Graf 5.13 – Délka 20 klasů

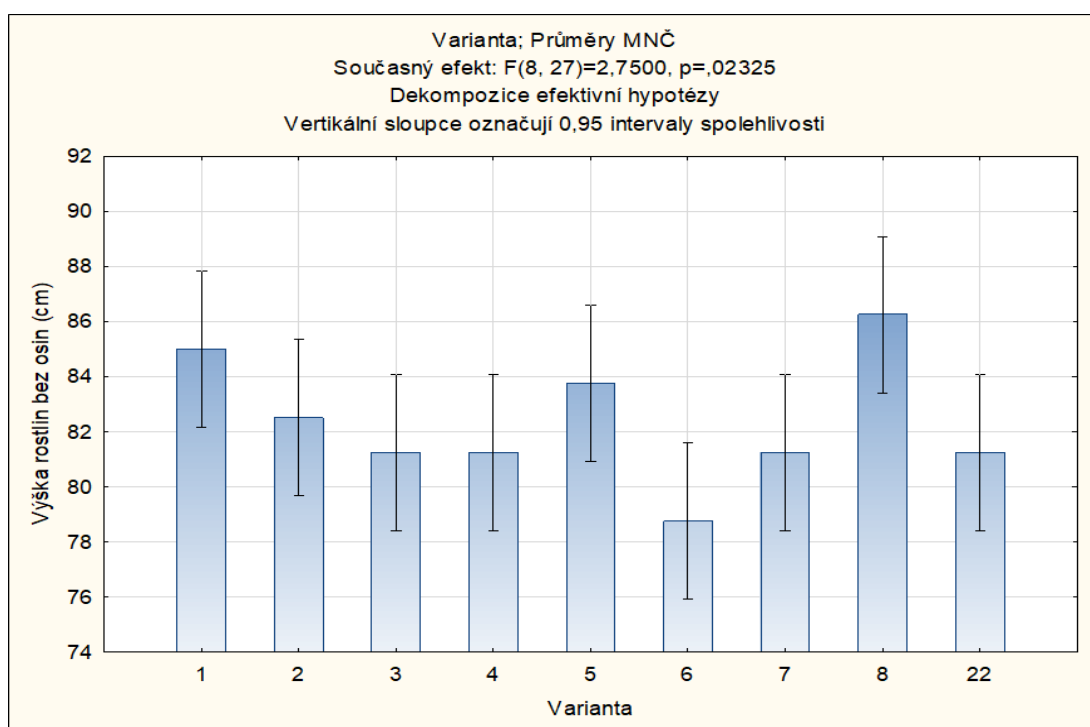
Nejdelší klasy měly varianty s hybridními odrůdami při nižším výsevku (var. 3,7 a 22) a podobnou délku měla i varianta č. 6 (hybrid, vyšší výsev a podzimní přihnojení). Rozdíly mezi jednotlivými variantami však nebyly statisticky průkazné, jak ukazuje graf 5.13.

Také v případě hmotnosti klasů byla situace podobná (graf 5.14). Nejtěžší klasy měly opět hybridní odrůdy s nižším výsevkem (var. 3,7 a 22). Opět však jednotlivé varianty nebyly statisticky rozdílné.



Graf 5.14 – Hmotnost 20 klasů

Posledním sledovaným znakem byla výška rostlin bez osin (graf 5.15). Nejvyšší rostliny měly varianty s liniiovými odrůdami (1 a 8). Rozdíly opět nebyly statisticky významné.



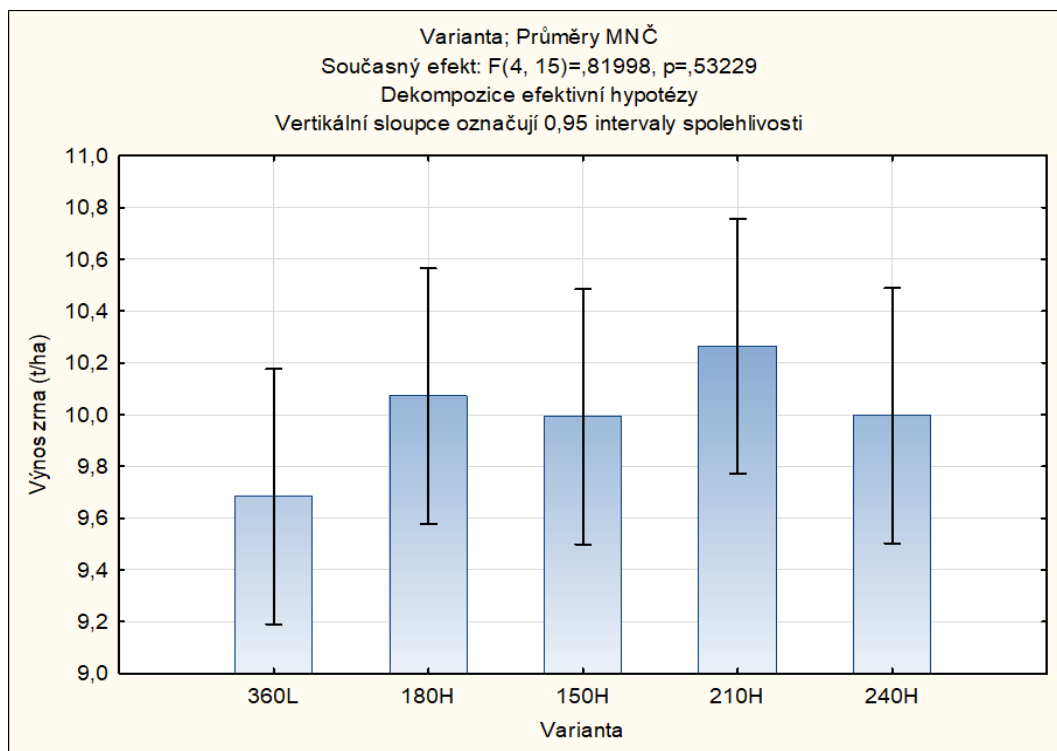
Graf 5.15 – Výška rostlin bez osin

5.1.3 Sklizeň

Sklizeň proběhla 12. 7. 2017 pomocí pokusnického kombajnu Wintersteiger classic. Tabulka 5.3 a graf 5.16 ukazují výnosy variant s rozdílnými výsevků. Nejvyšší výnos dosáhla varianta č. 4 (210H). Všechny varianty s hybridní odrůdou překonaly ve výnosu variantu s liniiovou odrůdou. Zvýšení výsevků ze 150 semen na m^2 na 210 semen na m^2 (tedy o 40%) zvýšilo výnos pouze o 2,7%. Rozdíly ve výnosech však nebyly statisticky průkazné.

Var.	Poč. parcel	Výsevek (zrn/ m^2) a odrůda*	Výnos zrna (t/ha)	Výnos zrna (%)
1	4	360L	9,684	100
2	4	180H	10,071	104,0
3	4	150H	9,991	103,2
4	4	210H	10,265	106,0
5	4	240H	9,996	103,2

Tab. 5.3 – Výnos zrna u variant s různými výsevků, * L-liniová odrůda, H – hybridní odrůda

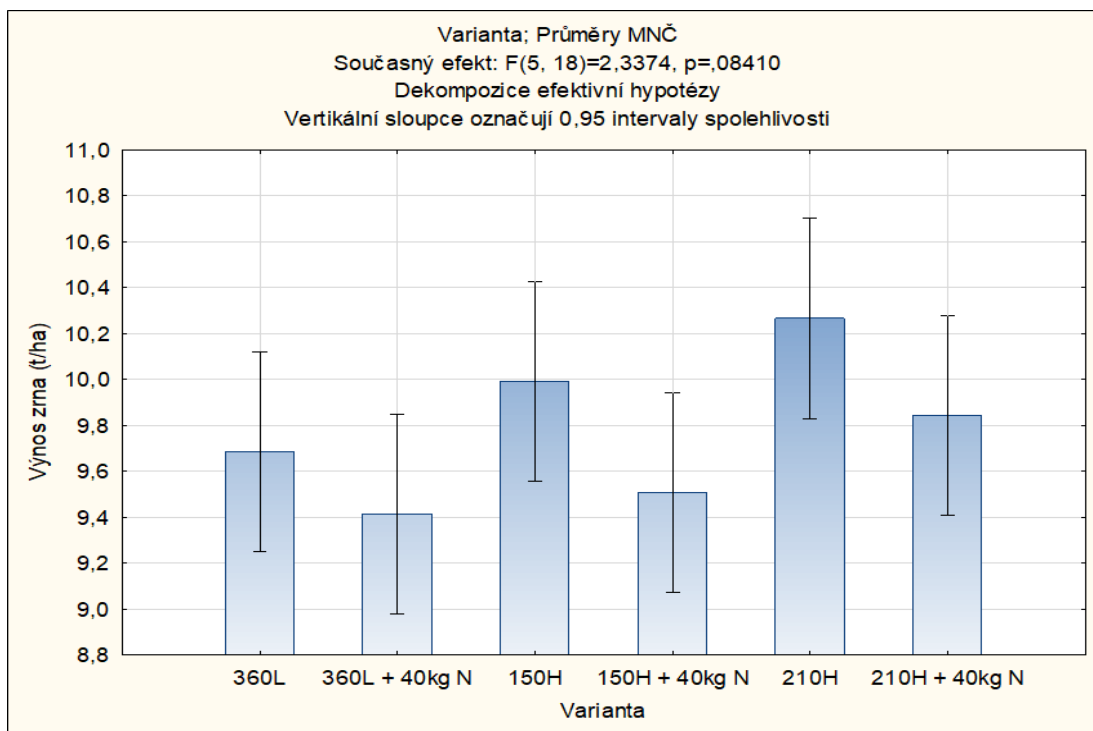


Graf 5.16 – Výnos zrna u varianta s různými výsevky

V tabulce 5.4 a grafu 5.17 jsou uvedeny výsledky sklizně u variant na podzim přihnojených 40kg N/ha a nepřihnojených variant. Z výsledků vyplývá, že podzimní přihnojení mělo negativní vliv na výnos zrna. Varianty, které nebyly na podzim přihnojeny, měly vždy vyšší výnos než varianty přihnojené, bez rozdílu výsevky a odrůdy. Rozdíly nebyly statisticky průkazné.

Var.	Poč. parcelk	Výsevek (zrn/m ²) a odrůda	Výnos zrna (t/ha)	Výnos zrna (%)
1	4	360L	9,684	100
8	4	360L + 40kg N/ha	9,413	97,2
3	4	150H	9,991	103,2
7	4	150H + 40kg N/ha	9,506	98,2
4	4	210H	10,265	106,0
6	4	210H + 40kg N/ha	9,845	101,7
1,3,4	12	H + L	9,980	103,1 (100,0%)
6,7,8	12	H + L + 40kg N/ha	9,588	99 (96,1%)

Tab. 5.4 – Výnosy přihnojených a nepřihnojených variant

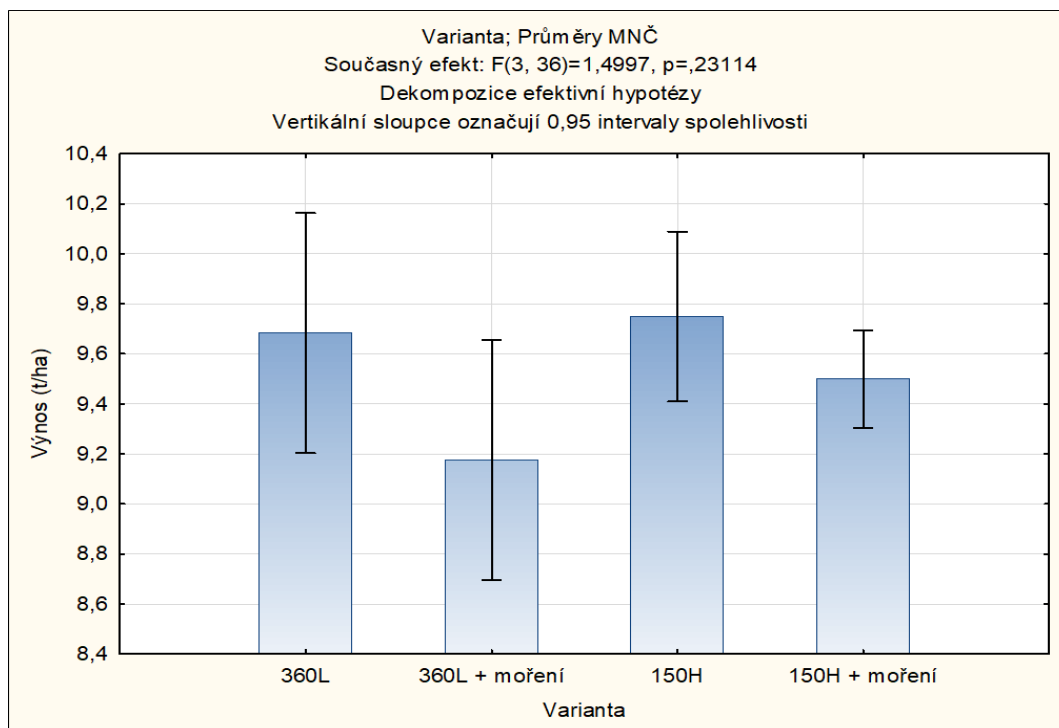


Graf 5.17 – Výnos zrna u variant s podzimním přihnojením a bez

V pokusu byl dále ověřován intenzifikační faktor přimoření osiva (Sunagreen, AG 070, Raykat start). Obě dvě zkoušené odrůdy ozimého ječmene, byly dodatečně namořeny třemi různými stimulačními látkami – viz tab. 4.1. Výnosy takto upravených variant shrnuje tabulka 5.5 a graf 5.18. Podle výsledků přimoření jak liniové, tak hybridní odrůdy nepřineslo navýšení výnosu, ale naopak jeho pokles (o 5,3% u liniové odrůdy a o 2,6% u hybridní odrůdy). Rozdíly však nebyly statisticky průkazné.

Varianta	Počet parcel	Výsevek a odrůda	Výnos zrna (t/ha)	Výnos zrna v %
1.	4	360 L	9,684	100
13.	4	360 L + moření	9,174	94,7
3. a 7.	8	150 H	9,749	100,7
9. -12., 14. -15.	24	150 H + moření	9,498	98,1

Tab. 5.5 – Výnos nemořných a mořných variant

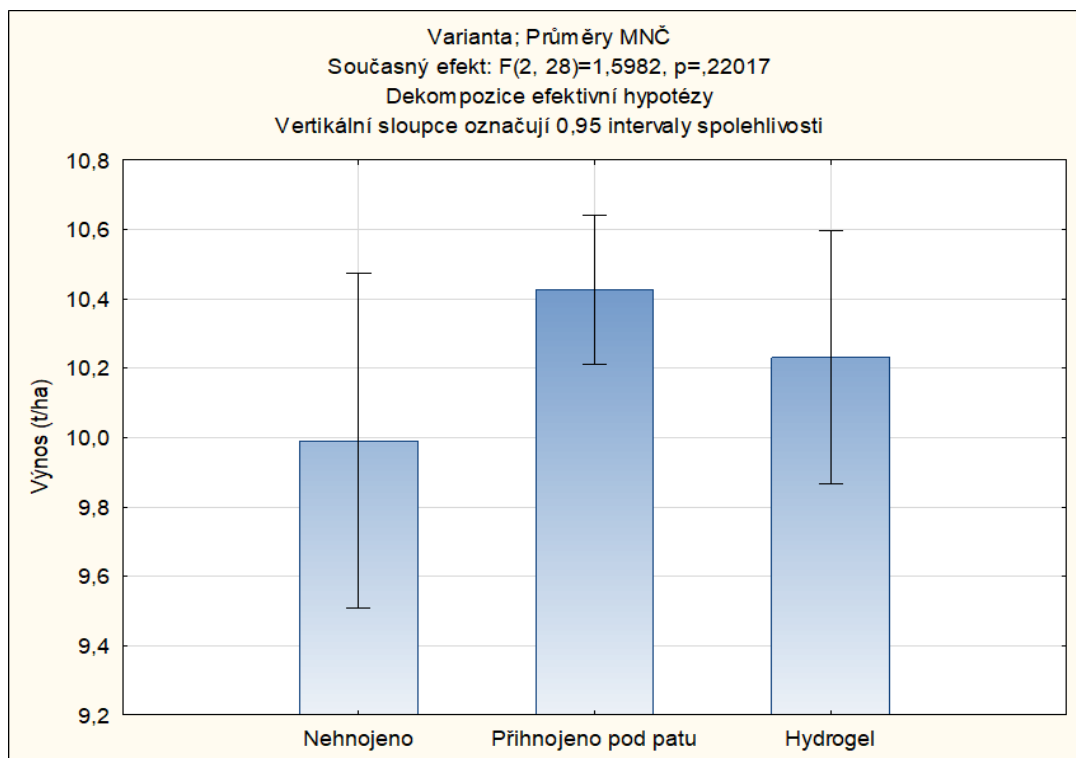


Graf 5.18 - Výnos nemořených a mořených variant

V pokusu bylo také ověřována aplikace hnojiva při setí tzv. pod patu a také použití hydrogelu. Bylo zkoušeno několik druhů hnojiv v různých dávkách – viz tab. 4.1. Dávka N v hnojivech se pohybovala od 7 do 46 kg/ha. Hnojení pod patu i aplikace hydrogelu byla zkoušena pouze na hybridní odrůdě. Výsledky sklizně jsou uvedeny v tabulce 5.6 a grafu 5.19.

Varianta	Počet parcel	Aplikace	Výnos zrna (t/ha)	Výnos zrna v %
3.	4	Nehnojeno	9,991	100
16. -20.	20	7-46 kg N/ha	10,426	104,4
21. -22.	7	Hydrogel + 0-3 kg N/ha	10,234	102,4

Tab. 5.6 – Výnosy variant hnojených pod patu a s použitým hydrogelem



Graf 5.19 – Výnosy variant hnojených pod patu a s použitým hydrogelem

Hnojení pod patu v průměru zvedlo výnos z hektaru o 4,4%. V tabulce 5.7 vidíme dosažené výnosy u jednotlivých hnojiv. Největší efekt mělo použití NPK+Akeo, které zvedlo průměrný výnos o 6,1%. Také ostatní varianty s hnojivem NPK výrazně zvyšovaly výnos – varianta 16. o 5,5% a varianta 18. o 4,8%. Také použití hydrogelu přispělo ke zvýšení výnosu a to o 2,4%. Rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné.

Varianta	Počet parcelek	Aplikace	Výnos zrna (t/ha)	Výnos zrna v %
3.	4	Nehnojeno	9,991	100
16.	4	200 kg/ha NPK - 7, 20, 30	10,542	105,5
17.	4	100 kg/ha NPK - 7, 20, 30 + Akeo - 100 kg/ha	10,602	106,1
18.	4	100kg/ha NPK - 7, 20, 30 + Black Pearl - 100 kg/ha	10,468	104,8
19.	4	Black Pearl - 100 kg/ha	10,247	102,6
20.	4	Močovina - 100 kg/ha	10,273	102,8

Tab. 5.7 – Výnosy podle jednotlivých hnojiv

5.1.4 Ekonomické zhodnocení

Následující tabulky přináší ekonomické zhodnocení ročníku 2016/17. Pro vyhodnocení byly použity následující údaje:

- Výkupní cena krmného ječmene 1/2020: 3 500,- Kč/t
- Cena osiva liniová odrůda: 9 500,- Kč/t
- Cena osiva hybridní odrůdy: 27 900,- Kč/t
- Cena hnojiva NPK 7-20-30: 8 550,- Kč/t
- Cena hnojiva akeO: 12 416,- Kč/t
- Cena hnojiva Black Pearl: 25 560,- Kč/t
- Cena močoviny: 9950,- Kč/t

Zdroj: Agronormativy, Fertistav, Fytoz Czech ceník 2020, Ceník Agrofertu 2019

V tabulce 5.8 vidíme vyhodnocení variant s rozdílnými výsevků z roku 2017.

Varianta	Počet zrn	Výsevek	Cena osiva	Výnos	Rozdíl v zisku	Zisk/ztráta
	(MKS/ha)	(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	%
1	3,6	180	1 710 Kč	9,68	0 Kč	100,0
2	1,8	90	2 511 Kč	10,07	556 Kč	101,7
3	1,5	75	2 093 Kč	9,99	695 Kč	102,2
4	2,1	105	2 930 Kč	10,26	815 Kč	102,5
5	2,4	120	3 348 Kč	10,00	-543 Kč	98,3

Tab. 5.8 – Ekonomické vyhodnocení rozdílných výsevků 2016/17

V další tabulce 5.9 je vyhodnocen vliv podpatového hnojení z roku 2017. Oproti nehnojené kontrole, dosáhly zisku pouze varianty 16. a 17., ale u varianty 17 je zisk zanedbatelný. Aplikace hnojiva Black Pearl sice přineslo navýšení výnosu oproti nehnojené variantě, avšak navýšení nebylo dostatečné, aby pokrylo dodatečné náklady na toto poměrně drahé hnojivo. Močovina dosáhla navýšení výnosu, které tak akorát pokrylo její dodatečné náklady, ale zisku jsme u této varianty nedosáhli.

Varianta	Hnojivo	Dávka	Cena hnojiva	Výnos	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
		(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	%
3.	X	x	X	9,99	0 Kč	100,0
16.	NPK 7-20-30	200	1 710 Kč	10,54	219 Kč	100,6
17.	NPK + Akeo	100+100	2 097 Kč	10,60	41 Kč	100,1
18.	NPK + Black Pearl	100+100	3 411 Kč	10,47	-1 741 Kč	95,0
19.	Black Pearl	100	2 556 Kč	10,25	-1 662 Kč	95,2
20.	Močovina	100	995 Kč	10,27	-9 Kč	100,0

Tab. 5.9 – Ekonomické vyhodnocení použití podpatového hnojiva 2016/17

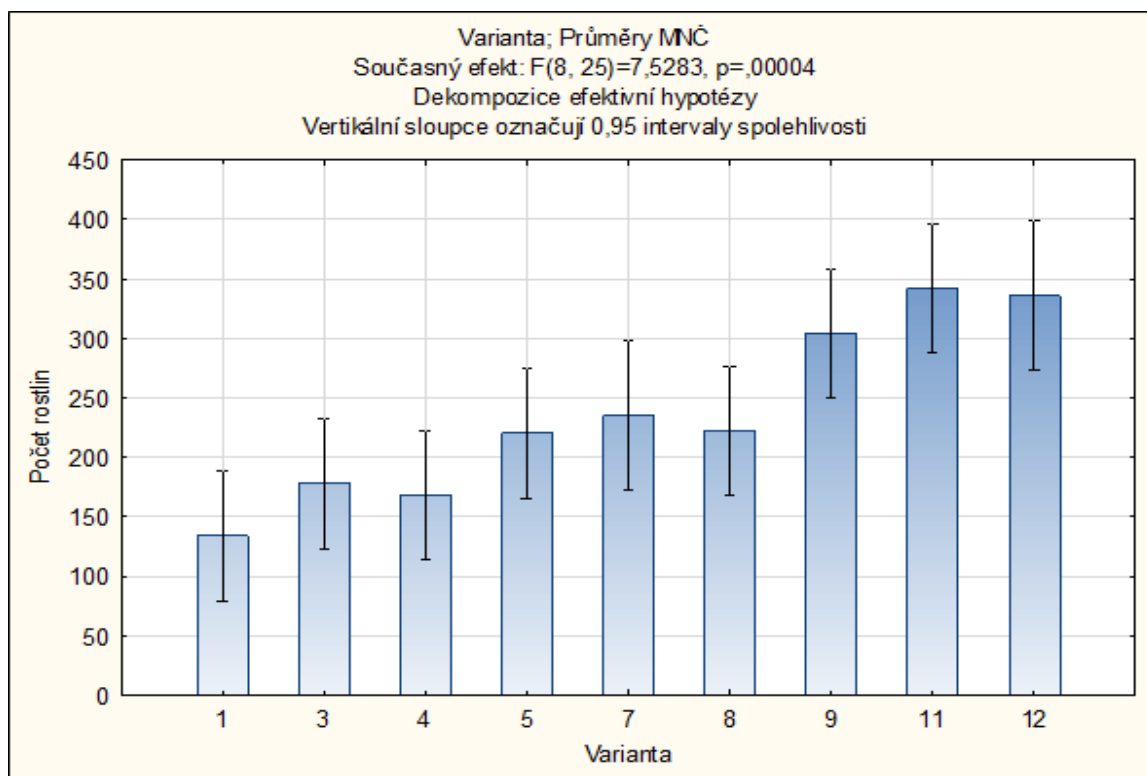
5.2 Ročník 2018/2019

5.2.1 Jarní hodnocení

Odběr vzorků proběhl dne 19. 4. 2018, způsob odběru byl stejný jako předchozí rok, stejné byly i sledované znaky. Varianty č. 2, 6, a 10 (140kg N na jaře) nebyly hodnoceny, protože v době odběru vzorků ještě nebyla aplikována dávka hnojiva navíc. Přehled výsledků sledovaných znaků můžeme vidět v tabulce 5.10 – červeně jsou označeny nejlepší varianty, zeleně druhé nejlepší.

Varianta	Počet rostlin m ²	Hmotnost (g/m ²)			Počet odnoží 1 rostl.	Hmotnost (g)		
		Celá rostlina	Listy	Kořeny		1 rostliny	listů 1 rostliny	kořenů 1 rostliny
1.	134	2928,0	2208,2	454,6	10,8	22,07	16,62	3,43
3.	178	2802,2	2315,0	443,0	9,0	15,92	13,14	2,52
4.	168	2963,8	2414,0	469,0	9,9	17,98	14,61	2,87
5.	220	3674,0	3007,4	551,4	9,8	16,78	13,73	2,51
7.	235	3630,1	3077,9	499,7	8,7	15,64	13,25	2,16
8.	222	3715,2	3125,6	523,0	9,2	16,75	14,08	2,36
9.	304	3455,8	2872,2	503,4	5,8	12,62	10,52	1,82
11.	342	3414,6	2804,4	514,6	6,1	10,51	8,67	1,57
12.	336	3188,8	2690,1	446,7	5,9	9,52	8,03	1,34

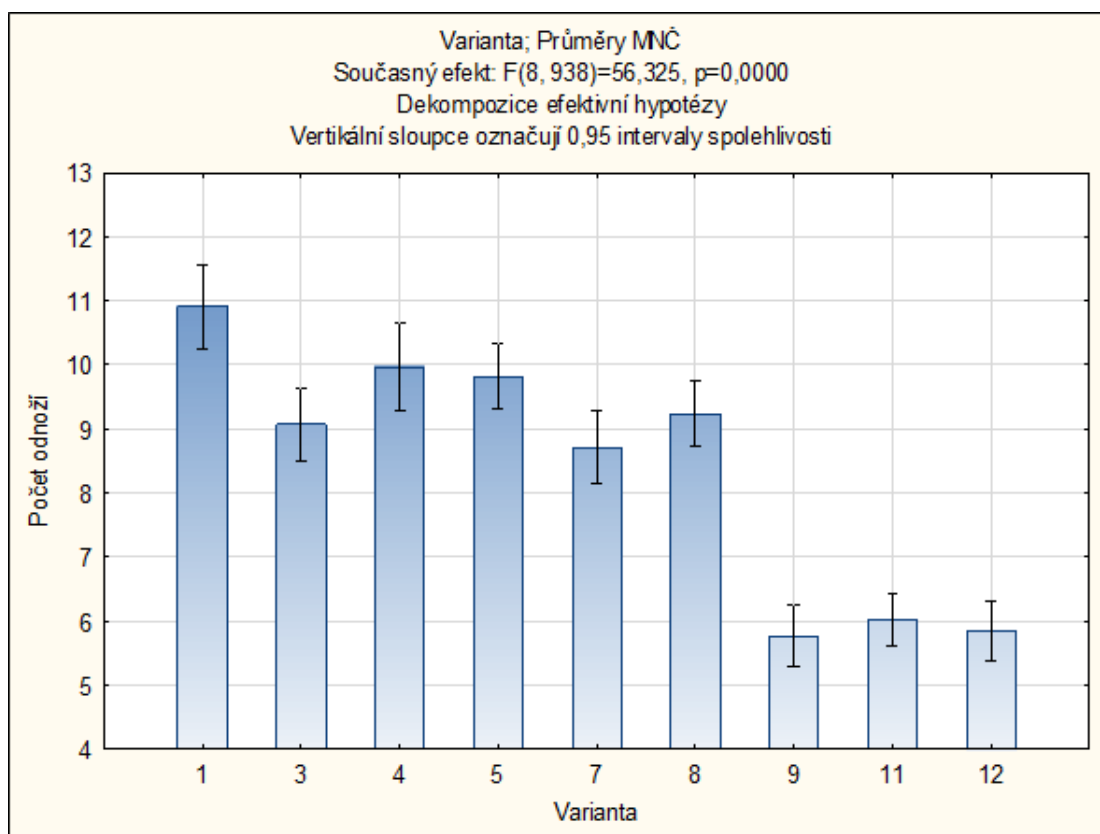
Tab. 5.10 – Výsledky jarních odběrů



Graf 5.20 – Počet rostlin na m²

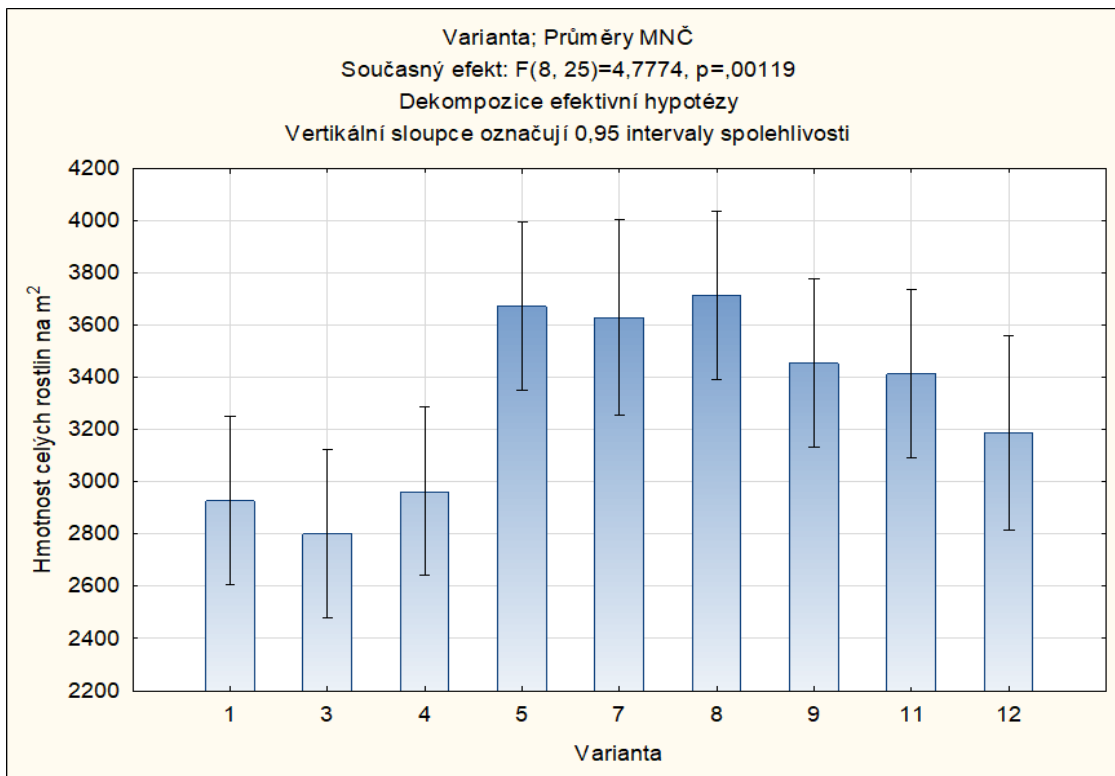
V grafu 5.20 vidíme počty rostlin na m². Statistický rozdíl je mezi hybridní odrůdou Baracooda (varianty 1,2 a 4) a liniovou Pepa (varianty 9,11 a 12). Přesto, že byl pokus zaset přesným pokusnickým secím strojem, varianty 5,7 a 8 vykazují vyšší počet rostlin, než byl výsev (200 zrn/m²).

V počtech odnoží hybridní odrůdy (var. 1-8) jasně převyšovaly liniovou odrůdu (var. 9-12). Rozdíly v počtu odnoží byly statisticky průkazné u všech variant s hybridní odrůdou, oproti variantám s liniovou odrůdou (graf 5.21). Nejvyšší počet odnoží byl zaznamenán u varianty číslo 1. Ta statisticky významným rozdílem překonala i některé další varianty s hybridní odrůdou.

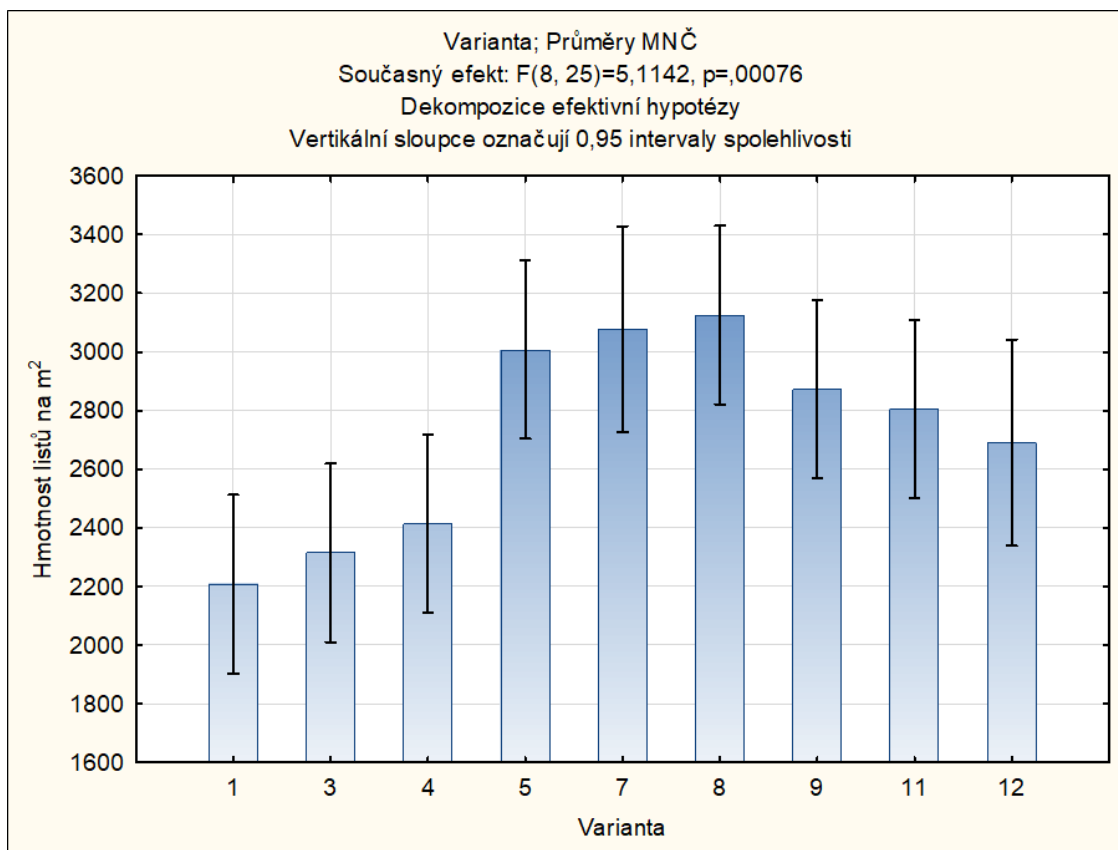


Graf 5.21 – Počet odnoží

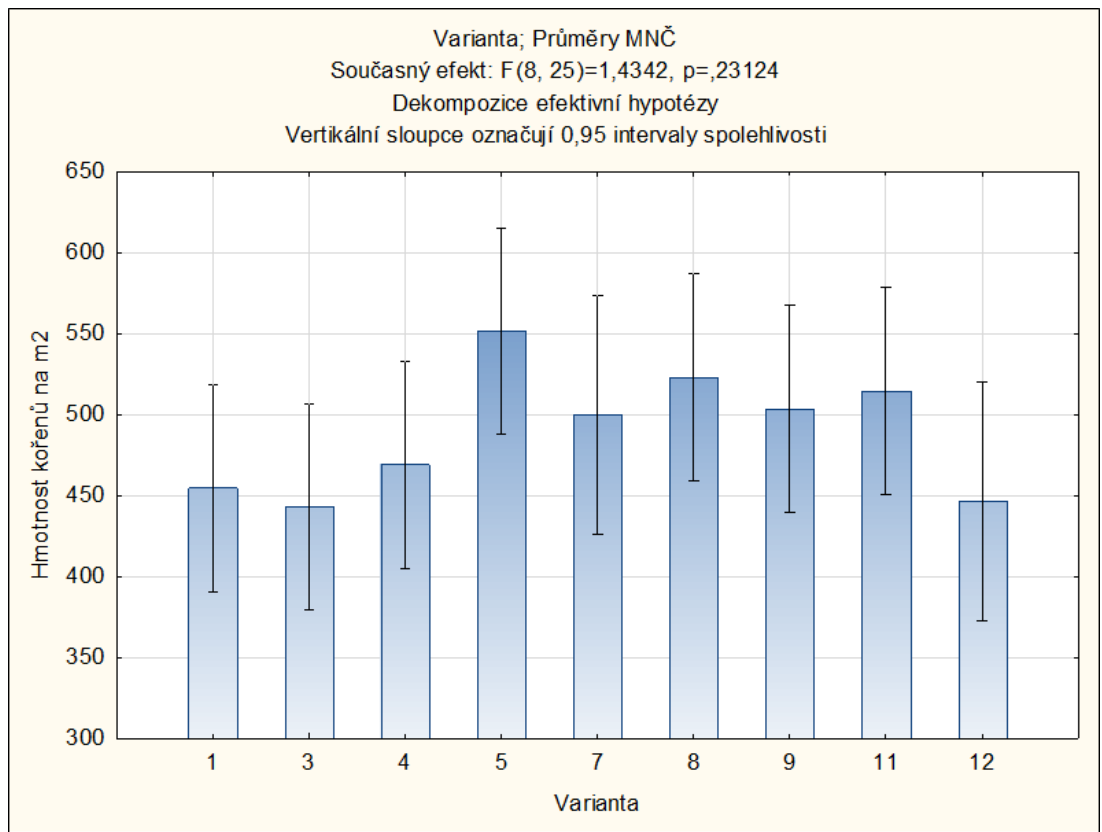
Grafy 5.22 – 5.24 zobrazují navážené hmotnosti celých rostlin, nadzemní biomasy a kořenů jednotlivých variant vztážené na jednotku plochy (m²). Nejvyšších hodnot, ve všech třech sledovaných znacích, dosáhly varianty 5 – 8, tedy hybridní odrůda Toreroo. V případě celkové hmotnosti a hmotnosti nadzemní biomasy v některých případech dokonce statisticky překonala druhou hybridní odrůdu Baracooda (var. 1-4), a to zejména díky vyššímu počtu rostlin na m². Také liniová odrůda Pepa (var. 9 – 12) překonala ve hmotnosti celých rostlin a nadzemní biomasy odrůdu Baracooda, avšak rozdíly nebyly statisticky významné.



Graf 5.22 – Hmotnost celých rostlin na m²



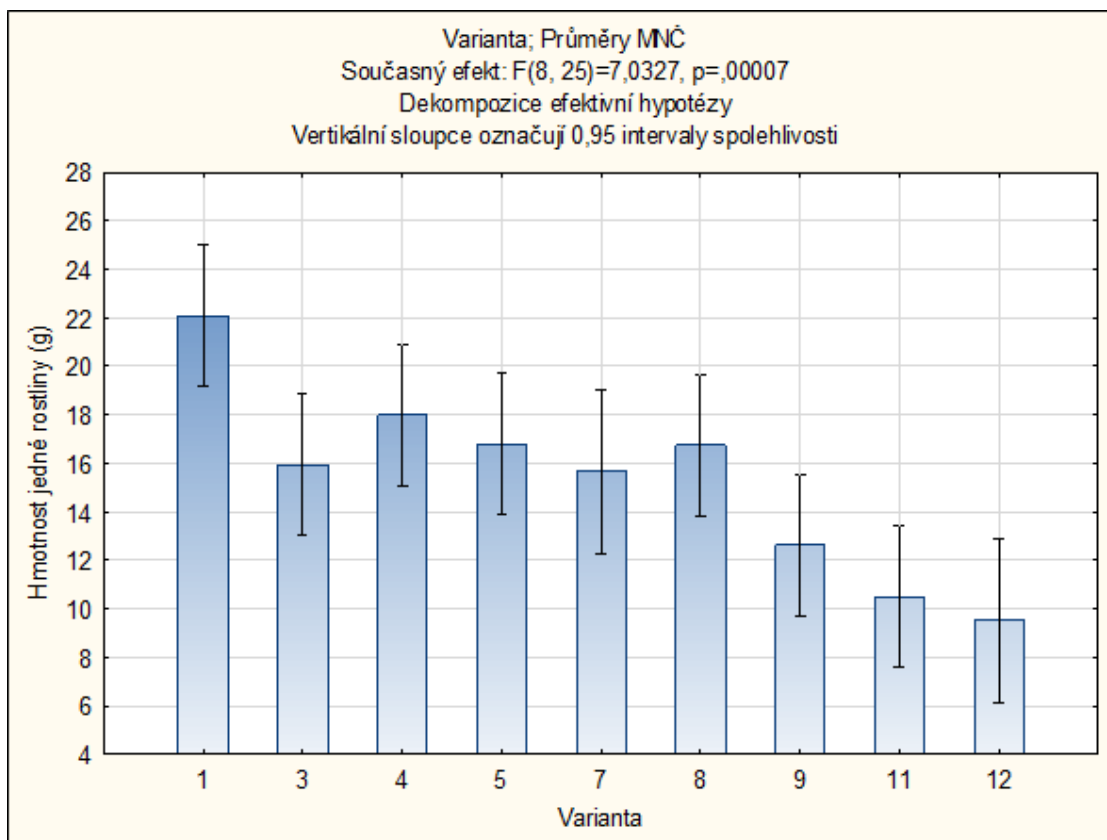
Graf 5.23 – Hmotnost nadzemní biomasy na m²



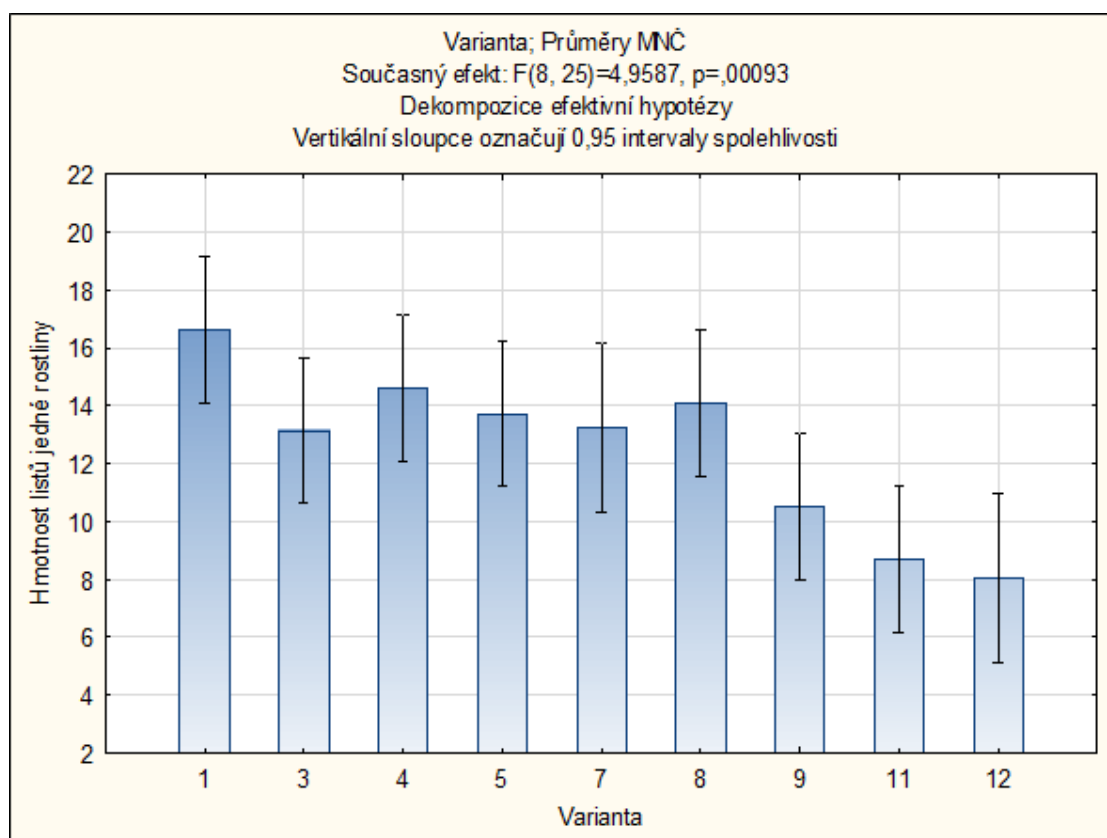
Graf 5.24 – Hmotnost kořenů na m²

Zatímco v hmotnosti rostlin na m² nejnižších hodnot dosahovala odrůda Baracooda, v případě hmotností přepočtených na 1 rostlinu tato odrůda naopak dosahovala výsledků nejvyšších. Hmotnosti celých rostlin, nadzemní biomasy a kořenů přepočtené na 1 rostlinu ukazují grafy 5.25 – 5.27.

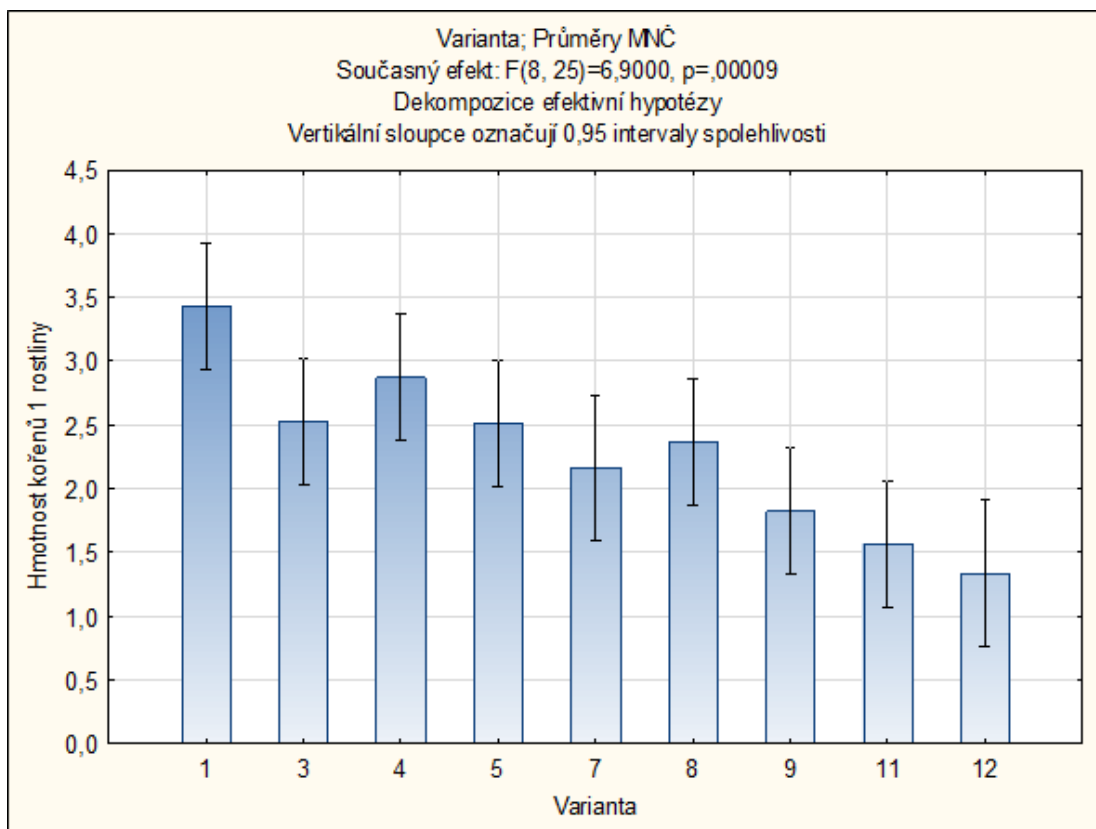
Ve všech sledovaných znacích hybridní odrůdy převyšovaly ty liniové. Absolutně nejlepších výsledků dosáhla varianta č. 1. Ta byla statisticky lepší oproti liniové odrůdě (var. 9-12) ve všech sledovaných znacích. Také varianta č. 4 statisticky významně překonala liniovou odrůdu ve všech znacích. Mezi hybridními odrůdami byl významný rozdíl pouze u hmotnosti kořenů, kde varianta 1 statisticky významně převýšila variantu č. 7.



Graf 5.25 – Čerstvá hmotnost 1 celé rostliny



Graf 5.26 – Čerstvá hmotnost nadzemní hmoty 1 rostliny



Graf 5.27 – Čerstvá hmotnost kořenů 1 rostliny

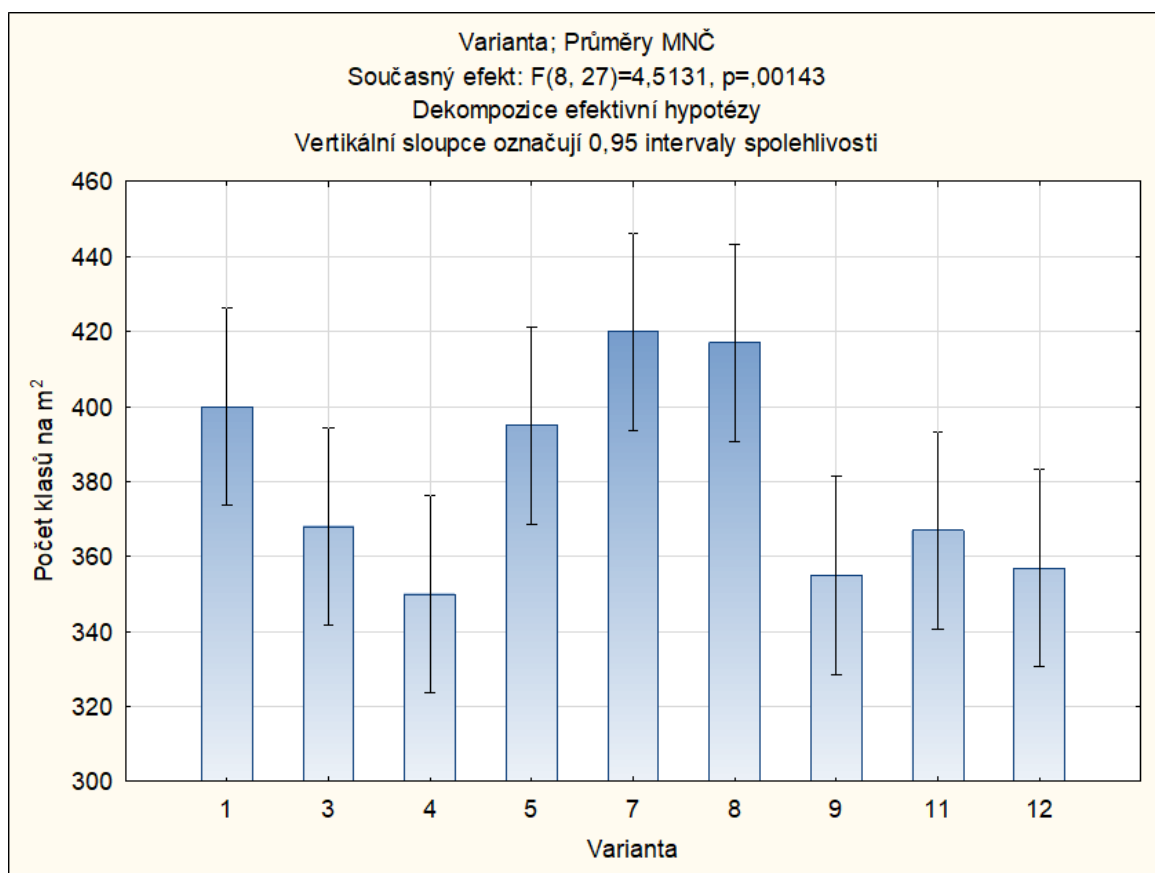
5.2.2 Před sklizňové hodnocení

Před sklizňové hodnocení proběhlo dne 28. 6. 2018. Naměřené hodnoty uvádí tabulka 5.11, v ní jsou červeně vyznačeny nejlepší hodnoty a zeleně jsou označeny druhé nejlepší.

Varianta	Počet klasů (m2)	Počet slabých klasů (m2)	Počet zrn v klasu	Délka 20 klasů (cm)	Hmotnost 20 klasů (g)	Výška rostlin bez osin (cm)
1.	400,0	21,0	47,3	137,3	61,9	70,5
3.	368,0	16,0	46,3	138,8	59,6	74,5
4.	350,0	16,0	46,5	138,5	60,3	71,8
5.	395,0	13,0	39,9	129,8	47,1	72,0
7.	420,0	13,0	41,4	134,8	47,9	72,0
8.	417,0	21,0	41,7	138,0	49,1	67,8
9.	355,0	13,0	43,6	131,0	44,4	73,8
11.	367,0	12,0	42,8	130,8	45,4	72,3
12.	357,0	13,0	44,5	133,8	45,7	71,8
13.	412,0	12,0	48,9	143,0	61,3	76,3

Tab. 5.11 – Před sklizňové hodnocení

Nejvyšší počet klasů na m² byl zaznamenán u varianty č. 7. V grafu 5.28 vidíme, že počet klasů u var. 7 byl statisticky významný oproti variantám 9 a 12 (liniová odrůda Pepa), a také oproti variantě č. 4 (hybridní varianta Baracooda).

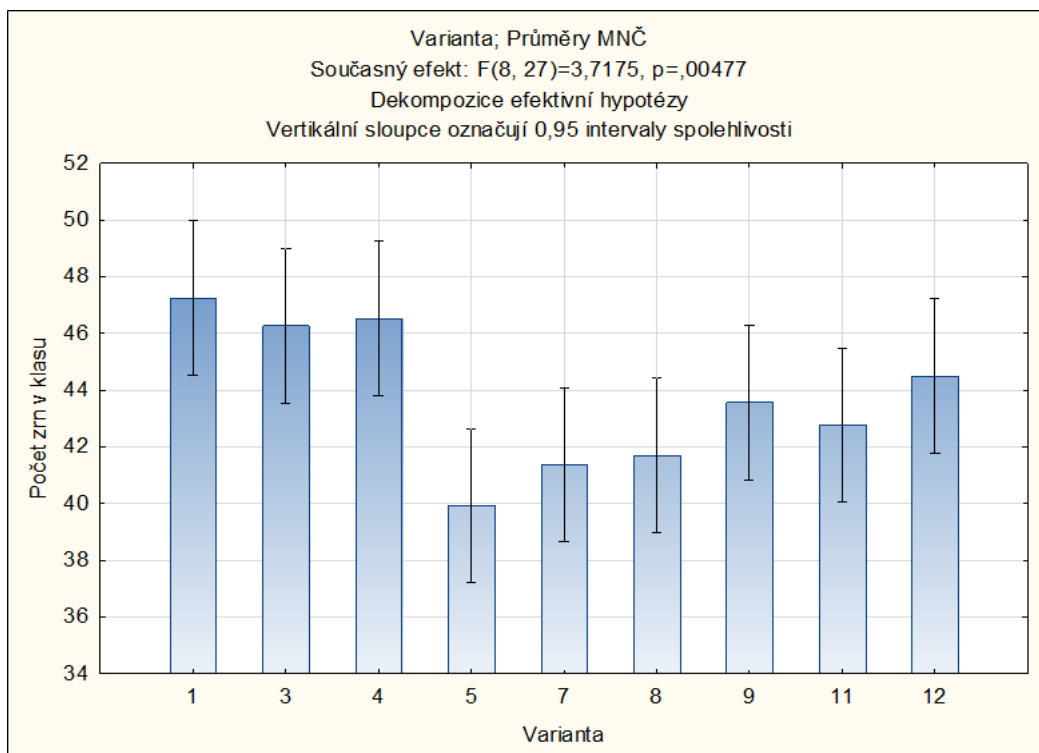


Graf 5.28 – Počet klasů na m²

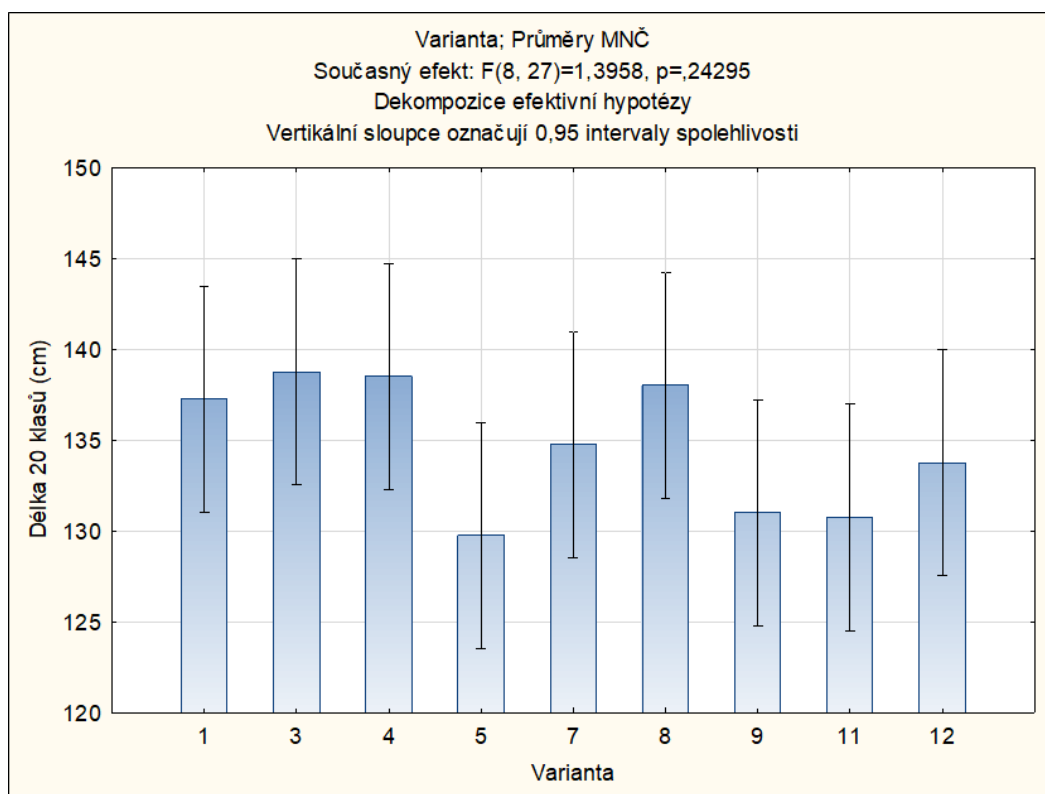
V grafech 5.29 – 5.31 vidíme údaje týkající se klasů. Byl sledován počet zrn v klasu, délka 20 klasů a hmotnost 20 klasů. Ve všech těchto kategoriích dosáhla nejlepších výsledků hybridní odrůda Baracooda (var. 1-4). Naproti tomu druhá sledovaná hybridní odrůda Toreroo (var. 5 – 8) měla nejmenší počet zrn a dokonce byla překonána i liniovou odrůdou Pepa. Statisticky významný rozdíl by zjištěn mezi variantou 5 a variantami 1,3 a 4.

V délce 20 klasů nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly. Nejdelší klasy měla varianta č. 3 a naopak nejkratší klasy měla varianta č. 5.

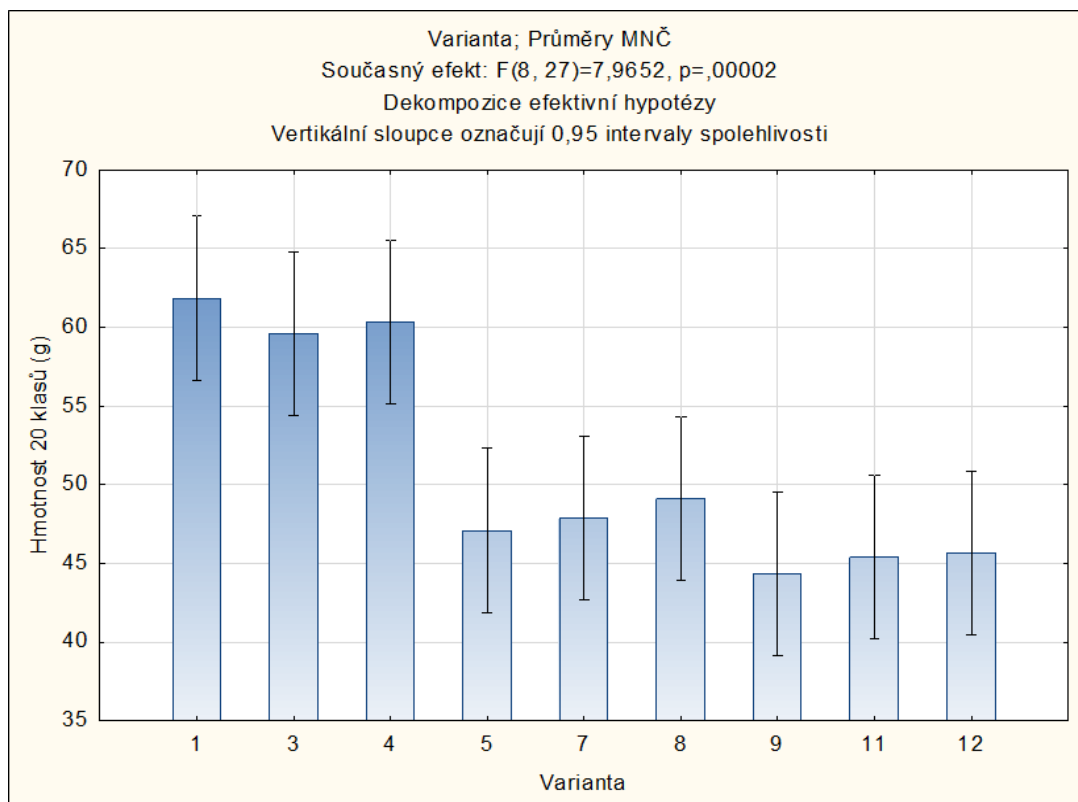
Zdaleka nejtěžších klasů dosáhla odrůda Baracooda. Varianta 1 byla statisticky těžší oproti jiným odrůdám (var. 5 – 12). Mezi odrůdami Toreroo a Pepa nebyl statisticky průkazný rozdíl.



Graf 5.29 – Počet zrn v klase

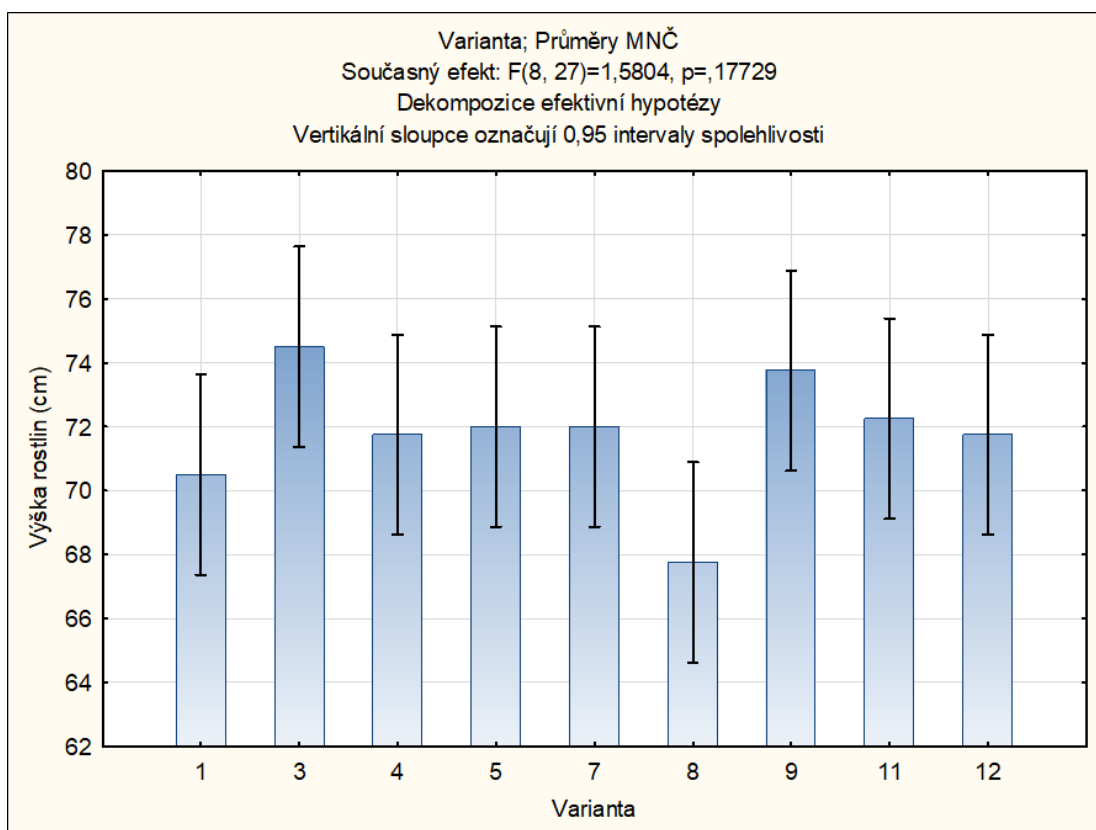


Graf 5.30 – Délka 20 klasů



Graf 5.31 – Hmotnost 20 klasů

Ve výškách rostlin nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl. Nejvyšší rostliny měla varianta č. 3 a naopak nejnižší byla varianta č. 5.



Graf 5.32 – Výška rostlin bez osin

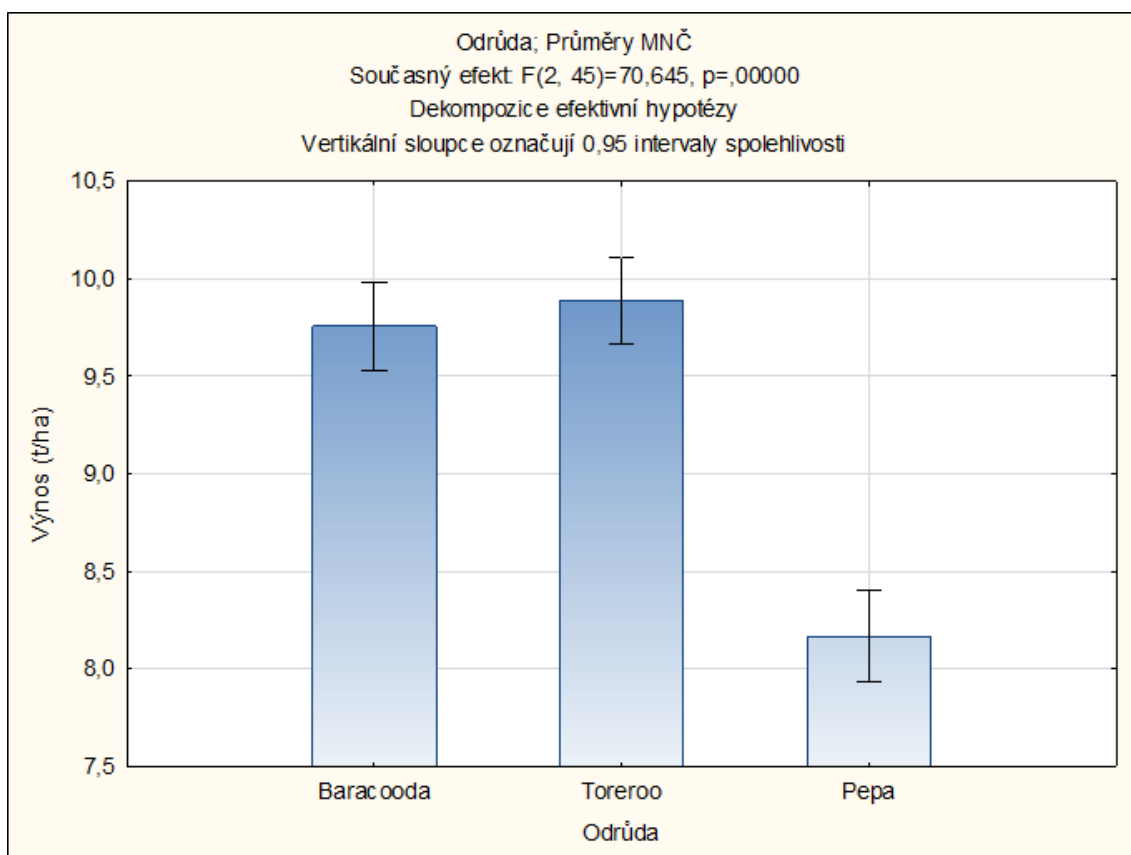
5.2.3 Sklizeň

Sklizeň proběhla dne 5. 7. 2018 pomocí pokusnického kombajnu Wintersteiger classic. Výsledky sklizně najdeme v tabulkách 5.12 – 5.14.

Porovnání výnosů podle jednotlivých odrůd ukazuje tabulka 5.12 a graf 5.33. Nejlépe ze zkoušených variant dopadla hybridní odrůda Toreroo a druhá skončila odrůda Baracooda. Obě hybridní odrůdy překonaly ve výnosu zrna kontrolní liniíovou odrůdu Pepa o přibližně 20%. Rozdíl ve výnosech mezi hybridními odrůdami nebyl statisticky průkazný, ale byl průkazný mezi liniíovou odrůdou a oběma hybridními odrůdami.

Varianta	Počet parcelk	Odrůda	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
1 - 4	16	Baracooda	9,76	119,4
5 - 8	16	Toreroo	9,99	122,3
9 - 12	16	Pepa	8,17	100,0

Tab. 5.12 – Výnosy jednotlivých odrůd

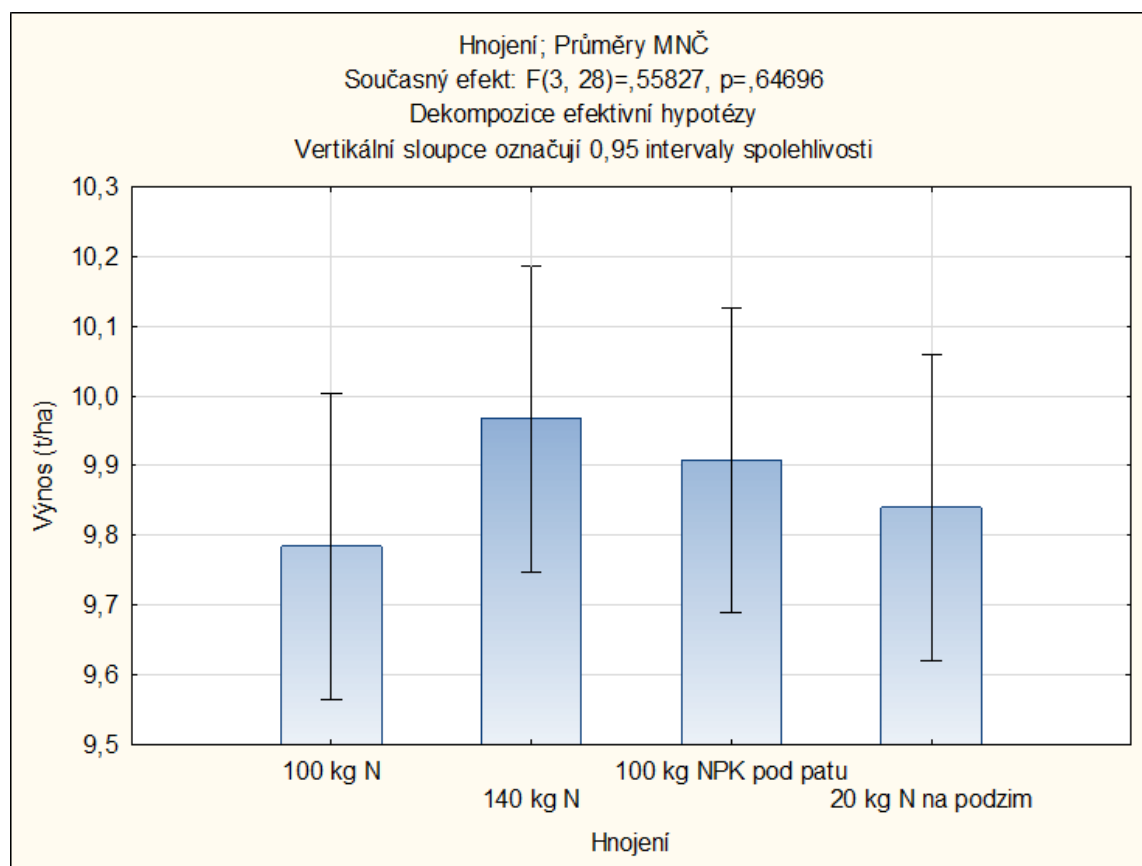


Graf 5.33 - Výnosy jednotlivých odrůd

V porovnání jednotlivých systémů výživy u hybridních odrůd dosáhla nejvyššího průměrného výnosu varianta s přihnojením 140 kg N na jaře. Na druhém místě s Velmi podobným výnosem dopadla varianta s přihnojením 100 kg NPK pod patu při setí. Varianta s přihnojením 20 kg N na podzim, nepřinesla oproti kontrolní variantě, téměř žádný nárůst výnosu. Všechny výsledky přehledně zobrazuje tabulka 5.13 a graf 5. 34.

Varianty	Počet parcel	Odrůda	Hnojení			Výnos (t/ha)	Výnos (%)
			Pod patu	Podzim	Jaro		
1, 5	8	Toreroo + Baracooda	x	x	100 kg N	9,78	100,0
2, 6	8	Toreroo + Baracooda	x	x	140 kg N	9,97	101,9
3, 7	8	Toreroo + Baracooda	100 kg NPK	x	100 kg N	9,91	101,3
4, 8	8	Toreroo + Baracooda	x	20 kg N	100 kg N	9,84	100,6

Tab. 5.13 – Výnosy podle hnojení u hybridních odrůd

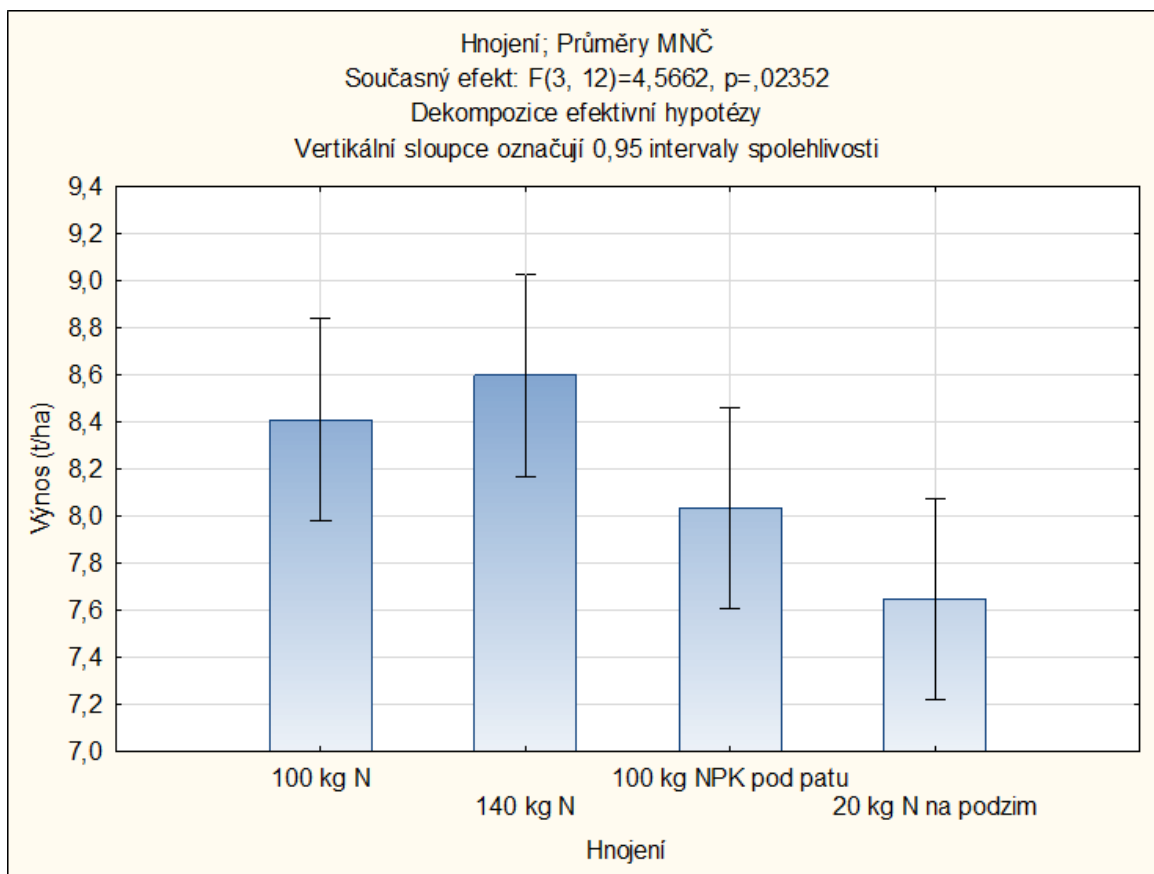


Graf 5.33 - Výnosy podle hnojení u hybridních odrůd

Tabulka 5.14 ukazuje rozdíly ve výnosech v závislosti na použitém hnojení u liniové odrůdy Pepa. Podobně jako u hybridů bylo dosaženo nejvyššího výnosu u varianty hnojené 140 kg N v jarním období, avšak na rozdíl od hybridních odrůd, přihnojení jak pod patu při setí tak na podzim, se ukázalo jako kontraproduktivní, neboť výnos oproti kontrole naopak snížilo. Varianta s přihnojením 20 kg N na podzim byla oproti nejlepší variantě s 140 kg N statisticky rozdílná, jak ukazuje graf 5.34.

Varianty	Počet parcelék	Odrůda	Hnojení			Výnos (t/ha)	Výnos (%)
			Pod patu	Podzim	Jaro		
9	4	Pepa	x	x	100 kg N	8,41	100,0
10	4	Pepa	x	x	140 kg N	8,60	102,2
11	4	Pepa	100 kg NPK	x	100 kg N	8,03	95,5
12	4	Pepa	x	20 kg N	100 kg N	7,65	90,9

Tab. 5.14 – Výnosy podle hnojení u liniové odrůdy



Graf 5.34 - Výnosy podle hnojení u liniové odrůdy

5.2.4 Ekonomické zhodnocení

Následující tabulky přináší ekonomické zhodnocení ročníku 2017/18. Pro vyhodnocení byly použity následující údaje:

- Výkupní ceny krmný ječmen 1/2020: 3 500,- Kč/t
- Cena osiva liniová odrůda: 9 500,- Kč/t
- Cena osiva hybridní odrůdy: 27 900,- Kč/t
- Cena hnojiva LAD 27: 5 500,- Kč/t
- Cena hnojiva NPK 15-15-15: 9800,- Kč/t

Zdroj: Agronormativy, Ceník Agrofertu 2019

Odrůda	Počet zrn	Výsevek	Cena osiva	Výnos	Tržba	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
	(MKS/ha)	(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
Pepa	3,6	180	1 710 Kč	8,17	28 595 Kč	0 Kč	100
Baracooda	2	100	2 790 Kč	9,76	34 160 Kč	4 473 Kč	116,6
Toreroo	2	100	2 790 Kč	9,99	34 965 Kč	5 290 Kč	119,7

Tab. 5.15 – Ekonomické vyhodnocení odrůd pokusu

Hnojivo	Dávka	Cena hnojiva	Výnos	Tržba	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
	(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
LAD	370	2 035 Kč	9,33	32 639 Kč	0 Kč	100,0
LAD	518	2 849 Kč	9,51	33 287 Kč	-166 Kč	99,5
NPK+LAD	100+370	3 015 Kč	9,28	32 492 Kč	-1 127 Kč	96,3
LAD na podzim	440	2 420 Kč	9,11	31 880 Kč	-1 144 Kč	96,3

Tab. 5.16 – Ekonomické vyhodnocení variant hnojení

Var.	Odrůda	Počet zrn	Cena osiva	Cena hnojiva	Výnos	Zisk (Tržba - cena osiva a hnojiva)	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
		(MKS/ha)	Kč/ha	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
1	Baracooda	2	2 790 Kč	2 035 Kč	9,65	28 966 Kč	0 Kč	100,0
2	Baracooda	2	2 790 Kč	2 849 Kč	9,80	28 668 Kč	-298 Kč	99,0
3	Baracooda	2	2 790 Kč	3 015 Kč	9,80	28 480 Kč	-486 Kč	98,3
4	Baracooda	2	2 790 Kč	2 420 Kč	9,78	29 019 Kč	53 Kč	100,2
5	Toreroo	2	2 790 Kč	2 035 Kč	9,91	29 872 Kč	0 Kč	100,0
6	Toreroo	2	2 790 Kč	2 849 Kč	10,13	29 824 Kč	-48 Kč	99,8
7	Toreroo	2	2 790 Kč	3 015 Kč	10,02	29 268 Kč	-604 Kč	98,0
8	Toreroo	2	2 790 Kč	2 420 Kč	9,90	29 439 Kč	-433 Kč	98,6
9	Pepa	3,6	1 710 Kč	2 035 Kč	8,41	25 684 Kč	0 Kč	100,0
10	Pepa	3,6	1 710 Kč	2 849 Kč	8,60	25 532 Kč	-152 Kč	99,4
11	Pepa	3,6	1 710 Kč	3 015 Kč	8,03	23 393 Kč	-2 291 Kč	91,1
12	Pepa	3,6	1 710 Kč	2 420 Kč	7,65	22 632 Kč	-3 052 Kč	88,1

Tab. 5.17 – Ekonomické vyhodnocení všech variant ročníku 2017/18

Z vyhodnocení v tabulkách 5.15 – 5.17 vyplývá, že nejvyšších hektarových zisků dosáhla odrůda Toreroo. Dále se ukázalo, že žádné dodatečné hnojení (vyšší dávky N na jaře, NPK pod patu, N na podzim) nepřineslo žádný finanční profit. Navíc u variant s podzimní aplikací N (var. 4, 8 a 12) není započítána cena aplikace hnojiva, která v těchto variantách musela být provedena navíc.

5.3 Ročník 2018/19

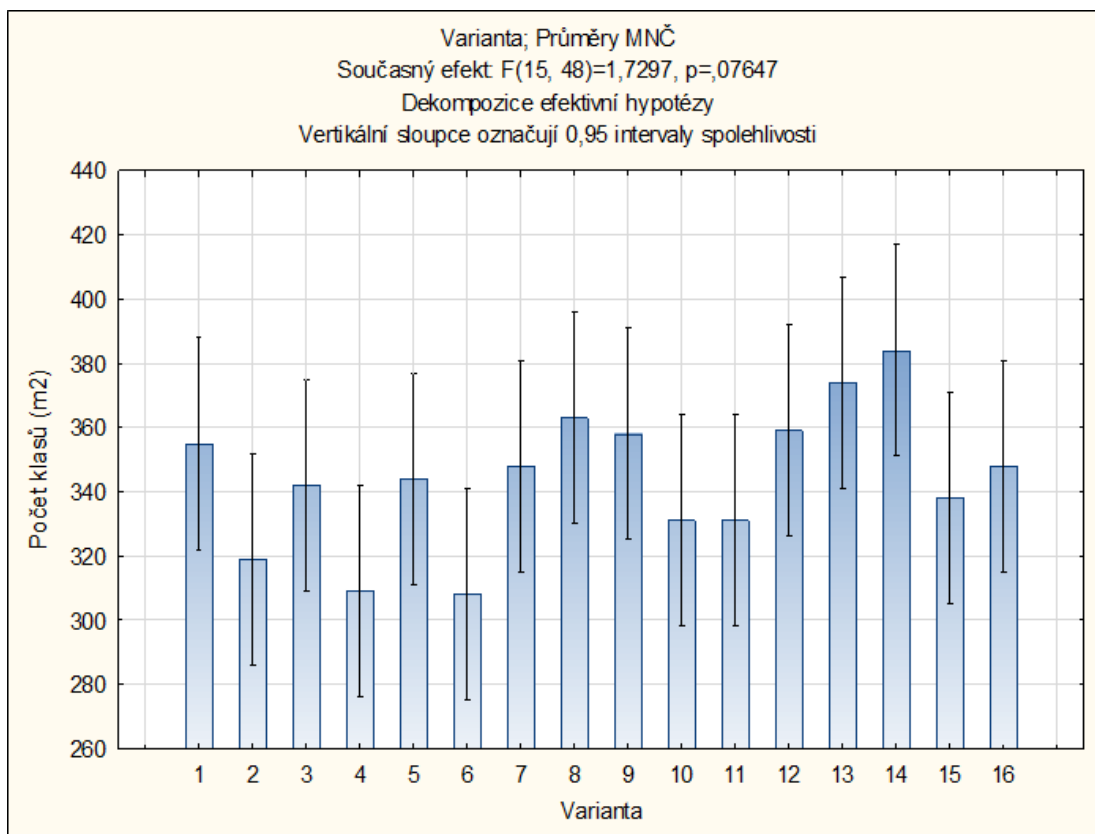
5.3.1 Před sklizňové hodnocení

Naměřené hodnoty před sklizňového hodnocení z ročníku 2018/19 uvádí tabulka 5.18. Červeně jsou zvýrazněny nejlepší hodnoty, zeleně druhé nejlepší.

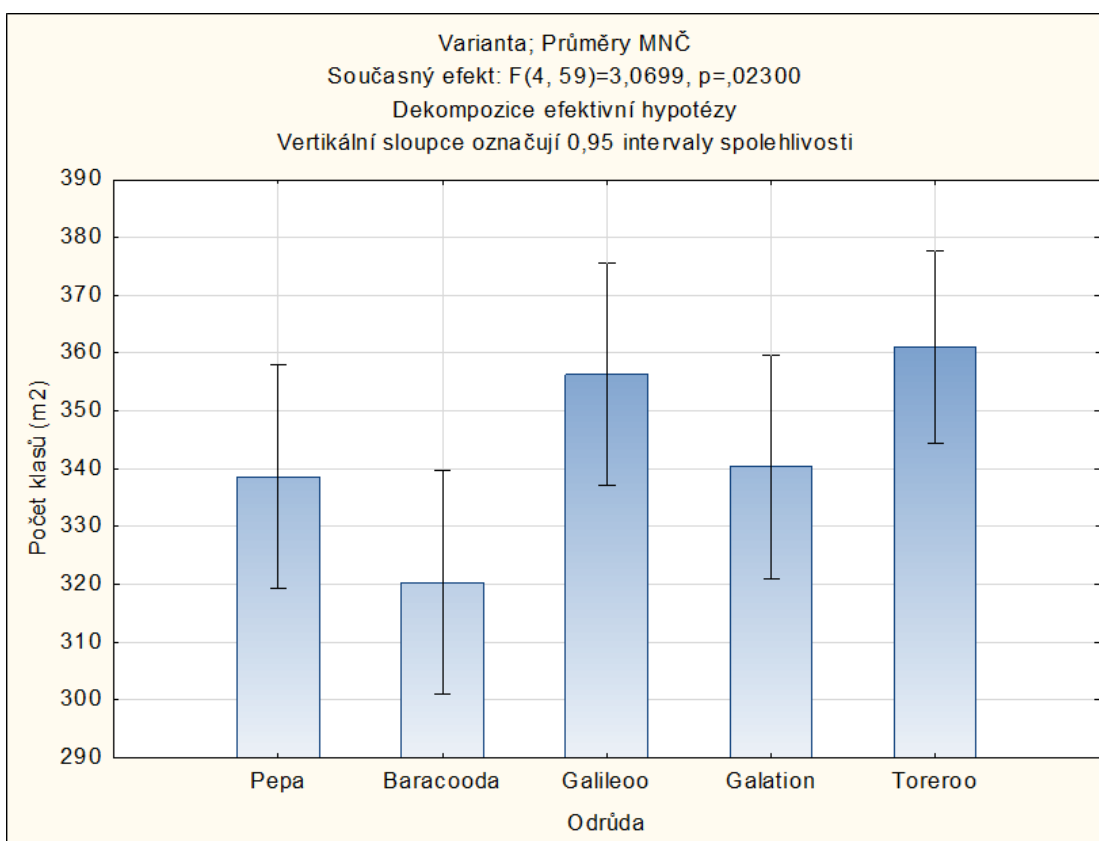
Varianta	Počet klasů (m ²)	Počet malých klasů (m ²)	Výška porostu (cm)	Hmotnost 10 klasů (g)	Délka 10 klasů (cm)	Počet zrn v klasu
1	355	34	92,3	23,0	58,3	50,4
2	319	35	91,8	23,3	56,3	52,0
3	342	29	90,0	24,3	55,7	50,0
4	309	26	96,3	28,7	61,8	53,6
5	344	34	99,8	26,7	63,0	53,2
6	308	30	96,0	27,3	63,5	55,0
7	348	22	97,0	28,3	66,5	54,8
8	363	23	98,8	23,7	60,0	50,4
9	358	19	97,0	25,3	59,0	50,0
10	331	37	82,5	23,3	63,0	54,6
11	331	29	82,5	25,7	66,3	55,2
12	359	28	82,3	26,0	67,7	56,8
13	374	37	92,3	22,3	56,5	45,0
14	384	35	92,3	24,7	63,3	49,4
15	338	21	92,5	23,3	59,8	45,4
16	348	37	92,8	24,7	60,3	49,0

Tab. 5.18 – Před sklizňové hodnocení

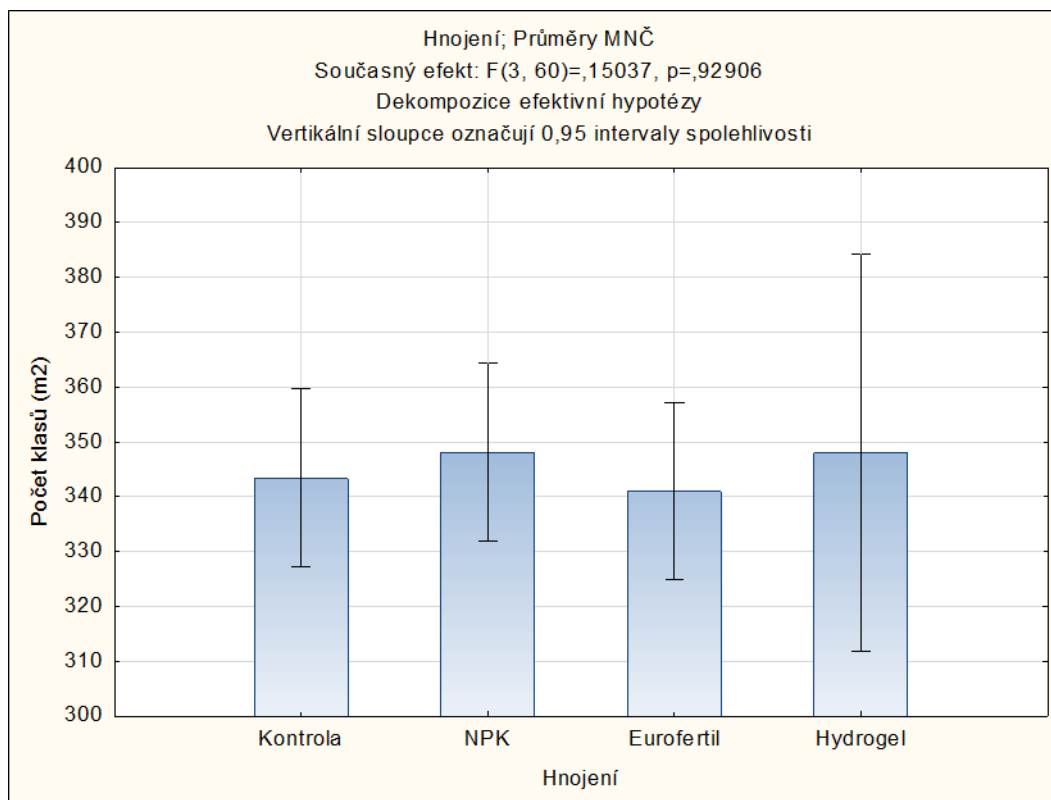
V počtu klasů na m² byla nejlepší variant číslo 14 (odrůda Toreroo, pod patu 150 kg NPK), naopak nejmenší počet klasů byl zjištěn u variant 4 a 6 (odrůda Baracooda, bez hnojení, nebo Eurofertil na podzim). Přehled počtu klasů na m² nabízí graf 5.35. Graf 5.36 ukazuje počet klasů na m² u jednotlivých odrůd. Nejvíce klasů bylo napočítáno u odrůdy Toreroo, nejméně pak u odrůdy Baracooda, rozdíly však nebyly statisticky průkazné. Různé varianty hnojení počty klasů nijak významně neovlivnily, jak ukazuje graf 5.37.



Graf. 5.35 – Počet klasů na m²

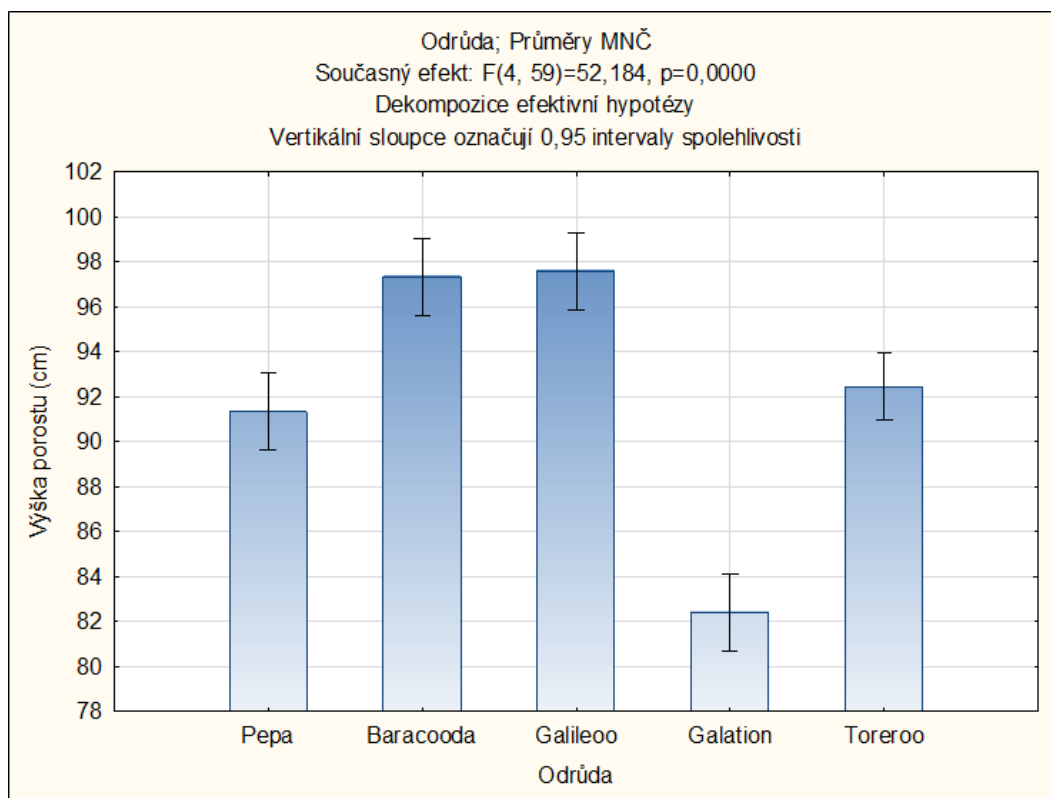


Graf 5.36 – Počet klasů na m² v závislosti na odrůdě



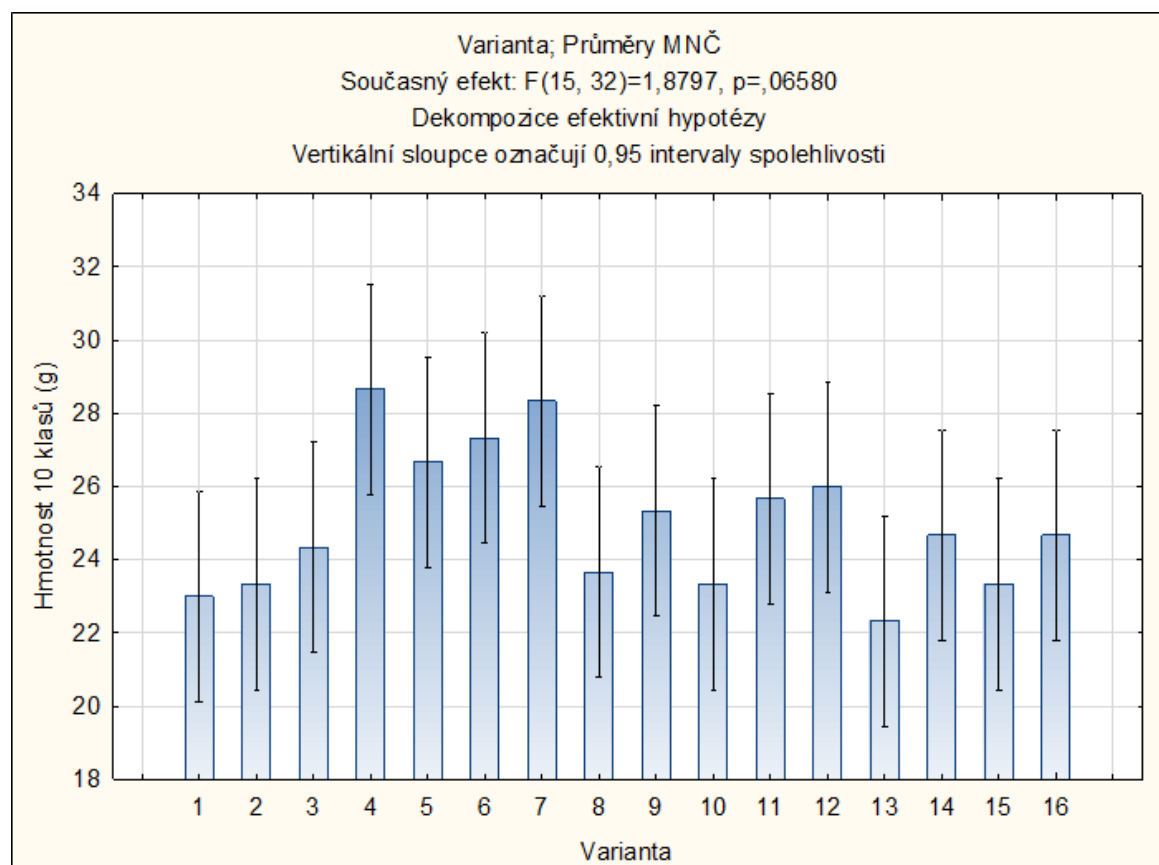
Graf 5.37 – Počet klasů na m² v závislosti na hnojení

U výšky rostlin se projevily rozdíly mezi odrůdami, jak ukazuje graf 5.38. Nejvyšší rostliny měly odrůdy Baracooda a Galileo, nejnižší pak byla odrůda Galation. Rozdíly ve výškách rostlin byly statisticky průkazné.

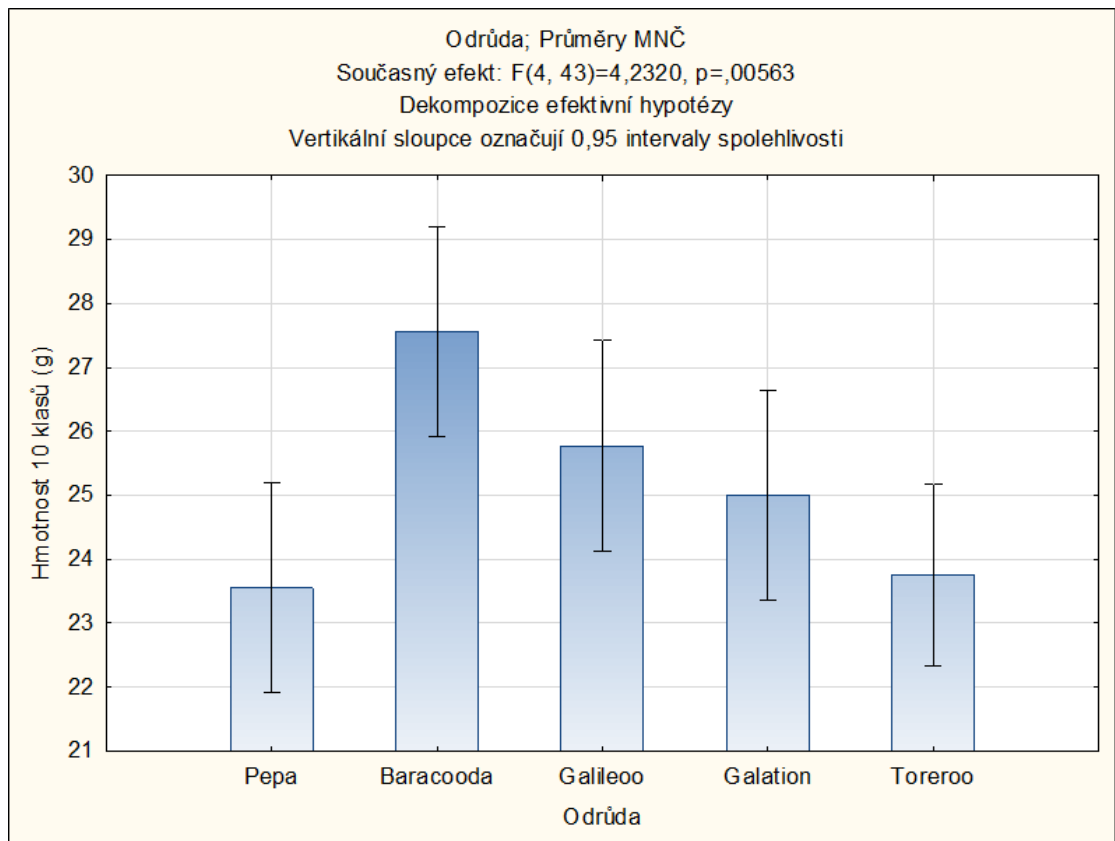


Graf 5.38 – Výška rostlin

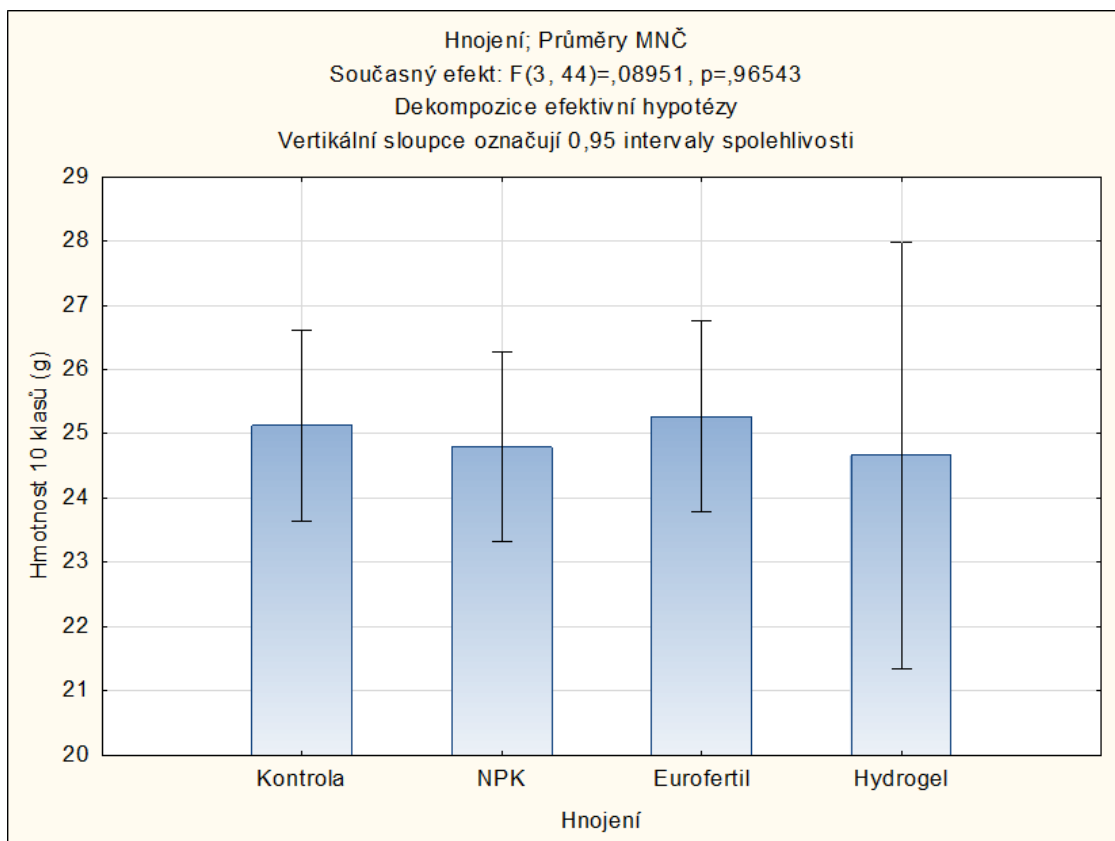
Dalším hodnoceným znakem byla hmotnost 10 klasů. Nejtěžší klasy měla varianta č. 4 (odrůda Baracooda, bez hnojení), těsně následovaná variantou č. 7 (Galileo, bez hnojení). Nejlehčí klasy pak měla varianta č. 13 (odrůda Torero, bez hnojení) jak ukazuje graf 5.39. Při vztažení dat na jednotlivé odrůdy zjistíme, že nejtěžší klasy má odrůda Baracooda. Hmotnost klasů odrůdy Baracooda je statisticky průkazně vyšší než u odrůd Pepa a Torero (graf 5.40). Rozdílné hnojení nemělo na hmotnost klasů výrazný vliv (graf 5.41).



Graf 5.39 – Hmotnost 10 klasů

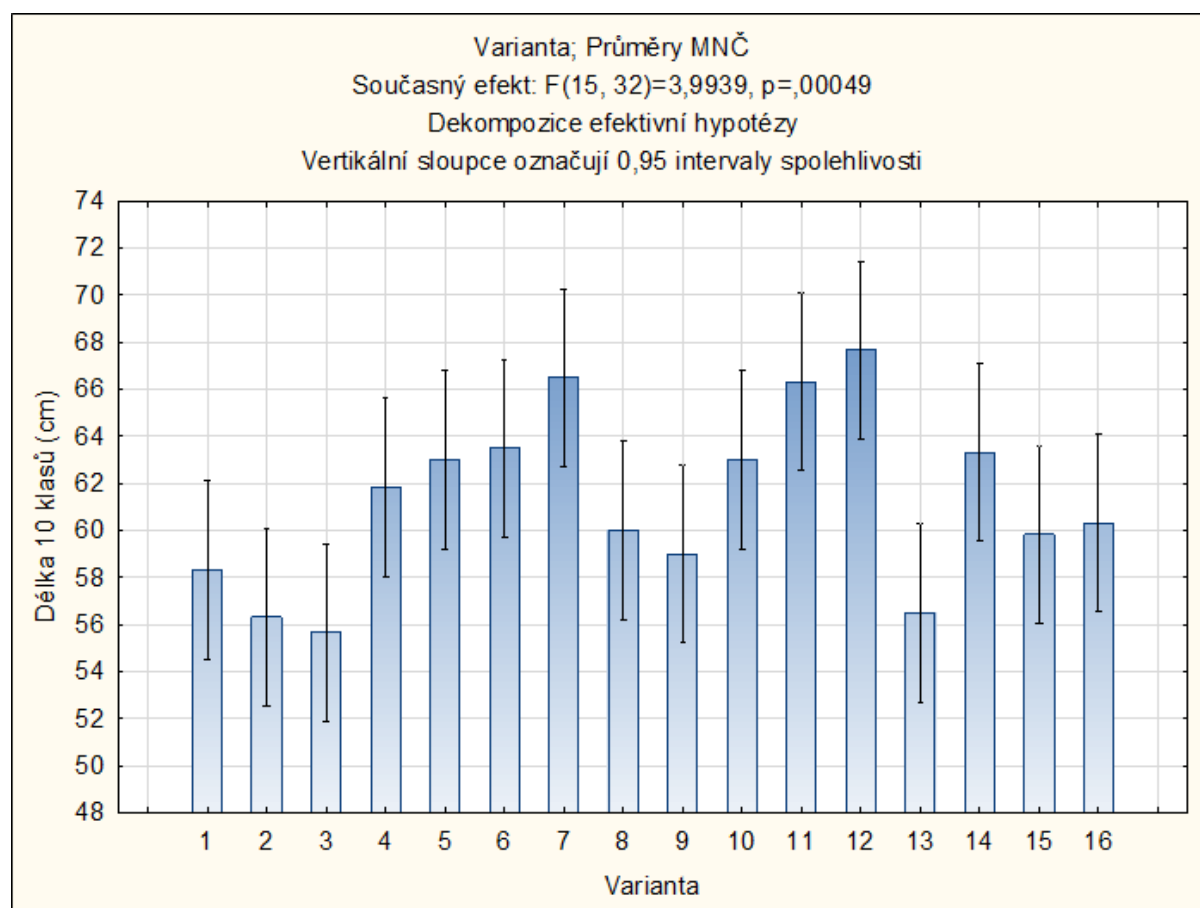


Graf 5.40 – Hmotnost 10 klasů v závislosti na odrůdě.

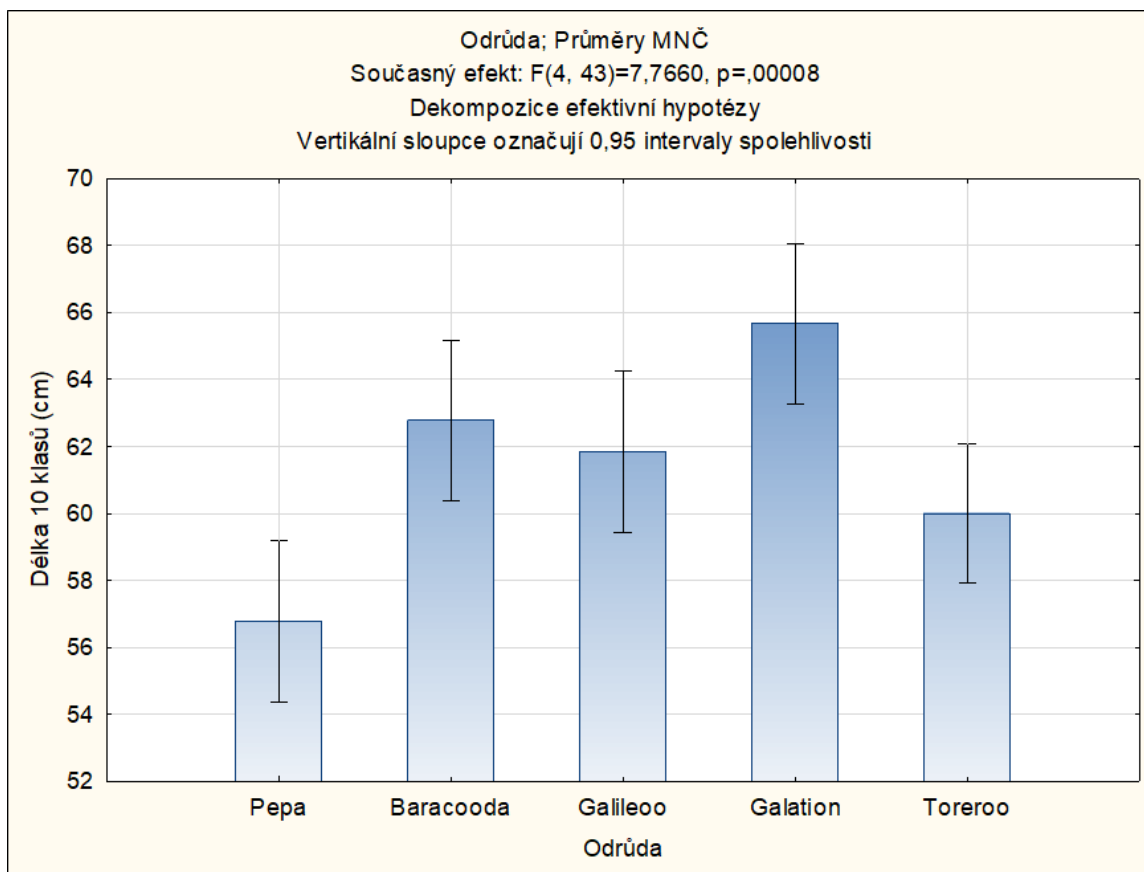


Graf 5.41 – Hmotnost 10 klasů v závislosti na hnojení.

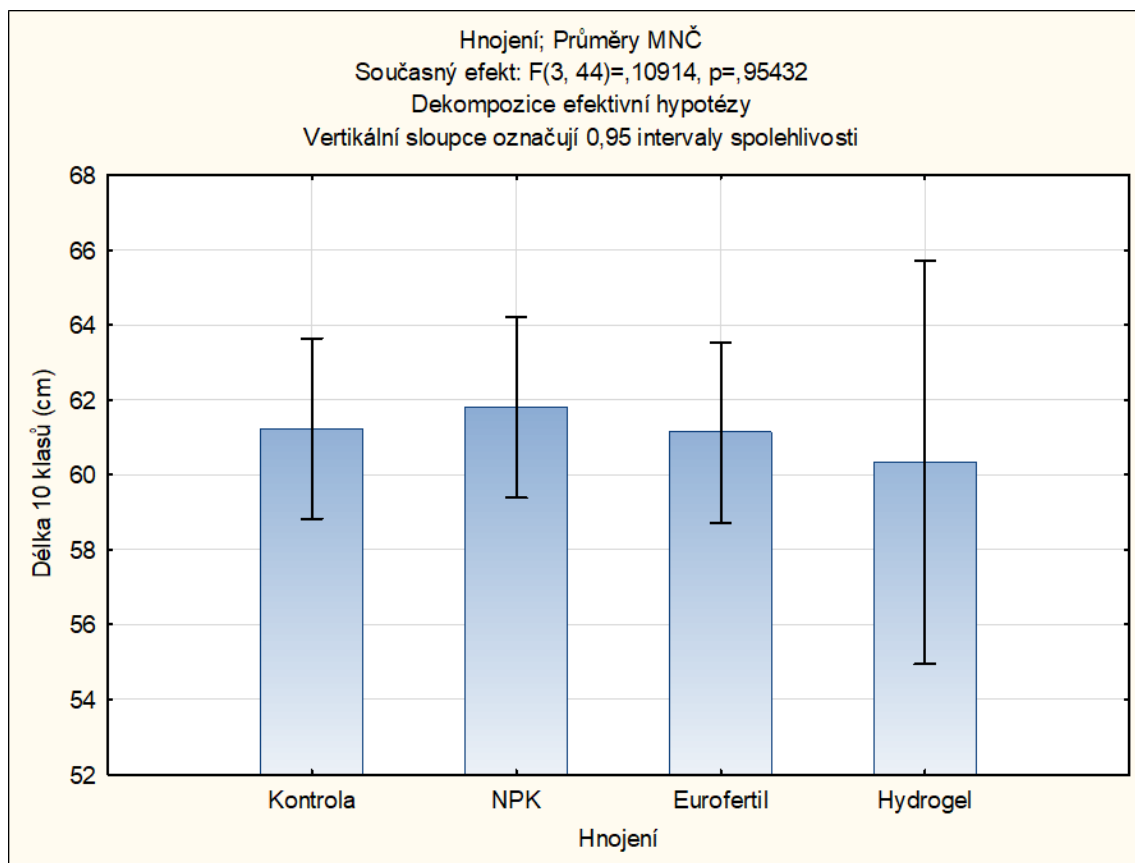
V délce 10 klasů byla nejlepší varianta číslo 12 (odrůda Galation, Eurofertil na podzim) a nejkratší klasy měla varianta č. 3 (Pepa, Eurofertil na podzim). Rozdíly ukazuje graf 5.42. V porovnání odrůd si vedla nejlépe odrůda Galation, která statisticky významným rozdílem překonala odrůdy Pepa a Toreroo (graf 5.43). Hnojení výrazně délku klasů neovlivnilo (graf 5.44).



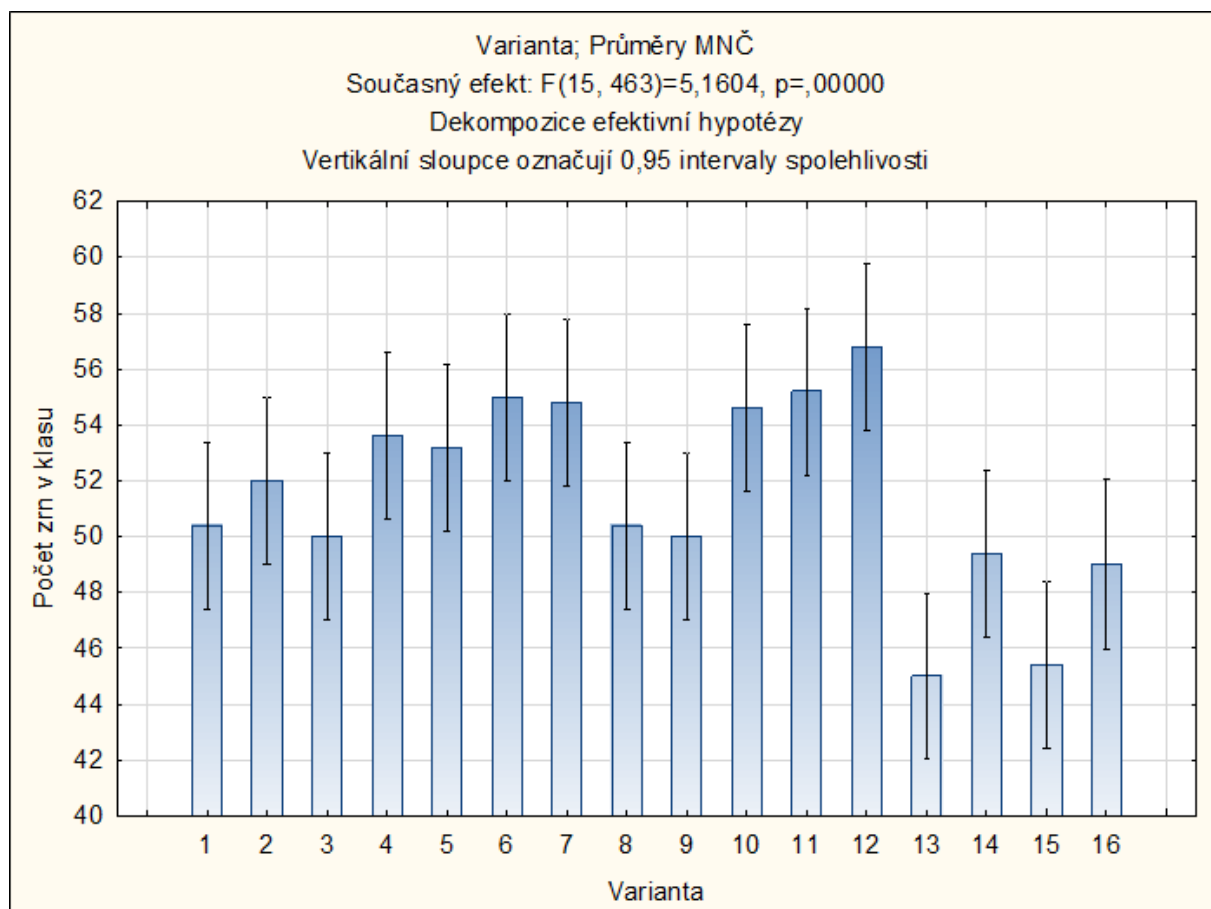
Graf 5.42 – Délka 10 klasů



Graf 5.43 – Délka klasu v závislosti na odrůdě

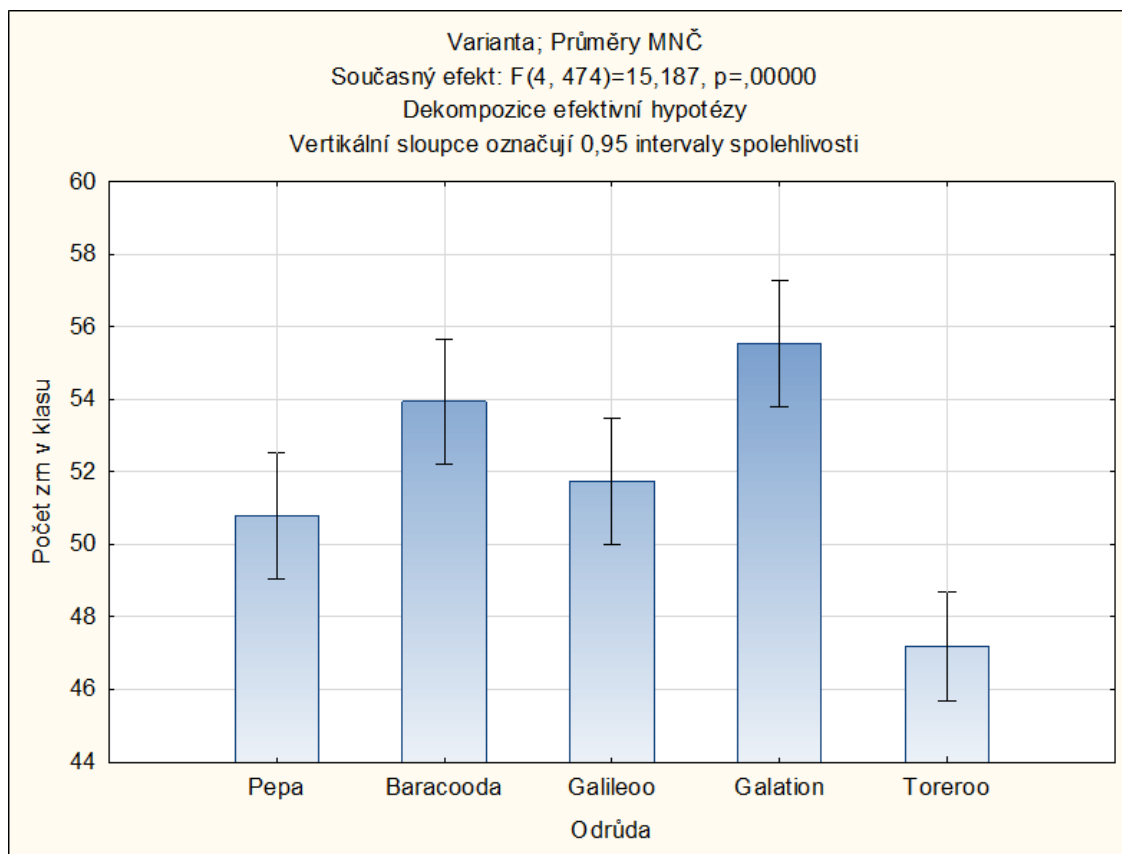


Graf 5.44 – Délka klasu v závislosti na hnojení

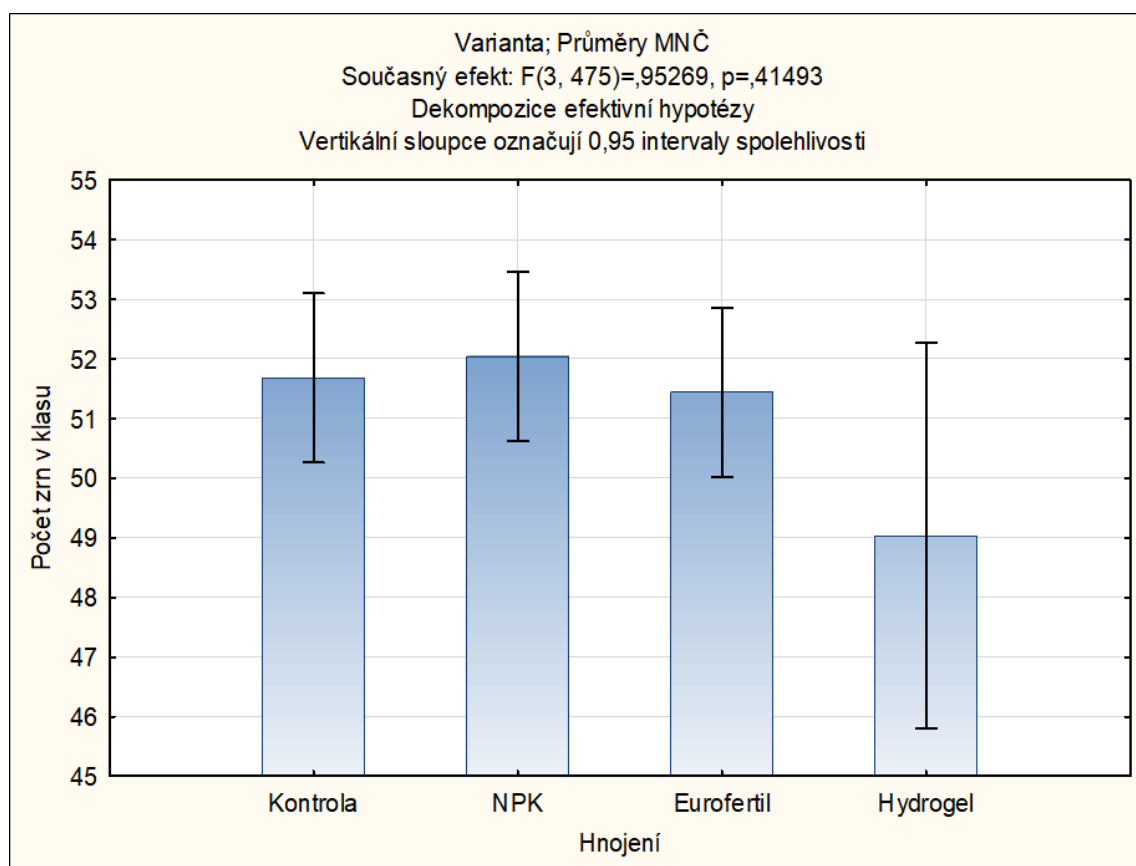


Graf 5.45 – Počet zrn v klase

Nejvíce zrn v klasu ze všech variant měla varianta číslo 12 (Galation, Eurofertil na podzim) nejméně pak varianta číslo 13 (Toreroo, bez hnojení) – graf 5.45. V porovnání odrůd měla nejvíce zrn v klase odrůda Galation. U odrůdy Galation byl prokázán statistický rozdíl oproti odrůdám Pepa, Galileo a Toreroo (graf 5.46). Rozdílné strategie hnojení se v počtu zrn nijak významně neprojeví (graf 5.47).



Graf 5.46 – Počet zrn v klase v závislosti na odrůdě



Graf 5.46 – Počet zrn v klase v závislosti na hnojení

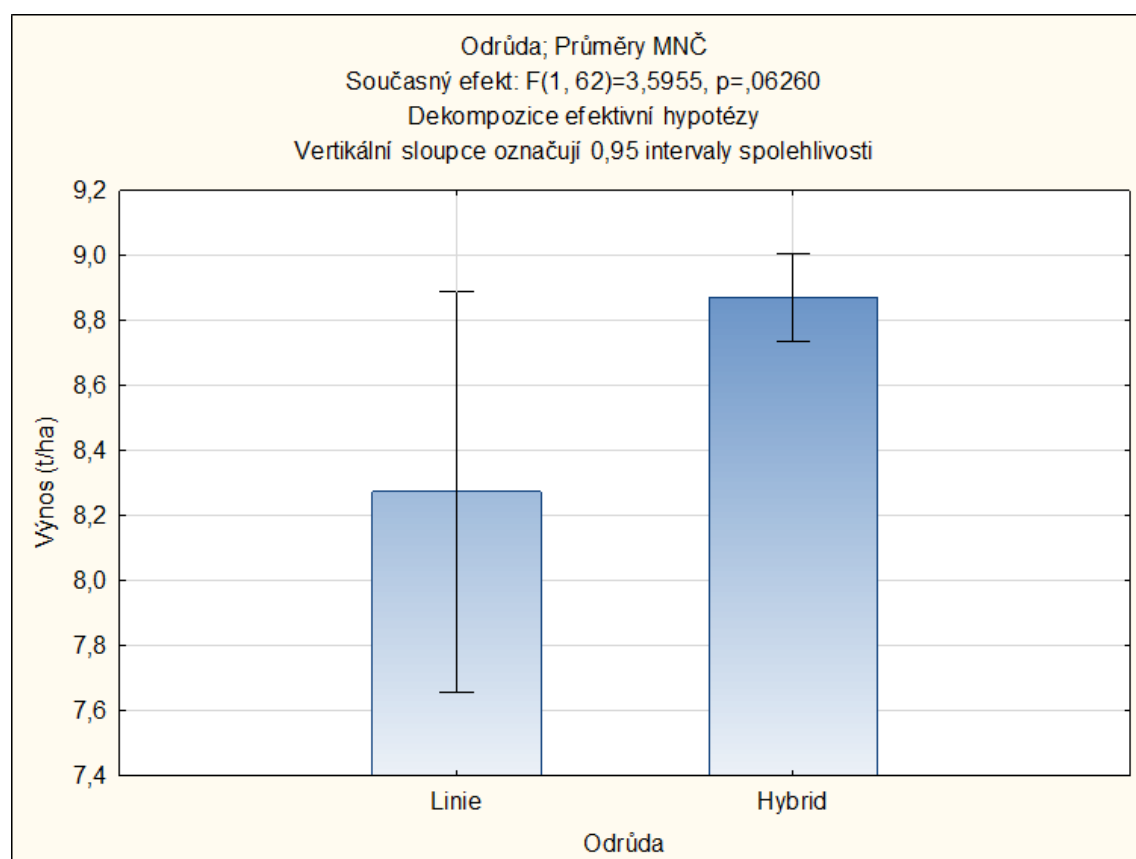
5.3.2 Sklizeň

Sklizeň proběhla dne 2. 7. 2019 pomocí pokusnického kombajnu Wintersteiger classic. Výsledky sklizně najdeme v tabulkách 5.19 – 5.21.

Tabulka 5.19 ukazuje porovnání výnosů hybridních odrůd a liniové odrůdy. Hybridní odrůdy překonaly ve výnose zrna tu liniovou v průměru o 0,85t/ha a o 10,4%. Tyto rozdíly však nejsou statisticky průkazné (graf 5.47)

Varianty	Odrůda	Počet parcelek	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
1-3	Linie	12	8,17	100
4-16	Hybrid	52	9,02	110,4

Tab. 5.19 – Výnos zrna liniové a hybridních odrůd

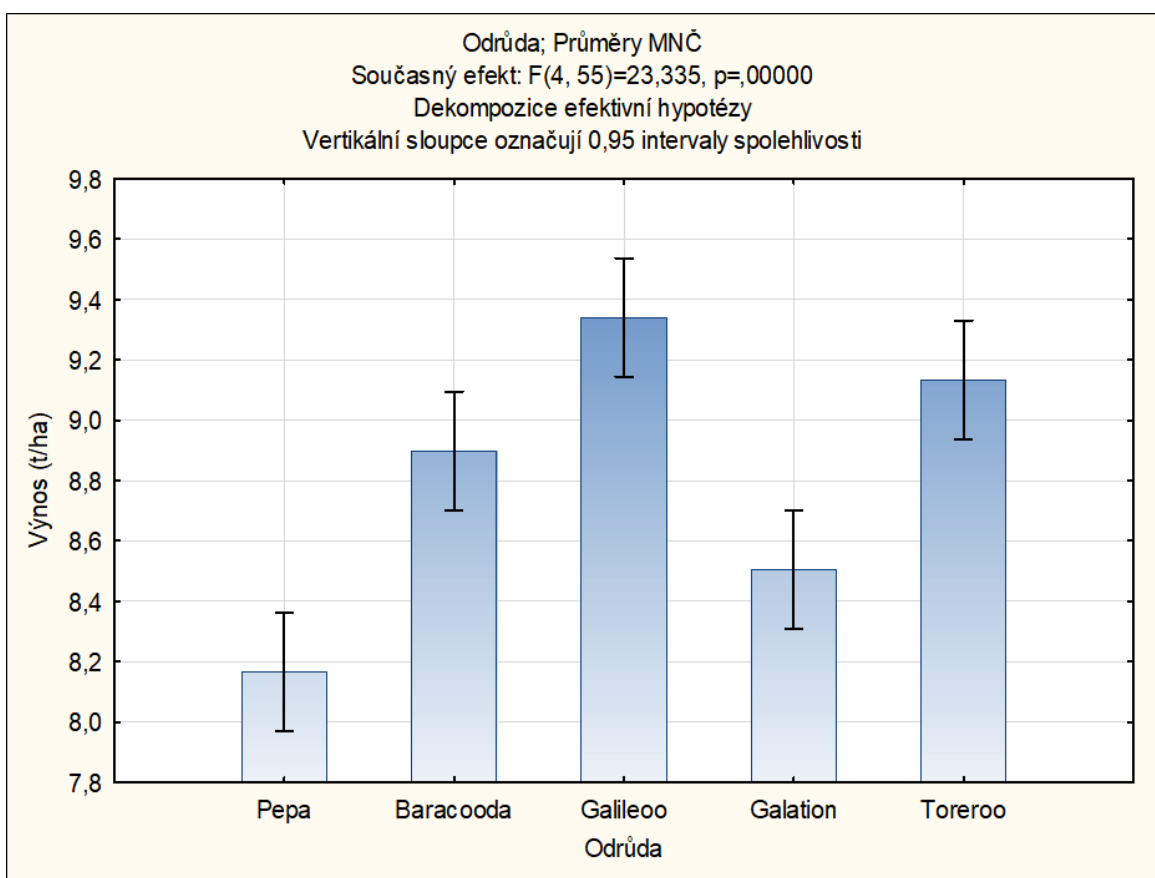


Graf 5.47 – Výnos zrna liniové a hybridních odrůd

V porovnání jednotlivých odrůd nejvyššího hektarového výnosu zrna dosáhla odrůda Galileo viz tabulka 5.20. Odrůda Galileo statisticky průkazně překonala odrůdy Pepa, Baracooda a Galation (graf 5.48)

Varianty	Odrůda	Počet parcelek	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
1-3	Pepa	12	8,17	100,0
4-6	Baracooda	12	8,90	109,0
7-9	Galileo	12	9,34	114,4
10-12	Galation	12	8,51	104,2
13-15	Toreroo	12	9,13	111,8

Tab. 5.20 – Výnos jednotlivých odrůd.

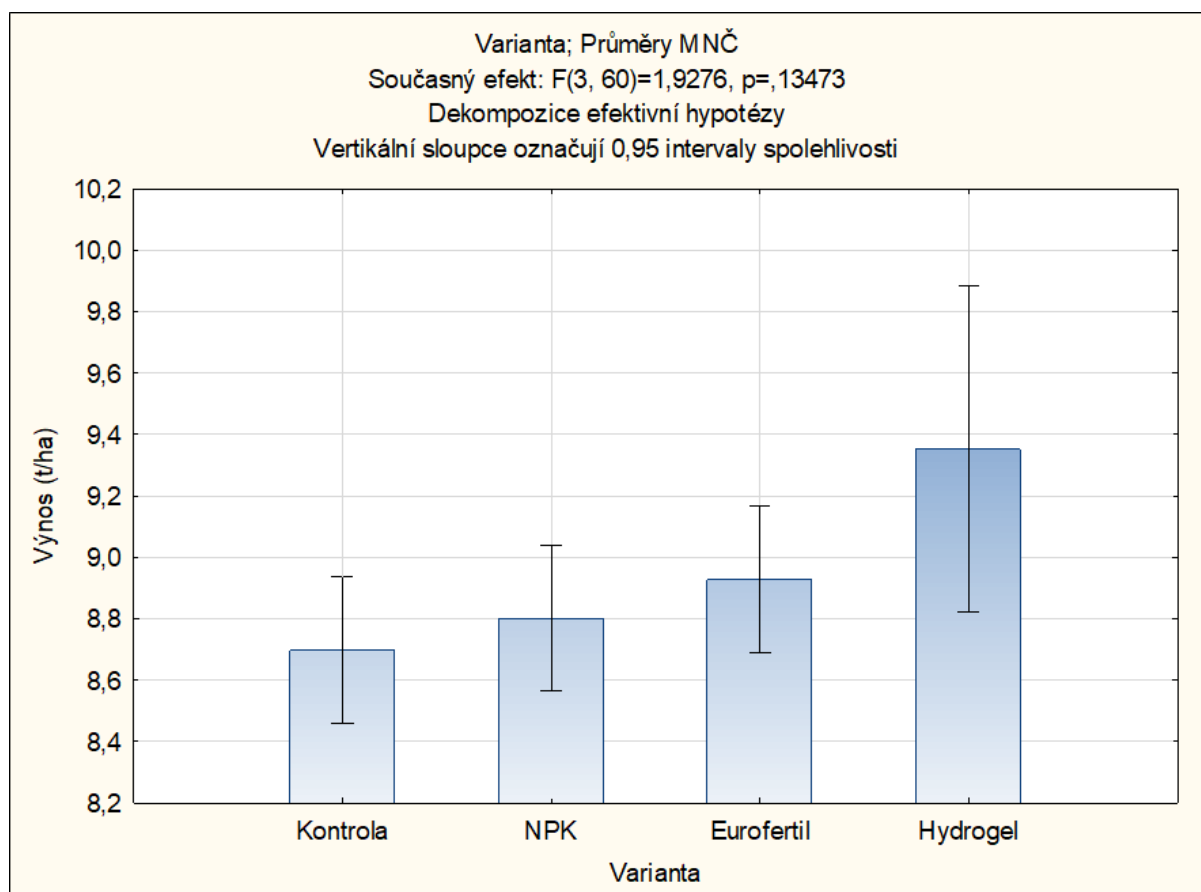


Graf 5.48 – Výnos jednotlivých odrůd.

Tabulka 5.21 a graf 5.48 ukazují dosažené výnosy podle způsobu hnojení. Dobrých výsledků dosáhla varianta s hydrogelem aplikovaným při setí, avšak tato varianta byla zkoušena pouze na odrůdě Toreroo a výsledky nejsou statisticky průkazné. Přihnojení jak pod patu, tak na podzim v průměru vždy přineslo navýšení výnosu oproti nehnojené kontrole.

Varianty	Počet parcelek	Hnojivo	Hnojení		Výnos (t/ha)	Výnos (%)
			Pod patu	Podzim		
1,4,7,10,13	20	Kontrola			8,70	100,0
2,5,8,11,14	20	NPK (15-15-15)	150kg/ha		8,80	101,2
3,6,9,12,15	20	Eurofertil Top 54		100kg/ha	8,93	102,6
16	4	Duostart+Hydrogel	25+25kg/ha		9,35	107,5

Tab. 5.21 – Výnosy dle hnojení



Graf. 5.49 – Výnosy dle hnojení

5.3.3 Ekonomické vyhodnocení

Následující tabulky přináší ekonomické zhodnocení ročníku 2018/19. Pro vyhodnocení byly použity následující údaje:

- Výkupní cena krmného ječmene 1/2020: 3 500,- Kč/t
- Cena osiva liniová odrůda: 9 500,- Kč/t
- Cena osiva hybridní odrůdy: 27 900,- Kč/t
- Cena hnojiva NPK 15-15-15: 9800,- Kč/t
- Cena hnojiva Eurofertil TOP 54: 14 500,- Kč/t
- Cena hnojiva Duostart: 8800,- Kč/t
- Cena hydrogelu: 8800,- Kč/25kg

Zdroj: Agronormativy, Ceník Agrofertu 2019, Fytoz Czech ceník 2020, Agromanualshop

Odrůda	Počet zrn	Výsevek	Cena osiva	Výnos	Tržba	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
	(MKS/ha)	(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
Pepa	3,6	180	1710 Kč	8,17	28 582 Kč	0 Kč	100,0
Baracooda	2	100	2790 Kč	8,90	31 144 Kč	1 481 Kč	105,5
Galileo	2	100	2790 Kč	9,34	32 692 Kč	3 030 Kč	111,3
Galation	2	100	2790 Kč	8,51	29 768 Kč	106 Kč	100,4
Toreroo	2	100	2790 Kč	9,19	32 160 Kč	2 498 Kč	109,3

Tab. 5.22 – Ekonomické vyhodnocení odrůd

Hnojivo	Dávka	Cena hnojiva	Výnos	Tržba	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
	(kg/ha)	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
Kontrola	-	-	8,70	30 441,63 Kč	0 Kč	100,0
NPK 15-15-15	150	1 470 Kč	8,80	30 805,73 Kč	-1 106 Kč	96,4
Eurofertil TOP 54	100	1 450 Kč	8,93	31 244,83 Kč	-647 Kč	97,9

Tab. 5.23 – Ekonomické vyhodnocení variant hnojení

Var.	Odrůda	Počet zrn	Cena osiva	Cena hnojiva	Výnos	Zisk (Tržba - cena osiva a hnojiva)	Rozdíl v zisku	Rozdíl v zisku
		(MKS/ha)	Kč/ha	Kč/ha	(t/ha)	(Kč/ha)	(Kč/ha)	%
1	Pepa	3,6	1 710 Kč	-	8,16	26 865 Kč	0 Kč	100,0
2	Pepa	3,6	1 710 Kč	1 470 Kč	8,20	25 527 Kč	-1 337 Kč	95,0
3	Pepa	3,6	1 710 Kč	1 450 Kč	8,13	25 304 Kč	-1 561 Kč	94,2
4	Baracooda	2	2 790 Kč	-	8,66	27 520 Kč	0 Kč	100,0
5	Baracooda	2	2 790 Kč	1 470 Kč	8,98	27 166 Kč	-354 Kč	98,7
6	Baracooda	2	2 790 Kč	1 450 Kč	9,06	27 455 Kč	-65 Kč	99,8
7	Galileo	2	2 790 Kč	-	9,15	29 218 Kč	0 Kč	100,0
8	Galileo	2	2 790 Kč	1 470 Kč	9,11	27 619 Kč	-1 599 Kč	94,5
9	Galileo	2	2 790 Kč	1 450 Kč	9,77	29 949 Kč	731 Kč	102,5
10	Galation	2	2 790 Kč	-	8,31	26 312 Kč	0 Kč	100,0
11	Galation	2	2 790 Kč	1 470 Kč	8,72	26 249 Kč	-63 Kč	99,8
12	Galation	2	2 790 Kč	1 450 Kč	8,48	25 455 Kč	-857 Kč	96,7
13	Toreroo	2	2 790 Kč	-	9,20	29 424 Kč	0 Kč	100,0
14	Toreroo	2	2 790 Kč	1 470 Kč	9,00	27 247 Kč	-2 177 Kč	92,6
15	Toreroo	2	2 790 Kč	1 450 Kč	9,19	27 941 Kč	-1 482 Kč	95,0
16	Toreroo	2	2 790 Kč	8 721 Kč	9,35	21 226 Kč	-6 021 Kč	72,1

Tab. 5.24 – Ekonomické vyhodnocení všech variant ročníku 2018/19

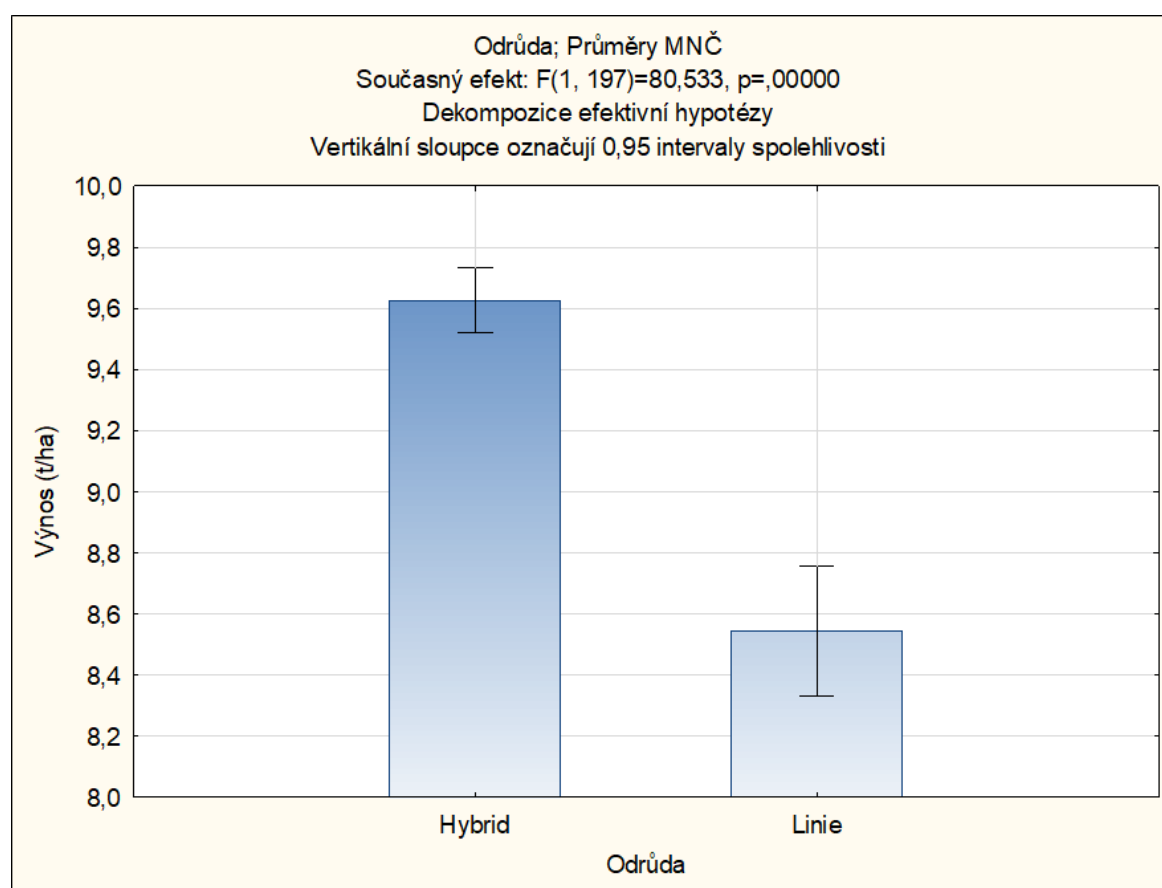
5.4 Shrnutí výsledků

Následující tabulky a grafy přinášejí shrnutí výsledků pokusů ze tří let. Data byla sesbírána z bezmála 200 pokusných parcel.

Tabulka 5.16 a graf 5.50 ukazují porovnání výnosů liniových a hybridních odrůd bez rozdílu v hnojení za tři roky pokusu. Hybridy jasně převýšily liniové odrůdy a to o 12,7%, to znamená navíc 1,08 tuny z hektaru. Tento výsledek je statisticky průkazný.

Odrůda	Počet parcel	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
Linie	40	8,55	100
Hybrid	159	9,63	112,7

Tab. 5.16 – Průměrný výnos hybridních a liniových odrůd za tři roky

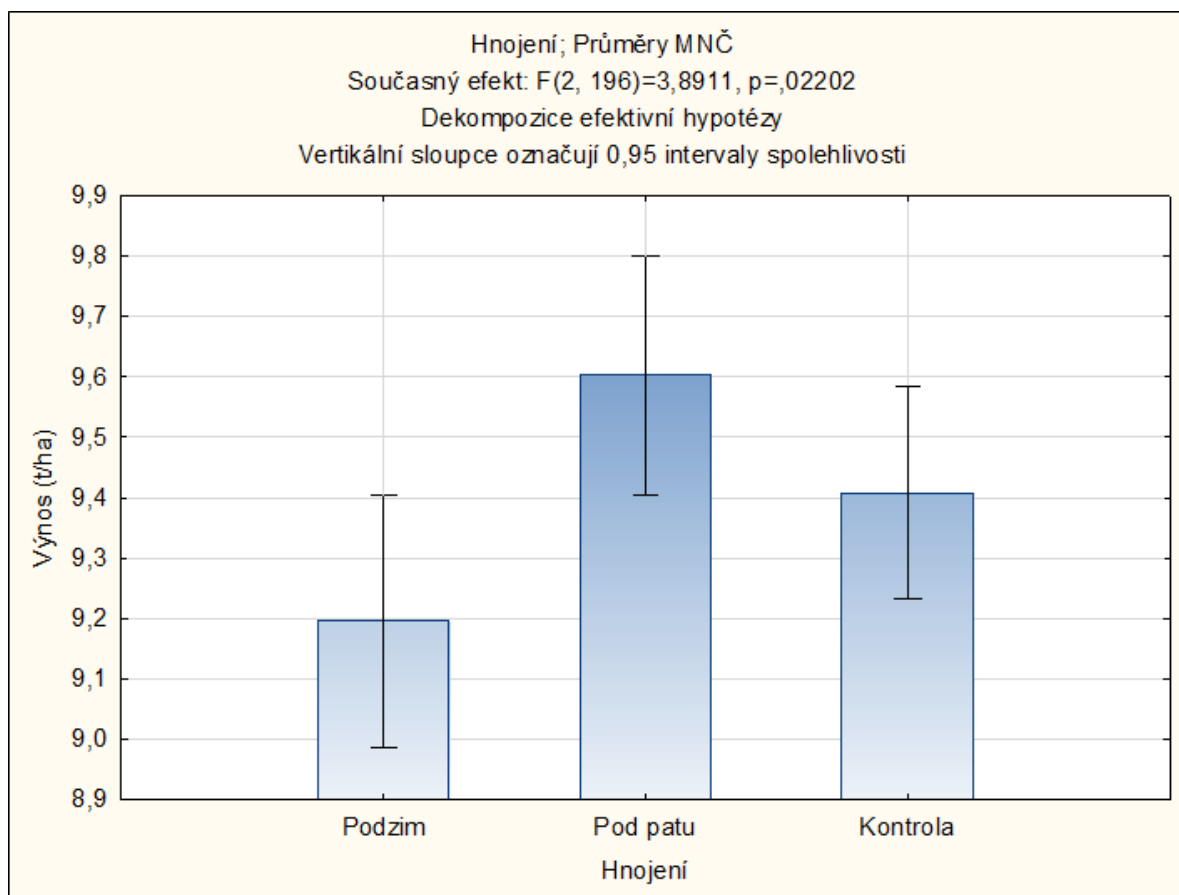


Graf 5.50 – Průměrný výnos hybridních a liniových odrůd za tři roky

Tabulka 5.17 a graf 5.51 ukazují průměrné výnosy jednotlivých variant hnojení. Z výsledků vyplývá, že u variant, které byly přihnojeny při setí pod patu, došlo k mírnému navýšení výnosu zrna o 190 kg/ha. Naopak hnojení v průběhu podzimu mělo opačný efekt a výnos naopak o 200 kg/ha snížilo. Rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné.

Hnojení	Počet parcel	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
Kontrola	80	9,41	100
Pod patu	63	9,60	102,1
Na podzim	56	9,20	97,7

Tab. 5.17 – Průměrné výnosy podle hnojení za tři roky

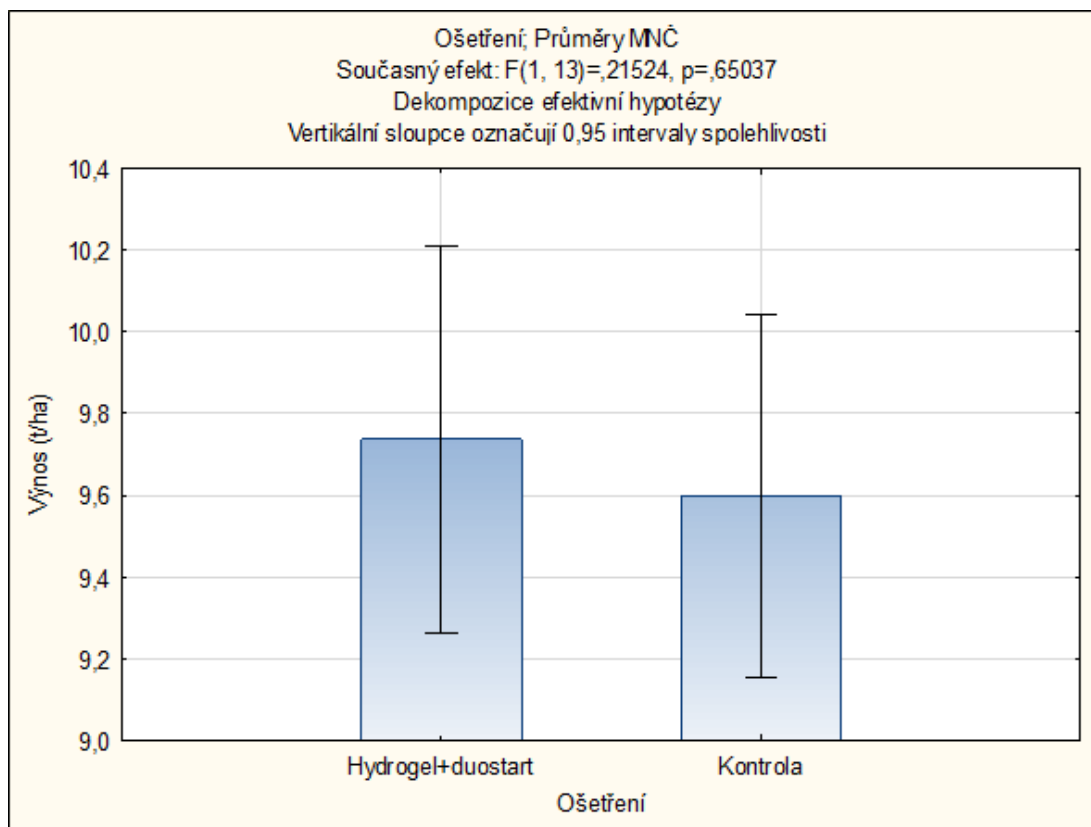


Graf 5.51 – Průměrné výnosy podle hnojení za tři roky

V ročníkách 2016/17 a 2018/19 byly do pokus zařazeny také varianty, u kterých byl k osivu při seti aplikován Hydrogel ve směsi s hnojivem Duostart. Průměrné výnosy ukazuje tabulka 5.18 a graf 5.52.

Ošetření	Počet parcel	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
Kontrola	8	9,60	100
Hydrogel + Duostart	7	9,74	101,5

Tab. 5.18 – Průměrné výnosy variant ošetřených hydrogelem



Graf 5.52 – Průměrné výnosy variant ošetřených hydrogelem

Jak vyplývá z výsledků, aplikace Hydrogelu a hnojiva Duostart zvýšila výnos ozimého ječmene o 0,14 t/ha, avšak tento výsledek je statisticky neprůkazný.

6 Diskuze

Tento tříletý pokus jasně potvrdil vyšší výnosy hybridních odrůd. Hybridy v každém roce dosáhly vyššího výnosu než kontrolní liniové odrůdy. V průměru tři let byly hybridy výnosnější o 12,7% a 1,08t/ha oproti liniovým odrůdám. S tím se shoduje i práce Mühleisen et al. (2013), kde bylo zjištěno průměrné navýšení výnosu o 11,3%. Phillipe et al. (2016) publikoval průměrné navýšení výnosu u hybridů o 0,79 t/ha.

Z výsledků jarních odběrů vyplývá, že hybridní odrůdy mají stejnou nebo dokonce vyšší hmotnost biomasy než kontrolní liniová odrůda, a to i přes nižší výsevky. Ještě výrazněji se tato skutečnost projevuje v hmotnosti vztahované na jednu rostlinu, kde jsou rozdíly mezi hybridem a linií statisticky průkazné. Těžší, tedy i větší kořeny jsou pozitivním znakem hybridních odrůd pro jejich odolnost přísuškům. Zároveň se potvrdilo, že hybridní odrůdy mají více odnoží než liniové, a také že hybridní odrůdy mají delší listy. Tyto výsledky se opakovaly v každém ze tří pokusných let. To potvrzuje i firma Syngenta, která uvádí, že hybridy mají oproti liniím větší kořenovou soustavu a také více odnožují (Režo, 2020).

Díky mohutnější kořenové soustavě rostliny lépe přijímají živiny z půdy. To je důležité zejména ve výživě fosforem, který je v půdě málo pohyblivý. Další výhodou husté kořenové sítě je také lepší využití dusíku z dodaných hnojiv. To potvrzuje Kefauver et al. (2017), který tvrdí, že vyšší výnosy zrna u hybridů mají základ ve vyšší úrovni využití dusíku z dodaných hnojiv než u liniové odrůdy.

Zároveň mohutnější kořenová soustava znamená lepší příjem vody z půdy. To může vysvětlovat výrazně vyšší výnosy hybridů v ročníku 2017/18, kde jaro 2018 bylo velmi teplé a velmi suché. Podle dosažených výnosů můžeme tvrdit, že hybridní odrůdy se lépe vypořádávají se stresem ze sucha.

U variant, kde bylo použito podzimní hnojení dusíkem, nebyly zaznamenány žádné výrazné změny oproti nehnojeným variantám. Podzimní hnojení nepřispělo k nárůstu biomasy kořenů ani nadzemní hmoty a to ani u linie ani u hybridů, pouze u liniové odrůdy mírně zvýšilo počet odnoží. Tento výsledek se opakoval i v dalším roce, kdy byla dávka N snížena. Podzimní hnojení působilo negativně zejména u hybridní odrůdy Baracooda, kde vedlo ke značnému snížení počtu klasů.

V celkovém hodnocení výnosů ze všech 3 let pokusu pak vyšlo najevo, že podzimní aplikace N dokonce výnos zrna snižuje. Podzimní hnojení dusíkem se na rozdíl od ozimé řepky (Vašák et al., 2018) a podobně jako u pšenice ozimé neosvědčilo. Stejných výsledků bylo dosaženo i v pokusech Stoltz et Wallenhammar(2014), kde aplikace dusíku na podzim snižovala konečný výnos zrna, oproti neošetřené variantě. Podobných výsledků dosáhla také Ličková et al. (2016), kde však byl dusík na podzim aplikován do ozimé pšenice. V tomto pokusu dosáhla nejvyššího výnosu varianta na podzim hnojená hnojivem NPK tedy ne jen samotným dusíkem. Toto zjištění se potvrdilo i v tomto pokusu, kde v ročníku 2018/19 bylo k podzimnímu hnojení použito hnojivo Eurofertil TOP54 N-Process, které obsahuje kromě dusíku, také fosfor a síru a jenom v tomto ročníku byly vyvarianty hnojené na podzim výnosnější než nehnojená kontrola.

Navýšení výnosu přineslo podpatové hnojení N při setí. To se shoduje s doporučeními firmy Syngenta. V celkovém hodnocení všech tří let přineslo podpatové hnojení navýšení výnosu o 2,1%. Podobné výsledky publikoval také Nkebiwe et al. (2016), kdy v jeho pokusech bylo podpatovým pnojením dosaženo navýšení výnosu o 3,7%.

Při zkoušení různých výsevků se ukázalo, že nejvyššího výnosu dosáhla varianta s výsevkem 210 zrn/m² což je o něco vyšší výsevek než firmou Syngenta doporučených 150 zrn/m². U hybridů se s rostoucím výsevkem se zvyšoval počet slabých klasů, snižovala se hmotnost klasů a zkracoval se praporcový list. Zvýšení výsevku se na výnosu neprojevilo, spíše naopak. Výnos varianty s 240 zrn/m² byl stejný jako výnos varianty s pouhými 150 zrn/m² jedná se tedy o zbytečné opatření. Při ekonomickém zhodnocení se ukázalo, že je navíc ekonomicky negativní protože při dané ceně osiva má nižší zisk z hektaru i než liniová odrůda.

7 Závěr

Za tři roky trvání pokusů byla sesbírána data o sklizni ze 199 pokusnických parcel, bylo zkoušeno celkem 5 různých hybridních a 2 liniové odrůdy. Na 63 parcelkách bylo zkoušeno hnojení pod patu a na 56 podzimní přihnojení porostů. Z tohoto poměrně rozsáhlého souboru dat bylo zjištěno, že hybridní odrůdy bez rozdílu hnojení a výsevku za tři roky pokusu poskytly výnos vyšší o 12,7% tzn. o 1,08 tuny z hektaru. Tento přesvědčivý výsledek jasně hovoří pro hybridní odrůdy.

V případě různých způsobů hnojení výsledky ukázaly negativní vliv podzimního přihnojení dusíkem. Z výsledků vyplývá, že přihnojení na podzim v průměru snížilo výnos o 2,3% tj. o 0,2 t/ha. Za tento výsledek můžou hlavně první dva roky pokusu, kdy bylo použito hnojivo obsahující pouze dusík. Ve třetím roce bylo použito hnojivo, které mimo dusíku obsahovalo i fosfor a síru a toto hnojivo mělo naopak pozitivní vliv na výnos. Podzimní přihnojení nejenom dusíkem, ale i dalšími makroprvky lze doporučit k dalšímu výzkumu.

Jednoznačný pozitivní vliv ve všech třech letech pokusu prokázalo podpatové přihnojení zejména hnojivem NPK. Toto ošetření zvýšilo výnos zrna o 2,1 % tj. o 0,19 t/ha oproti kontrolní variantě. Hnojení pod patu lze jednoznačně doporučit.

- **Hypotéza č. 1 - Při pěstování hybridního ječmene je dosahováno vyšších výnosů a lepších ekonomických ukazatelů než u linií.**

Tato hypotéza se jednoznačně **potvrdila**. V každém ze tří let pokusu byly hybridní odrůdy výnosnější. Navíc při ekonomickém vyhodnocení bylo zjištěno, že při daných cenách, poskytuje pěstování hybridních ječmenů finanční profit.

- **Hypotéza č. 2 - Optimální výsevek pro hybridní ječmen je 1,5 MKS na 1 ha.**

Tato hypotéza se **nepotvrdila**. Při pokusu se stupňovaným výsevkiem nejvyššího výnosu dosáhla varianta s výsevkiem 2,1 MKS/ha. Také ekonomické vyhodnocení ukázalo jako nejvhodnější výsevek 2,1 MKS/ha. Proto je na místě doporučit mírné zvýšení výsevku.

- **Hypotéza č. 3 - Podzimní hnojení dusíkem u ozimého ječmene zvyšuje výnos a je ekonomicky výhodné.**

Tato hypotéza byla také **vyvrácena**. Podzimní hnojení dusíkem se ukázalo jako nepřínosné. Rostliny hnojené na podzim měly na jaře vyšší počty odnoží než rostliny nehnojené, ale jejich výnos byl celkově nižší. Pouze v ročníku 2018/19 došlo k mírnému navýšení výnosu u variant hnojených na podzim. V tomto roce na rozdíl od předchozích bylo použito hnojivo s obsahem, kromě dusíku, také ještě fosforu a síry. Toto navýšení výnosu lze tedy přičítat právě aplikaci fosforu a síry. Nicméně při ekonomickém zhodnocení bylo zjištěno, že navýšení výnosu nepokrylo ani náklady vynaložené na hnojivo. Tento zásah byl nerentabilní, stejně jako v ostatních ročnících, kdy navíc podzimním přihnojením došlo ještě ke snížení výnosu. S ohledem na tyto výsledky nemůže být podzimní přihnojení dusíkem doporučeno.

- **Hypotéza č. 4 - Hybridní odrůdy ozimého ječmene budou mít mohutnější kořenový systém, více odnoží na rostlině a poskytnou vyšší výnos než kontrolní liniová odrůda.**

Toto tvrzení se zcela **potvrdilo**. Ve všech měřeních měly hybridní odrůdy statisticky průkazně vyšší počet odnoží než linie. Také hmotnost kořenů přepočtená na jednu rostlinu byla výrazně vyšší, tudíž mají hybridní odrůdy mohutnější kořenový systém. Právě mohutný kořenový systém, může stát za výsledkem sklizně v ročníku 2017/18, kdy po velmi teplém a velmi suchém jaru roku 2018 dosáhly hybridní odrůdy výnosu přibližně 10t/ha což bylo o bezmála 2t/ha víc než liniová odrůda. Mohutný kořenový systém zajišťuje stabilitu výnosů i v suchých ročnících.

- **Hypotéza č. 5 - Přimoření stimulačními látkami zvýší výnos**

Hypotéza **nebyla potvrzena**. Moření osiva nepřineslo žádné navýšení výnosů, naopak je snížilo, ale výsledky nebyly statisticky průkazné.

- **Hypotéza č. 6 - Hnojení pod patu při setí zvýší výnos**

Hypotéza **částečně potvrzena**. Hnojení pod patu (převážně hnojivy NPK, ale i jiné) vždy výnos zvýšilo. Bohužel téměř nikdy nebylo dosaženo takového navýšení výnosu, aby bylo dosaženo zisku. To může být zapříčiněno, poměrně úrodnými půdami, které se nacházejí na výzkumné stanici v Červeném Újezdě. Na chudších půdách by pravděpodobně bylo dosaženo vyššího navýšení výnosu a tudíž i lepší rentability tohoto opatření. Navíc toto hodnocení nezohledňuje dlouhodobý vliv v případě aplikace hnojiva s fosforem a draslíkem. Zvyšování obsahu P a K v půdě má vliv i na následující plodiny. Obecně lze hnojení pod patu při setí (zejména hnojivy NPK) doporučit.

Tento tříletý pokus prokázal, že pěstování hybridních ozimých ječmenů má v našich podmínkách smysl a je ekonomicky rentabilní. Jeho pěstování lze doporučit pěstitelům, kteří pěstují ozimý ječmen ve vyšších intenzitě a očekávají vysoké výnosy.

8 Literatura

- AHOKAS, H., 2018. Barley CMS detected in Finland in 1976 enabled growing of productive winter-barley F1 hybrids in the European winter-barley zone since 2002. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote*. (35). DOI: 10.33354/smst.73048. ISSN 0358-5220. Dostupné také z: <https://journal.fi/smst/article/view/73048>
- ALZUETA, Ignacio, L. Gabriela ABELEDO, César M. MIGNONE a Daniel J. MIRALLES, 2012. Differences between wheat and barley in leaf and tillering coordination under contrasting nitrogen and sulfur conditions. *European Journal of Agronomy*. **41**, 92-102. DOI: 10.1016/j.eja.2012.04.002. ISSN 11610301. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030112000603>
- ARENDR, E. K. a E. ZANNINI, 2013. *Cereal grains for the food and beverage industries*. Cambridge: Woodhead Publishing, 485 s. ISBN 978-0-85709-413-1.
- BABULICOVÁ, M. a B. DYULGEROVA, 2018. Winter Barley Production in Relation to Crop Rotations, Fertilisation and Weather Conditions. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*. **64**(1), 35-44. DOI: 10.2478/agri-2018-0004. ISSN 1338-4376. Dostupné také z: <https://content.sciendo.com/doi/10.2478/agri-2018-0004>
- BAJČI, P., T. BOJŇANSKÁ, H. FRANČÁKOVÁ a Z. MUCHOVÁ, 2001. *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. ISBN ISBN 80-7137-886-0.
- BECKER, H.C. a J. LEON. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* (101), 1-23.
- BLUM, A., 2009. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research. Field Crops Research*. **2009**(112), 119-123.
- CISAR, G. a D. COOPER, 2002. Hybrid wheat. CURTIS, B.C., S. RAJARAM a H.G. MACPHERSON. *Bread wheat: improvement and production*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, s. 157–174.
- CROW, J. F. 90 years ago: The beginning of hybrid maize. *Genetics*. (148), 923–928.
- D'SOUZA, L., 1970. Studies on the suitability of wheat as pollen donor for cross pollination, compared with rye, Triticale and Secalotricum. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung*. (63), 246-269.
- FAHN, A. a D.F. CUTLER, 1992. *Xerophytes*. Stuttgart: Gebrüder Borntraeger. ISBN 344314019X.
- GABROVSKÁ, D., I. HÁLOVÁ, D CHRPOVÁ, et al., 2015-. *Obiloviny v lidské výživě*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN ISBN978-80-87250-28-0.

- GAHOONIA, T. S. a N. E. NIELSEN, 2004. Barley genotypes with long root hairs sustain high grain yields in low-P field. *Plant Soil*. **2004**(262), 55–62.
- GOWDA, M, C KLING, T WÜRSCHUM, HP MAURER, W LIU, V HANH a JC REIF, 2010. Hybrid breeding in durum wheat: heterosis and combining ability. *Crop Science*. (50), 2224–2230.
- GUPTA, S. a D. SINGH, 1999. HYBRID PERFORMANCE FOR YIELD AND MALT QUALITY IN BARLEY USING CYTOPLASMIC MALE STERILE LINES. *Cereal Research Communications*. (27(4), 389-394.
- HORN, R., 2006. Recombination: cytoplasmic male sterility and fertility restoration in higher plants. In: ESSER, K., U. LÜTTGE, W. BEYSCHLAG a J. MURATA. *Progress in Botany*. 67. Berlin: Springer, s. 31–52.
- KAUL, M.L.H., 1988. Male sterility in higher plants. In: FRANKEL, R., M. GROSSMAN a P. MALIGA. *Theoretical and applied genetics*. ,vol. 10. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, s. 775–797.
- KEFAUVER, S. C., R. VICENTE, O. VERGARA-DÍAZ, et al., 2017. Comparative UAV and Field Phenotyping to Assess Yield and Nitrogen Use Efficiency in Hybrid and Conventional Barley. *Frontiers in Plant Science*. **8**. DOI: 10.3389/fpls.2017.01733. ISSN 1664-462X. Dostupné také z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2017.01733/full>
- KOEMEL, J.E., A.C. GUENZI, B.F. CARVER, M.E. PAYTON, G.H. MORGAN a E.L. SMITH, 2004. Hybrid and pureline hard winter wheat yield and stability. *Crop Sci*. (44), 107–113.
- KRČEK, M., P. SLAMKA, K. OLŠOVSKÁ, M. BRESTIČ a M. BENČÍKOVÁ, 2008. Reduction of drought stress effect in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) by nitrogen fertilization. *Plant, Soil and Environment*. **54**(1), 7-13.
- KYRIACOU, A., E.K. MITSOU, N. PANOPOULOU, I.S. SPILIOT a K. TURUNEN, 2010. Prebiotic potential of barley derived β glucan at low intake levels: A randomised, double blinded, placebo controlled clinical study. *Food Research International*. (43), 1086-1092.
- LEKEŠ, J., 1997. *Šlechtění obilovin na území Československa: dosažené výsledky a další vývoj ve šlechtění, semenářství a odrůdovém zkušebnictví*. Praha: Brázda. ISBN 80-209-0271-6.
- LEKEŠ, J., J. BENADA, F. BRÜCKNER, M. KOPECKÝ, F. MINAŘÍK, K. PŘIKRYL, Z. VOŇKA a L. ZENIŠČEVA, 1985. *Ječmen*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 312 s.
- LEÓN, J, 1994. Mating system and the effect of heterogeneity and heterozygosity on phenotypic stability. In: VAN OOIJEN, J.W. a J. JANSEN. *Biometrics in plant breeding: applications of molecular markers*. . Wageningen, s. 19-31.
- LIAO, M., I.R.P. FILLERY a J.A. PALTA, 2004. Early vigorous growth is a major factor influencing nitrogen uptake in wheat. *Functional Plant Biology*. **2004**(31), 121–129.
- LIČKOVÁ, S., J. VAŠÁK a D. BEČKA, 2016. Zimní nitratace pšenice ozimé a Akademik Emil Špaldon. *Agromanuál*. **11**(3), 94-97.

- LONGIN, Carl Friedrich Horst, Jonathan MÜHLEISEN, Hans Peter MAURER, Hongliang ZHANG, Manje GOWDA a Jochen Christoph REIF, 2012. Hybrid breeding in autogamous cereals. *Theoretical and Applied Genetics*. **125**(6), 1087-1096. DOI: 10.1007/s00122-012-1967-7. ISSN 0040-5752. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00122-012-1967-7>
- MA, J.F., P.R. RYAN a E. DELHAIZE, 2001. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Trends in Plant Science*,. **2001**(6), 273-278.
- MARSCHNER, H., 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press Limited, 889 s.
- MCRAE, D. H., 1985. Advances in chemical hybridisation. *Plant Breeding Reviews*. (3), 169–191.
- MÜHLEISEN, J., H. P. MAURER, G. STIEWE, P. BURY a J. C. REIF, 2013. Hybrid breeding in barley. *Crop Science*. (53), 819–824. DOI: 10.2135/cropsci2012.07.0411.
- MÜHLEISEN, Jonathan, 2015. *Differences in yield performance and yield stability between hybrids and inbred lines of wheat, barley, and triticale*. Disertace. Universität Hohenheim.
- MÜHLEISEN, J., H.P. PIEPHO, H.P. MAURER, C.F.H. LONGIN a J.C. REIF, 2014. Yield stability of hybrids versus lines in wheat, barley, and triticale. *Theoretical and Applied Genetics*. **127**(2), 309-316. DOI: 10.1007/s00122-013-2219-1. ISSN 0040-5752. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00122-013-2219-1>
- NEWMAN, C.W. a R.K. NEWMAN, 2006. A brief history of barley foods Cereal Foods World. *Cereal Foods World*. (51), 4–7.
- NEWMAN, R. K. a C. W. NEWMAN, 2008. *Barley for food and health: science, technology, and products*. Hoboken: Wiley. ISBN 978-0-470-10249-7.
- NEWTON, Adrian Clive, Andrew J. FLAVELL, Timothy S. GEORGE, et al., 2011. Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security. *Food Security*. **3**(2), 141-178. DOI: 10.1007/s12571-011-0126-3. ISSN 1876-4517. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s12571-011-0126-3>
- NKEBIWE, P.M., M. WEINMANN, A. BAR-TAL a T. MÜLLER, 2016. Fertilizer placement to improve crop nutrient acquisition and yield: A review and meta-analysis. *Field Crops Research*. (196), 389-401.
- OETTLER, G., S.H. TAMS, H.F. UTZ, E. BAUER a A.E. MELCHINGER, 2005. Prospects for hybrid breeding in winter triticale: I. Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm. *Crop Sci*. (45), 1476–1482.
- PETERSON, C.J., J.M. MOFFATT a J.R. ERICKSON, 1997. Yield stability of hybrid vs. pureline hard winter wheats in regional performance trials. *Crop Sci*. (37), 116–120.
- PHILIPP, N., G. LIU, Y. ZHAO, et al., 2016. Genomic Prediction of Barley Hybrid Performance. *The Plant Genome*. **9**(2). DOI: 10.3835/plantgenome2016.02.0016. ISSN 19403372. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.3835/plantgenome2016.02.0016>

- PICKETT, A.A., 1993. *Hybrid wheat—results and problems*. Berlin: Paul Parey Scientific Publication.
- PRUGAR, J., 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pивovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV. ISBN 978-80-86576-28-2.
- RAMAGE, R.T., 1983. Heterosis and hybrid seed production in barley. In: FRANKEL, R. *Heterosis: reappraisal of theory and practice: Monographs on Theoretical and Applied Genetics*. Volume 6. Berlin Heidelberg New York: Springer, s. 71-93.
- REYNOLDS, M.P., A. PELLEGRINESCHI a B. SKOVMAND, 2005. Sink limitation to yield and biomass: a summary of some investigations in spring wheat. *The Annals of Applied Biology*. (146), 39-49.
- REŽO, L., 2020. S Hybridem na jistotu a šance, kterou je škoda nevyužít. *Syninfo*. **2020**(5-7), 17-18.
- RICHTER, R. a J. HLUŠEK, 1999. *Výživa a hnojení rostlin: I. obecná část*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 177 s.
- ROBINSON, D, 1996. Resource capture by localized root proliferation:: why do plants bother? *Annals of Botany*. **1996**(77), 179–185.
- RÖMHELD, V. a E. A. KIRKBY, 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil*. (335), 155-180.
- SPITZEROVÁ, D., 2016. Připravte porosty Hybridu na start včas. *Syninfo*. **2016**(3), 16-17.
- STOLTZ, E. a A. C. WALLENHAMMAR, 2014. Manganese application increases winter hardiness in barley. *Field Crops Research*. (164), 148-153.
- STRIEGL, Miroslav a Dana ŽÍDKOVÁ, 1993. *Základy pěstování krmného ječmene*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-055-.
- SULTENFUSS, J.H., 1999. Function of phosphorus in plants. *Better crops*. **83**(1), 6-7.
- SUNESON, C.A., 1964. Breeding techniques - Composite crosses and hybrid barley. *Barley Genet.* (1), 303-309.
- ŠAŠKOVÁ, D., 1993. *Trávy a obilí*. Praha: Artia. Člověk v přírodě. ISBN 80-858-0503-0.
- ŠPALDON, E., 1963. *Za vyšší výnosy obilnin*. Praha: Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství.
- ŠPALDON, E., M. ANDRAŠČÍK, M. BECHYNĚ, et al., 1986. *Rostlinná výroba*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- VANĚK, V., J. BALÍK, M. PAVLÍK, D. PAVLÍKOVÁ a P. TLUSTOŠ, 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-79-3.

VAŠÁK, Jan, David BEČKA, Juraj BÉREŠ, Simona LIČKOVÁ a Vlastimil MIKŠÍK, 2018. Změny v pěstitelské technologii řepky a pšenice. In: *Prosperující olejniny: Prosperous Oil Crops ... : sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze*. Praha: Česká zemědělská univerzita, s. 1-9. ISBN 978-80-213-2907-2.

VAŠÁK, Jan, Pavel CIHLÁŘ a Jaroslav URBAN, 2018. Hybridní ozimý ječmen (Hyvido) v přesných pokusech. In: *Konference Sladovnický ječmen 2018: téma: Systémy výživy ječmene ve variabilních podmínkách : 29.1.-31.1.2018*. Velká Bystřice: Spolek pro ječmen a slad, s. 72-76. ISBN 978-80-213-2829-7.

WHITE, P.J., D.J. GREENWOOD a J.P. HAMMOND, 2005. *Genetic modifications to improve phosphorus acquisition by roots*. Proceedings 568. York: International Fertiliser Society. ISBN 978-0-85310-205-2.

WYKA, Tomasz P., Agnieszka BAGNIEWSKA-ZADWORNIA, Anetta KUCZYŃSKA, Krzysztof MIKOŁAJCZAK, Piotr OGRODOWICZ, Maciej ŻYTKOWIAK, Maria SURMA a Tadeusz ADAMSKI, 2019. Drought-induced anatomical modifications of barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves: An allometric perspective. *Environmental and Experimental Botany*. (166), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.103798>.

ZIMOLKA, Josef, 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press. ISBN 80-867-2609-6.

ZIMOLKA, Josef, 2006. *Ječmen - formy a užitkové směry v České republice*. Praha: Profi Press. ISBN 80-867-2618-5.

ZIRKLE, C., 1952. Early ideas on inbreeding and crossbreeding. *Heterosis—A record of researches directed toward explaining and utilizing the vigor of hybrids*. Ames, Iowa: Iowa state college press, s. 1-13.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2019. *Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin* [online]. Praha: Český statistický úřad [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02G&z=T&f=TABULKA&skupId=386&katalog=30840&pvo=ZEM02G&evo=v1442_!_ZEM02G-celek_1

FAO, 2020. *FAOSTAT: Production - Crops* [online]. FAOSTAT [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

9 Samostatné přílohy

9.1 Fotografie z maloparcelkových pokusů ze dne 1. 7. 2019.

1)



2)



3)



4)



5)



6)

