

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Struktura výnosu a olejnatosti řepky ozimé**

**Bakalářská práce**

**Ondřej Kroužil**

**Rostlinná produkce**

**Ing. Lucie Bečková, Ph. D.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Struktura výnosu a olejnatosti řepky ozimé" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2023

---

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí této bakalářské práce, Ing. Lucii Bečkové, Ph.D. za její ochotu, cenné rady, pomoc a trpělivost při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Höckovi za svolení použít jeho pole k výzkumu pro účely této práce. Děkuji také Ing. Ondřeji Barcalovi za rady při zakládání a vedení porostu. Dále chci poděkovat své partnerce za podporu nejen při psaní této práce, ale i po celou dobu studia. Na závěr bych chtěl poděkovat všem dalším lidem, kteří mě v mém studiu podporovali a podporují.

# Struktura výnosu a olejnatosti řepky ozimé

## Souhrn

Řepka ozimá (*Brassica napus L.*) je významnou olejninou. Olej, který se získává ze semen řepky nachází využití v mnoha odvětví lidské činnosti. Dříve se zpracovával převážně pro technické účely, dnes se využívá zejména v potravinářství. To je dáno vyšlechtěním odrůd, u kterých byl snížen obsah zdraví škodlivé kyseliny erukové, a také došlo ke snížení obsahu glukosinolátů. Řepka trpí celou řadou chorob, které mají vliv na výnos. Některé roky choroby trápí pěstitele méně, jiné více. Záleží na průběhu počasí daného roku a na pěstované odrůdě. Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit, jak předčasné dozrání rostlin způsobené napadením stonkovými chorobami ovlivňuje počet šesulí, produkci semen, HTS a olejnatost semen řepky a jaké jsou rozdíly v těchto parametrech mezi jednotlivými částmi rostlin.

Vzorky pro praktickou část této práce byly získány ve vegetačním období 2021/2022 z porostu patřícímu soukromému zemědělci, Ing. Janu Höckovi ze Stolan. Dne 20.6.2022 byl pozemek zasažen krupobitím a došlo tedy k poškození porostu, což mohlo částečně zkreslit dosažené výsledky. Vzorky byly odebrány na 4 různých místech po 10 rostlinách zdravých a 10 rostlinách předčasně dozrálých. U každé rostliny následovalo rozdělení šesulí podle pozice na rostlině a jejich spočítání. Následoval výmlat semen a zvážení semen z jednotlivých částí rostlin. U směšného vzorku z 10 rostlin byla stanovena HTS a olejnatost semen na terminálu, větvích 1. řádu a větvích 2. řádu.

Z výsledků pokusu vyplývá, že na výnosu se nejvíce podílí větve 1. řádu (68,7 %), pak následuje terminál (23,2 %) a nakonec větve 2. řádu (8,1 %). Toto platí pro rostliny zdravé i předčasně dozrálé. U předčasně dozrálých rostlin však stoupá význam terminálu a větví 1. řádu, protože větve 2. řádu se u předčasně dozrálých rostlin podílí na výnosu už jen ze 3 %. Produkce semen dosahovala u předčasně dozrálých rostlin jen 45% produkce zdravých rostlin.

HTS předčasně dozrálých rostlin byla na všech částech rostlin statisticky průkazně nižší než u zdravých rostlin. HTS byla u zdravých i předčasně dozrálých rostlin nejvyšší na terminálu. Následovaly větve 1. řádu. Nejnižší HTS měly větve 2. řádu. Statisticky průkazný rozdíl byl však jen mezi terminálem a větvemi 1. a druhého řádu. Průměrná HTS všech vzorků byla na terminálu 6,028 gramů. Větve 1. řádu měly průměrnou HTS 5,415 gramů a větve 2. řádu měly průměrnou HTS 5,123 gramů.

Olejnatost semen byla statisticky průkazně vyšší u předčasně dozrálých rostlin. Rozdíl mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami byl na terminálu 1,71 %, u větví 1. řádu 1,27 % a u větví 2. řádu 2,12 % olejnatosti. V případě olejnatosti jsme nezjistili statisticky průkazné rozdíly mezi semeny z různých částí rostliny. Průměrné hodnoty olejnatosti byly na terminálu 45,69 %, na větvích 1. řádu 45,72 % a na větvích 2. řádu 44,54 %.

Z dosažených výsledků vyplývá, že zdravotní stav rostlin řepky ozimé je velmi důležitý, neboť u rostlin předčasně dozrálých vlivem stonkových chorob dochází k snížení počtu šesulí, poklesu HTS a následně k snížení výnosu na 45 % v porovnání se zdravými rostlinami. Vyšší olejnatost u předčasně dozrálých rostlin tuto ztrátu nemůže kompenzovat.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, výnos, HTS, olejnatost, terminál, větve 1. řádu, větve 2. řádu

# Structure of winter oilseed rape yield and oil content

## Summary

Winter rapeseed (*Brassica napus L.*) is an important oil seed crop. The oil obtained from rapeseed is used in many branches of human activity. Previously, it was mainly processed for technical purposes, today it is mainly used in the food industry. This is due to the breeding of varieties in which the content of harmful erucic acid has been reduced and the content of glucosinolates has also been reduced. Rapeseed suffers from a number of diseases that affect yield. The diseases bother farmers less in some years, in other years more. It depends on the course of the weather of the given year and on the cultivated variety. The aim of this bachelor's thesis was to evaluate how premature ripening of plants caused by attack by stem diseases affects the number of pods, seed production, TSW and oil content of rapeseed and what are the differences in these parameters between individual plant parts.

The samples for the practical part of this work were obtained in the 2021/2022 growing season from a stand belonging to a private farmer, Ing. Jan Höck from Stolany. On June 20, 2022, the land was hit by a hailstorm and the vegetation was partly damaged, which could partially distort the achieved results. Samples were taken at 4 different locations of 10 healthy plants and 10 prematurely matured plants. For each plant, pods were divided according to their position on the plant and counted. This was followed by weighing the seeds from individual parts of the plants. In a mixed sample of 10 plants, TSW and seed oil content were determined on terminal, 1st order branches and 2nd order branches.

The results of the experiment show that the 1st order branches contribute the most to the yield (68.7 %), followed by the terminal (23.2 %) and finally the 2nd order branches (8.1 %). This applies to both healthy and prematurely ripened plants. In prematurely ripened plants, however, the importance of the terminal and 1st order branches increases, as the 2nd order branches contribute to the yield in prematurely ripened plants by only 3 %. Seed production in prematurely ripened plants was only 45 % of that of healthy plants.

The TSW of prematurely ripened plants was statistically significantly lower than that of healthy plants on all plant parts. TSW was highest at the terminal in both healthy and prematurely ripened plants. The branches of the 1st order followed. The branches of the 2nd order had the lowest TSW. However, there was a statistically significant difference only between the terminal and the branches of the 1st and 2nd order. The average TSW of all samples was 6.028 grams at the terminal. The 1st order branches had an average TSW of 5.415 grams and the 2nd order branches had an average TSW of 5.123 grams.

Oil content was statistically significantly higher in prematurely ripened plants. The difference in oil content between healthy and premature ripened plants was 1.71 % on the terminal, 1.27 % on the 1st order branches and 2.12 % on the 2nd order branches. In the case of oil content, we did not find statistically significant differences between seeds from different parts of the plant. Average oil content values were 45.69 % on the terminal, 45.72 % on the 1st order branches and 44.54 % on the 2nd order branches.

The obtained results show that the health status of winter rapeseed plants is very important, because in plants that have matured prematurely due to stem diseases, there is a

reduction in the number of pods, a decrease in TSW and subsequently a reduction in yield to 45 % compared to healthy plants. The higher oil content of prematurely ripened plants cannot compensate for this loss.

**Keywords:** winter rapeseed, yield, TSW, oil content, terminal, 1st order branches, 2nd order branches

<b>1</b>	<b>Obsah</b>	
<b>2</b>	<b>Úvod</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Pěstování a využití řepky olejky</b>	<b>11</b>
4.1.1	Původ řepky olejky	11
4.1.2	Historie pěstování řepky	11
4.1.3	Význam a využití řepky	12
4.1.4	Současná situace v České republice a budoucí vývoj	14
<b>4.2</b>	<b>Biologická charakteristika řepky</b>	<b>14</b>
4.2.1	Popis rostliny	14
4.2.2	Životní cyklus řepky ozimé	14
4.2.3	Složení řepkového semene	15
<b>4.3</b>	<b>Výnos a jeho tvorba</b>	<b>15</b>
4.3.1	Počet rostlin na 1 m <sup>2</sup>	16
4.3.2	Počet šešulí	16
4.3.3	Počet semen	17
4.3.4	HTS	17
4.3.5	Obsah oleje	18
4.3.6	Výživa rostlin	18
<b>4.4</b>	<b>Faktory ovlivňující HTS a olejnatost</b>	<b>19</b>
4.4.1	Faktory ovlivňující HTS	19
4.4.2	Olejnatost	20
4.4.3	Rozdíly v HTS a olejnatostí mezi terminálem a větvemi	21
<b>4.5</b>	<b>Stonkové choroby způsobující předčasné dozrávání</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Metodika</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Charakteristika lokality</b>	<b>23</b>
5.1.1	Půda	23
<b>5.2</b>	<b>Agrotechnika pokusu</b>	<b>23</b>
<b>5.3</b>	<b>Postup sběru dat</b>	<b>25</b>
5.3.1	Práce v terénu	25
5.3.2	Práce v laboratoři	25
<b>5.4</b>	<b>Charakteristika použitých hnojiv</b>	<b>26</b>
5.4.1	LAD 27	26
5.4.2	Síran amonný	26
5.4.3	Borosan Forte	26
5.4.4	Kejda prasat	26

5.4.5	Hořká sůl.....	26
5.4.6	YaraTera KristaMap .....	26
5.4.7	DAM 390 .....	26
<b>5.5</b>	<b>Charakteristika použité odrůdy řepky .....</b>	<b>27</b>
<b>5.6</b>	<b>Hodnocení dat.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>Počet šesulí a produkce semen u zdravých a předčasně dozrálých rostlin</b>	<b>28</b>
6.1.1	Počet šesulí .....	28
6.1.2	Podíl terminálu a větví na celkovém počtu šesulí na rostlině.....	29
6.1.3	Produkce semen .....	30
6.1.4	Podíl terminálu a větví na celkové produkci semen .....	31
<b>6.2</b>	<b>HTS u zdravých a předčasně dozrálých rostlin .....</b>	<b>33</b>
6.2.1	Porovnání HTS zdravých a předčasně dozrálých rostlin.....	33
6.2.2	Pokles HTS na větvích v porovnání s terminálem.....	34
<b>6.3</b>	<b>Olejnatost semen u zdravých a předčasně dozrálých rostlin .....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>36</b>
<b>7.1</b>	<b>Počet šesulí.....</b>	<b>36</b>
<b>7.2</b>	<b>Produkce semen.....</b>	<b>37</b>
<b>7.3</b>	<b>HTS.....</b>	<b>37</b>
<b>7.4</b>	<b>Olejnatost.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>



## 2 Úvod

Řepka olejka je po palmě olejné a sóje třetí nejvýznamnější olejnina světa v produkci oleje. Největším producentem řepky je EU s podílem cca 19 miliónů tun semen. Ze zemědělského hlediska patří mezi zlepšující plodiny. Díky svému mohutnému kořenovému systému je schopna přijímat živiny z velkých hloubek a zároveň půdu provzdušňuje. Řepka je na poli 11 měsíců v roce a tím výrazně přispívá ke zmírnění eroze půdy. Dalším pozitivem je velké množství posklizňových zbytků, které slouží jako zásobárna živin pro následující plodinu.

Řepkový olej nalézá využití v mnoha oborech lidské činnosti. Dnešní moderní odrůdy řepky, tzv. „00“ odrůdy, které mají snížený obsah zdraví škodlivé kyseliny erukové a snížený obsah glukosinolátů, se dají použít i v krmivářství a potravinářství. V krmivářství se využívají zbytky po lisování oleje jako náhrada sójového šrotu. V potravinářství se v domácnostech využívá řepkový olej ve studené i teplé kuchyni. Další oblastí je oleochemie, kde se řepkový olej využívá jako základní složka pro výrobu paliv, maziv, kosmetiky, výbušnin, detergentů a podobně.

Řepka je pro zemědělce zajímavá komodita i z ekonomického hlediska, kdy se výkupní cena pohybuje kolem 13 000 Kč za tunu. Výkupní cenu ale ovlivňuje množství oleje obsaženého v semenech řepky. Pokud olejnatost semen nedosahuje hodnoty stanovené výkupcem (obvykle minimálně 40 %), tak dochází ke srážkám z výkupní ceny.

Předmětem bakalářské práce je shromáždění současných poznatků o faktorech ovlivňující olejnatost a hmotnost tisíce semen. Dále se práce zabývá rozdíly v olejnatosti a HTS mezi terminálem a větvemi řepky.

V experimentální části jsou zkoumány rozdíly v produkci semen, HTS a olejnatosti semen řepky mezi terminálem a větvemi řepky a zároveň se porovnává produkce semen, HTS a olejnatost mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami.

Cílem tohoto výzkumu byla snaha zjistit, která část rostliny se nejvíce podílí na výnosu. Dalším cílem bylo zjistit jaké jsou rozdíly v HTS a olejnatosti mezi rostlinami zdravými a předčasně dozrálými a jestli tyto rozdíly jsou statisticky průkazné.

### 3 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na řepku olejku. Zejména na tvorbu výnosu a faktory ovlivňující HTS a olejnatost semen řepky. V experimentální části bylo cílem vyhodnotit produkci semen, HTS a olejnatost semen řepky na jednotlivých částech rostlin (terminál, větve 1. řádu, větve 2. řádu). V pokusu se porovnávaly varianty zdravých a předčasně dozrálých rostlin.

Konkrétními cíli bylo:

1. Vyhodnocení hmotnosti vzorků ze jednotlivých částí rostlin
2. Vyhodnocení HTS z jednotlivých částí rostlin
3. Vyhodnocení olejnatosti z jednotlivých částí rostlin
4. Porovnání naměřených výsledků mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Pěstování a využití řepky olejky

#### 4.1.1 Původ řepky olejky

Geografický původ řepky olejné se nachází ve středomoří, kde se také nacházejí brukev zelná a řepice (Vašák et al., 2000). Pro genetický původ řepky olejné platí hypotéza o zpětném křížení řepice a brukve zelné, kdy řepice měla 18 chromozómů a brukev zelná 20 chromozómů. Jejich křížením vznikla řepka olejka s 38 chromozómy (Baranyk et al., 2007). Tuto hypotézu ověřilo několik genetických rekonstrukcí, které daly vzniknout syntetickým odrůdám řepky, které jsou využívány ve šlechtitelství (Baranyk et al., 2007). Navzdory přítomnosti jejich předchůdců nebyl ve volné přírodě zaznamenán výskyt divoké řepky (Chèvre et al., 2004).

#### 4.1.2 Historie pěstování řepky

Olejniny jsou jedním z nejstarších plodin, které byly pěstovány člověkem. Pěstování řepky lze vysledovat už do starého Říma, do oblastí, kde kvůli podnebí nebylo možné pěstovat olivy, nebo jiné významné druhy olejin. Avšak až do 19. století historické prameny nerozlišovaly mezi řepkou a řepicí, takže lze s jistotou určit, že se pěstovaly rostliny z čeledi brukvovitých (Urešová, 2020). Semena brukvovitých se našla i ve starém Egyptě, ve starogermánských hrobech, a i na území dnešního Švýcarska (Baranyk et al., 2007). Pěstování na území Čech lze dohledat až do 8. – 10. století n.l., kdy se historické prameny zmiňují o využívání semen řepky tuřinu na výrobu olejů a mýdla (Vašák et al., 2000). Původně se rostliny z čeledi brukvovitých pěstovaly jako zeleniny, postupem času se začala semena řepky a řepice (v roce 1682 vyšla tzv. instrukce frýdlantská, která již rozlišovala řepku a řepici (Baranyk et al., 2007) využívat pro výrobu olejů na svícení či mazání a pro výrobu mýdel (Vašák et al., 2000). Velký rozmach pěstování nastal společně s růstem měst, respektive manufaktur, hutnictví a průmyslu. Během panování Marie Terezie a jejího syna, Josefa II., bylo usilováno o rozšíření pěstování řepky. Z důvodu vysoké náročnosti pěstování však nebyla mezi sedláky oblíbená (Baranyk et al., 2007). Díky pěstování řepky se v Čechách a na Moravě zaváděl systém střídání plodin. Z tohoto důvodu byli propagátoři pěstování řepky zároveň propagátoři nových zemědělských postupů (např. F. X. Horský) (Baranyk et al., 2007). V období 1880–1899 činila průměrná výměra řepky 17 930 ha. V roce 1899, po rozšíření využití plynu, petroleje a ropných produktů klesla výměra na 12 868 ha (velký vliv na snížení ploch mělo i rozšíření pěstování cukrovky a rozšíření nosatce *Baridius lepidii*) (Vašák et al., 2000). Po vzniku československé republiky dále klesal význam pěstování olejin (v roce 1930 se na území Československa řepka pěstovala na 1073 ha) (Baranyk et al., 2007). V meziválečném období se konzumovaly hlavně živočišné tuky. Dále se sem dovážely tuky a oleje z tropů a subtropů (Vašák et al., 2000). V tomto období nastal rozvoj výzkumu a šlechtění řepky, kterého se účastnily pražská i brněnská zemědělská fakulta (Baranyk et al., 2007). Po vzniku protektorátu bylo pěstování řepky direktivně nařízeno až na ploše 37 847 ha v roce 1944 (Vašák et al., 2000). Vlivem direktivního pěstování a nedostatkem materiálních vkladů byly ale výnosy nízké (Baranyk et al., 2007). Příznivý vývoj pěstování řepky nastal po roce 1970. V toto období se díky nástupu selektivních herbicidů s účinnou látkou trifluralin změnilo pěstování řepky z širokořádkové plodiny, kterou bylo třeba plečkovat, na plodinu vysévanou do úzkých obilních řádků. Byl to také počátek hnojení vysokými dávkami průmyslových hnojiv. Od roku 1974 se začíná

pěstovat řepka se sníženým podílem kyseliny erukové (Vašák et al., 2000). Od počátku 80. let 20. století se v Československu začíná pěstovat řepka bez kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů (tzv. dvou nulová řepka, nebo „00“ řepka) (Baranyk et al., 2007). V roce 1983 vzniklo sdružení s názvem „Systém výroby řepky“ (SVŘ), kde se sdružily Vysoká škola zemědělská v Praze, podniky zpracovatelského průmyslu a vybraní pěstitelé (Baranyk et al., 2007). Cílem SVŘ bylo vytvořit metodiku pěstování řepky, aby se zvýšil výnos a snížily zaorávky. SVŘ také značně přispěl ke zlepšení ochrany proti škůdcům a ke zpřesnění hnojení dusíkem (Vašák et al., 2000). Po roce 1990 ze SVŘ vzniká „Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin“ (Baranyk et al., 2007).

### 4.1.3 Význam a využití řepky

Možnosti využití řepky jsou velice široké. Waraich et al. (2020) tvrdí, že je řepka ze všech olejnin nejdůležitější. Své uplatnění najde v potravinářství, jako surovina pro lidskou výživu. Je známo, že konzumace potravin bohatých na antioxidanty je spojena s nižším rizikem srdečních onemocnění, ischemické cévní mozkové příhody, rakoviny a dalších chronických onemocnění. Řepkový olej je důležitý zdroj látek souvisejících se zdravím, včetně polyfenolů, sterolů, flavonoidů, tokoferolů, fosfolipidů v lidské stravě (Szydłowska-Czerniak, 2013).

Dále je možné využít řepku jako krmivo pro hospodářská zvířata, hlavně extrahované šroty nebo pokrutiny jsou součástí krmných směsí. Řepka je také využívána pro zelené hnojení, či jako zelené krmení (Vašák et al., 2000).

V chemickém průmyslu se využívá řepkový olej jako ekologické mazadlo, či jako zdroj obnovitelné energie místo využívání fosilních zdrojů (tzv. bionafta) (Vašák et al., 2000).

Řepkové semeno je také významný předmět obchodování. V několika posledních letech objem vývozu převyšoval objem dovozu. Nejvyšší objem vývozu byl v letech 2013/2014, kdy se vyvezlo 529,2 tisíc tun řepkového semene (Šindelková, 2020). V posledních letech se ale trend obrátil a v období od ledna do listopadu 2020 bylo vyvezeno jen 213,4 tisíc tun řepkového semene, a naopak ze zahraničí se dovezlo 268,8 tisíc tun řepkového semene (Šindelková, 2020). Mezi hlavní země, které k nám dovážejí řepkové semeno patří Slovensko, Polsko, Rusko a Nizozemsko. Česká republika naopak nejčastěji exportuje řepkové semeno do Německa, Slovenska a Polska (Šindelková, 2020).

Po roce 1989 se také řepkou nahrazoval úbytek ploch s krmnými plodinami. Díky tomu se řepkou udržuje obsah humusu v půdě a má i fyto-sanitární účinky (Vašák et al., 2000). Řepka také pomáhá proti půdní erozi. V osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin je to výborný přerušovač obilních sledů (Zhang & Malhi, 2010) (Alpmann et al., 2009).

#### 4.1.3.1 Technické využití

Nejvýznamnějším produktem řepky je řepkový olej. Ze semen se získává pomocí lisu, při takzvaném lisování za studena (Alpmann et al., 2009). Řepkový olej lze využít jako palivo pro motorová vozidla. Pokud se použije standardizovaný řepkový olej, tak jen v kombinaci s upraveným spalovacím motorem, který se liší od klasických spalovacích motorů (Alpmann et al., 2009). Pro použití řepkového oleje v klasických vznětových motorech je potřeba olej upravit transesterifikací (chemická reakce řepkového oleje s metylalkoholem). Tímto procesem vzniká MEŘO (metyléster řepkového oleje) neboli bionafta. Ta už má podobné parametry (parametry bionafty jsou upraveny českými a evropskými normami ČSN EN 14214 a ČSN 65 6516) jako klasická nafta (Baranyk et al., 2007). Vedoucí zemí ve využívání motorových paliv z rostlinných olejů je Německo. Zhruba 15 %

(200–300 tisíc tun) tvoří právě palivo z řepky a dopravních prostředků spalujících palivo z řepky je v provozu cca 5000. Podstatnou část tvoří traktory a jiné pracovní stroje určené spíše do terénu (Malça & Freire, 2009). Je třeba zmínit, že směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES uvádí, že výroba biopaliv přispěje ke zvýšení produktivity zemědělství a napomůže socioekonomickému rozvoji v souladu s principy udržitelného rozvoje (Chodkowska-Miszczuk & Szymańska, 2016).

Dalším významným produktem získávaným z řepkového oleje je glycerol. Ten vzniká při reesterifikaci řepkového oleje (Baranyk et al., 2007). Ten se používá v kosmetických přípravcích (krémy, mýdla, zubní pasty), jako změkčovadlo při výrobě plastických hmot, při výrobě žvýkaček, léčiv nebo výbušnin.

Mezi další možnosti technického využití řepkového oleje patří výroba hydraulických kapalin, vazelín, laků, vosků, plastických hmot, solí a podobně (Baranyk et al., 2007).

Zajímavým využitím řepky je také spalování řepkových pelet – slisovaných zbytků řepky po extrakci oleje. Výsledky pokusů se spalováním těchto pelet ukazují, že jejich výhřevnost je skoro stejná jako při spalování černého uhlí. Oproti uhlí má spalování pelet výhodu v tom, že se jedná o plně obnovitelný zdroj (Ciunel & Klugmann-Radziemska, 2014).

#### 4.1.3.2 Potravinářské využití

V potravinářské oblasti lze řepkový olej využít pro výrobu stolních a fritovacích olejů. K výrobě se používá výhradně řepka „00“, kde je zajištěn nízký obsah kyseliny erukové a glukosinolátů. Olej se lisuje tzv. za studena šnekovým lisem (Alpmann et al., 2009). Výhodou pro lidskou výživu je, že dobře snáší vyšší teploty a má delší trvanlivost oproti ostatním rostlinným olejům. Další výhodou je že oproti sójovému oleji obsahuje méně nasycených mastných kyselin, které jsou pro organismus nežádoucí (Baranyk et al., 2007).

Objevují se i studie, které dokazují pozitivní vliv konzumace řepkového oleje na inzulínové reakce a diabetes (West et al., 2005). Řepkový olej a rostlinné oleje obecně jsou z chemického hlediska estery vyšších mastných kyselin a trojsytného alkoholu glycerolu. Výhodou řepkového oleje v porovnání s ostatními rostlinnými oleji je nízký (5,3 g/100 g) obsah nasycených mastných kyselin (vysoký obsah je příčinou růstu hladiny tzv. špatného cholesterolu) (Baranyk et al., 2007). V Kanadě se díky svému složení jedná o nejvíce konzumovaný jedlý olej (Dupont et al., 1989).

#### 4.1.3.3 Krmivářské využití

Extrahovaný šrot (případně výlisky nebo drcená semena) je vedlejší produkt při získávání řepkového oleje (Alpmann et al., 2009). Je to významná bílkovinná součást krmných směsí pro hospodářská zvířata. Těmito šroty (z řepky „00“) lze do určité míry nahrazovat šroty sójové, které se musí do ČR z velké části dovážet (Baranyk et al., 2007). Mezi zemědělci stále panují obavy z obsahu glukosinolátů a tím pádem i nepříznivě ovlivněný příjem potravy hospodářských zvířat. Tyto obavy jsou však už v dnešní době z větší části neopodstatněné, neboť se používají odrůdy výhradně „00“ řepky, které obsahují jen zlomek glukosinolátů (Alpmann et al., 2009).

Egger et al. (2007) u dojných krav zkoumal vliv zkrmování řepky na užitkovost a složení mléka. Přidání celého řepkového semene do krmné směsi dojným kravám nemělo žádný vliv na užitkovost a složení mléka. Byla zaznamenána pozitivní změna v profilu mastných kyselin (MK) v mléce, konkrétně nárůst mononenasycených MK a pokles nasycených MK.

#### 4.1.4 Současná situace v České republice a budoucí vývoj

Řepka olejná je hlavní olejninou pěstovanou v České republice. Hlavní důvod je její dobrá rentabilita, která vedla k nárůstu ploch, ale během posledních let se osevní plochy snižují. Jedním z důvodů je i postupné omezování přípravků na ochranu rostlin (Šindelková, 2020). Osevní plocha se v České republice od roku 2018 do roku 2020 snížila o 58 000 ha na 355 tisíc ha (Bečka et al., 2022). Průměrný výnos se za posledních pět let (2017–2021) pohybuje kolem 3,19 t/ha (Cieslar, 2022). V roce 2022 se však osevní plocha řepky zvýšila o 10 % na 352 tisíc hektarů (Cieslar, 2022). Budoucí vývoj je době psaní této práce (invaze Ruska na Ukrajinu) těžké odhadnout. Před invazí se začínal v EU prosazovat nejen v oblasti zemědělství tzv. European green deal (Evropská zelená dohoda), která stanovovala směr, kterým by se evropské zemědělství mělo ubírat. Pro zemědělce to znamená snižování spotřeby pesticidů, snižování hnojiv, rozšiřování ekologického zemědělství, vyloučení části půdy na neproduktivní účely a rozšíření podpory na pokročilá biopaliva (Bečka et al., 2022).

## 4.2 Biologická charakteristika řepky

Řepka olejná je krytosemenná, vyšší dvouděložná rostlina z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) (Edwards & Hertel, 2011). Ve světě se pěstují dvě formy řepky: ozimá a jarní. Ozimá forma se pěstuje hlavně v Evropě, některých oblastech Číny a na východě USA. Jarní forma se pěstuje v Kanadě, v Číně a Austrálii. Přední světoví producenti řepky jsou EU, Čína, Kanada a Indie (Kumar et al., 2015).

### 4.2.1 Popis rostliny

Kořen řepky je mohutný a křulový (Vašák et al., 2000). Délka kořene se pohybuje od 1,1 metru do 1,75 metru (Baranyk et al., 2007). Lodyha dosahuje délky od 1,2 metru do 2,2 metru. Listy mají lyrovitý tvar, z jejich úžlabí vyrůstá 6–8 větví prvního řádu (ty se dále větví). Květ bývá jasně žlutý, někdy světle žlutý nebo bílý. Plodem je dvouřadá šesňule s blanitou přepážkou, ve které bývá 15–20 tmavých semen. HTS se pohybuje kolem 5 gramů. Řepka je fakultativně cizosprašná rostlina, kdy opylení zajišťuje z více než 90 % hmyz (hlavně včely; v menší míře čmeláci a mouchy) a z méně než 10 % vítr (Vašák et al., 2000).

### 4.2.2 Životní cyklus řepky ozimé

Růst a vývoj ozimé řepky trvá 11–12 měsíců (Pulkrábek et al., 2003). Její životní cyklus se rozděluje na 2 období: vegetativní a generativní (Baranyk et al., 2007). V období mezi listopadem a březnem dochází k překrývání obou fází (Pulkrábek et al., 2003). Vegetativní fáze probíhá hlavně na podzim, kdy se tvoří vegetativní orgány (kořenový systém a listová růžice) (Baranyk et al., 2007). Pulkrábek et al. (2003) uvádí, že podzimní rozvoj listové plochy je důležitý pro ukládání zásobních látek. Tyto zásobní látky jsou ukládány do kořenů a kořenového krčku (Pulkrábek et al., 2003). Baranyk et al. (2007) tvrdí, že na podzim jsou již tyto zásobní látky využity pro základní tvorbu generativních orgánů. Pro přechod z vegetativní fáze do fáze generativní musí řepka překonat období určitého období nízkých teplot, tzv. jarovizace (Baranyk et al., 2007). Pulkrábek et al. (2003) a Baranyk et al., (2007) tvrdí, že teploty pro jarovizaci se pohybují v rozmezí 2–8°C po dobu 30–60 dní. Dle

Schönbergera (2022) začíná regenerace rostlin řepky na růst biomasy na jaře, když teploty stoupnou nad hranici 4°C a kořeny začnou tvořit nové bílé vlášení. Po této fázi se objevuje růst stonku, který je spojen s tvorbou pupat (Pulkrábek et al., 2003). Schönberger (2022) upřesňuje, že mezi začátkem dloužení a stádiem pupat (kdy jsou pupata jasně viditelná) potřebuje řepka 15–25 dnů. Od stádia pupat do začátku kvetení to trvá 6–10 dnů (Schönberger, 2022). Délka kvetení závisí na teplotě a na zásobení vodou a na slunečním záření (Schönberger, 2022). Dle Schönbergera (2022) nedostatečné zásobení vodou zkracuje dobu kvetení, při vysoké intenzitě záření je kvetení rychlejší a při zatažené obloze a vysokém podílu infračerveného záření trvá kvetení mnohem déle. V průměru se doba kvetení pohybuje mezi 18–30 dny (Schönberger, 2022). Následná zralost je závislá na odrůdě řepky. U raných odrůd je zralost po 55–70 dnech po odkvětu, pozdnější odrůdy dozrávají po 60–80 dnech (Schönberger, 2022).

### 4.2.3 Složení řepkového semene

Řepkové semeno se skládá z několika složek. Největší část tvoří olej (tzv. triglycerid nebo triacylglycerol, cca 38 %). Další významnou složkou řepkového semene jsou dusíkaté látky (hrubé bílkoviny, cca 22 %), které jsou důležité ve výživě zvířat (pokrutiny). Mezi další významné součásti se dá zařadit vláknina (celulóza, lignin, cca 10 %). Řepkové výlisky obsahují zhruba 2x více vlákniny než výlisky sójové. Tím je ovlivněna stravitelnost živin. V dnešních odrůdách „00“ řepky se stále vyskytují i antinutriční látky (sice v malé míře, ale i tak je s nimi nutno počítat). Významné antinutriční látky jsou glukosinoláty (glykosidy, cca 4 %). Tyto látky jsou pro zvířata málo škodlivé, ale podléhají enzymové hydrolýze a chemickému štěpení. Tyto látky už však toxické jsou. Dalšími látkami obsaženými v řepkovém semeni jsou taniny a sinapin. Obsah těchto látek se pohybuje od 0,1 – 5 % a jsou to látky, které zhoršují chuť. Významná antinutriční látka je S-metyl-sulfoxid (SMCO). Je obsažena v biomase řepky a při nadměrné konzumaci může vést i k úmrtí zvířat, kdy dochází ke změnám v játrech, slezině, srdeční svalovině, nebo ledvinách a zvíře ztrácí motorickou koordinaci. Toto se hlavně projevuje v zimě u vysoké zvěře, když není řádně přikrmována myslivci, a tak je zvěř odkázána hlavně na zelená pole s řepkou. S obsahem cca 2,5 % je součástí řepkového semene i fyтин (sůl kyseliny fyтинové). Obsahuje fosfor, který je těžko metabolizovatelný a snadno tvoří sloučeniny s vápníkem, hořčíkem, zinkem, železem a mědí a tím pádem se snižuje využitelnost v krmivu pro hospodářská zvířata (Baranyk et al., 2007).

## 4.3 Výnos a jeho tvorba

Jako výnos se označuje produkt fotosyntetické výkonnosti porostu, který je složen z rostlin a dalších organismů rozmístěných v prostoru, mezi nimiž dochází k mezidruhové i vnitrodruhové konkurenci (Vašák et al., 2000). V zemědělství rozeznáváme dva druhy výnosu, biologický a hospodářský. Biologický výnos tvoří podzemní a nadzemní části řepky (většinou vyjádřený sušinou). Hospodářský výnos je výnos hospodářsky využitelné části rostliny. V případě řepky to je semeno s alespoň 40 % olejnatostí a obsahem bílkovin do 25 %. Poměr mezi hospodářským a biologickým výnosem se nazývá sklizňový index (HI, harvest index) (Baranyk et al., 2007).

U řepky jsou hlavními výnosotvornými prvky HTS (hmotnost tisíce semen), počet šešulí na 1 rostlinu, počet semen v šešuli a počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Výnosotvorné prvky se vyvíjejí postupně, i když dochází k určitému překrývání. Počet semen je stanoven dlouho před květem, počet šešulí je

stanoven přibližně v době květu a HTS mezi květem a zralostí. HTS je z výnosotvorných prvků nejméně variabilní, protože je z velké části dána genetickým potenciálem odrůdy.

Na výnosu řepky se nejvíce podílejí větve 1. řádu, kterých bývá zpravidla 6–8 na rostlinu. Tyto větve mají podíl na výnosu cca 50 % – 60 %. Větve 2. řádu se na výnosu podílejí z (Edwards & Hertel, 2011) 10 % – 20 %. Terminál (hlavní osa květenství) se na výnosu podílí z cca 25 % - 35 %. Význam terminálu stoupá s každým zhoršujícím vlivem, např. při pozdním setí, v přehoustlých, nebo nedostatečně hnojených porostech stoupá podíl terminálu na výnosu i přes 50 % (Vašák et al., 2000).

#### 4.3.1 Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>

Baranyk et al. (2007) uvádí, že počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> určuje autoregulační schopnost a konkurenční vztahy jednotlivých výnosotvorných prvků. V publikaci Brassica Oilseeds: Production and Utilization (Kimber & McGregor, 1995) se píše, že řepka má vysokou schopnost kompenzovat měnící se počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Z toho vyplývá, že výnos nemusí být ovlivněn při nižším počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup>.

Ve studii provedené v Kanadě (Angadi et al., 2003) v letech 1999–2001 se uvádí, že snížení počtu jedinců z 80 na 40 na m<sup>2</sup> nemělo při pravidelném rozmístění rostlin žádný vliv na výnos semen. Snížení počtu jedinců na 20 na m<sup>2</sup> snížilo výnos řepkového semene o 20 % až 36 % v závislosti na ročníku. Pokud počet jedinců klesl pod 20 jedinců na m<sup>2</sup>, nastal výrazný pokles výnosu semen. Například při snížení počtu jedinců na 10 a 5 došlo ke snížení výnosu o 42 až 92 % v porovnání s výnosem při počtu 80 jedinců na m<sup>2</sup> a v závislosti na ročníku.

Kuchtová & Vašák (2004) doporučují, na základě jejich pokusů, volit porosty řidší než 60 rostlin / m<sup>2</sup>. Při počtu rostlin vyšším než 60 jedinců / m<sup>2</sup> dochází k významné redukci generativních orgánů (Kuchtová & Vašák, 2004).

V litevské studii (Balodis & Gaile, 2010) bylo zkoumáno přezimování rostlin při různém počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Autoři uvádí, že vyšší úspěšnost při přezimování mají porosty s nižším počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Dále ve své studii autoři uvádějí, že ani podzimní aplikace fungicidů jako růstového regulátoru neměla v obou letech, kdy probíhal pokus, významný vliv na přezimování.

Ideálním porostem z hlediska výnosotvorných prvků je porost, kde se počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> pohybuje kolem 40 kusů, počet semen v šesulích je větší než 20 a HTS je větší než 5 gramů (Baranyk et al., 2007). Schönberger (2023) tvrdí, že optimální hustota porostu závisí na délce podzimního růstu. To znamená, že čím déle může řepka na podzim růst, tím více prostoru jednotlivé rostliny potřebují.

#### 4.3.2 Počet šesulí

Šesule hrají klíčovou roli při ochraně vyvíjejících se semen řepky před škůdci a patogeny. Kromě této ochranné funkce bylo dokázáno, že fotosynteticky aktivní stěna šesule přispívá asimiláty a živinami k růstu semen (Bennett et al., 2011).

Potenciální počet šesulí je z velké části určen na začátku kvetení. Konečný počet šesulí je řízen dostupností asimilátů jak před, tak i během kvetení. Růst rostliny před zahájením tvorby šesulí ovlivňuje potenciální počet šesulí prostřednictvím jeho vlivu na počet listů. Ten ovlivňuje počet potenciálních míst pro větve v paždí listu (Edwards & Hertel 2011).

Ztráty šesulí a semen jsou vyšší ve více zastíněných, spodních částech rostliny, zejména u hustého porostu. Na větvích vyššího řádu méně květů tvoří šesule a počet semen v šesuli se snižuje.



Hustá rostlina znamená větší konkurenci mezi šesulemi. Přežití šesulí a semen je největší na vrcholu terminálu a na horních větvích, kam dopadá více slunečního záření (Edwards & Hertel 2011).

Počet šesulí dosahuje konečných hodnot krátce po odkvětu. U velmi hustých porostů však některé šesule nemusí dozrát kvůli zastínění a nedostatku asimilátů z fotosyntézy. Důvodem je to, že na spodní části rostliny dopadá málo světla a to znamená, že není k dispozici dostatek asimilátů k růstu a dozrávání šesulí v nižších patrech. Počty šesulí na všech větvích se zvyšují s aplikací dusíkatých hnojiv (Edwards & Hertel, 2011). Dále lze počty šesulí na rostlině navýšit snížením počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Angadi et al., 2003). Dle Angadiho et al. (2003) je počet šesulí necitlivější ze všech výnosotvorných prvků a je určen spíše přežitím větví, poupat, květů a mladých šesulí než potenciálním počtem květů a šesulí. Schönberger (2023) tvrdí, že počet šesulí na rostlinu, nebo počet šesulí na m<sup>2</sup> je rozhodující výnosovou charakteristikou, přičemž cca 20 % šesulí řepky náleží k hlavnímu stonku (zde se tvoří 25 % semen). Hlavní stonek a 4 horní větve tvoří dohromady dvě třetiny semen na rostlině (Schönberger, 2023). Téměř 40 % semen se tvoří na spodních větvích (Schönberger, 2023).

### 4.3.3 Počet semen

Počet semen v šesuli je závislý na poloze šesulí na rostlině (Baranyk et al., 2007). Baranyk et al. (2007) dále uvádí, že na vrcholovém květenství je nejvíce semen v šesuli. Dále uvádí že počet semen v šesuli se snižuje u spodních partií větví 2. a dalšího řádu (Baranyk et al., 2007). Schönberger (2023) tvrdí, že počet semen v šesuli závisí nejenom na poloze na rostlině, ale i na délce a intenzitě oplození. Z toho vyplývá, že šesule na terminálu a na horních větvích jsou lépe osvětleny a mají více času na oplození, takže produkují více semen (v šesuli) než spodní větve (Schönberger, 2023). Potenciální počet semen v šesuli se pohybuje v rozmezí 15–25, v závislosti na odrůdě (Edwards & Hertel, 2011). Pulkrábek et al. (2003) uvádí počet semen v šesuli 20–30. Zároveň ale dodává, že to je pouze teoretický počet, kdy je tento počet redukován agroekologickými vlivy. Jako reálný počet udává 18–22 semen v šesuli (Pulkrábek et al., 2003). Tvorba semen je určena především dostupností asimilátů během květu. Opylování a hnojení obecně neomezují potenciální počet semen v šesuli (Edwards & Hertel, 2011). Růst semen v dříve vytvořených šesulích konkuruje semenům vyvíjejícím se v pozdějších šesulích. Existuje korelace mezi počtem semen a celkovou produkcí sušiny během květu a délkou období květu (Edwards & Hertel, 2011). Počet semen v šesuli je geneticky určen odrůdou, a proto ho lze agrotechnickými zásahy jen stěží ovlivnit (Olsson, 1960).

### 4.3.4 HTS

Průměrná HTS u řepky je 5 g. Nejvyšší HTS mají semena v šesulích, které se nacházejí na vrcholovém plodenství a na horních 2–3 větvích. Zde jsou také šesule nejdelší a mají nejvíce semen. Toto platí při hustotě rostlin 60-80 rostlin na m<sup>2</sup>. Při vyšší hustotě rostlin (100 rostlin na m<sup>2</sup>) se už vyhrocují konkurenční vztahy. Při nižší hustotě (30-40 rostlin) se naopak rozdílily z velké části nulují (Vašák et al., 2000). Dle Schönbergera (2023) průměrná HTS výrazně klesá od hlavního stébla ke spodním větvím. Baranyk et al. (2007) dále uvádí, že HTS klesá se vzrůstajícím počtem semen v šesuli. Ve Spojeném království bylo na základě výzkumu stanoveno, že pro výnos 6,5 t řepkového semene je potřeba, aby hodnota HTS byla minimálně 5 gramů (Berry & Spink, 2006). Schönberger (2022) tvrdí, že pro HTS u řepky je důležitá teplota ve fázi zrání. Pokud dozrávání probíhá za nižších teplot, tak trvá delší dobu a lze tedy očekávat i lepší plnění semene a tím vyšší HTS (Schönberger,

2022). Baranyk et al. (2007) tvrdí, že HTS je ovlivněna ročníkem, agrotechnikou, výživou, geneticky, zdravotním stavem porostu a způsobem sklizně. Rosa et al., (2019) tvrdí, že aplikace desikantů v období počátku dozrávání prvních šesulí až po první nahnědlá semena už nemá negativní vliv na HTS.

#### 4.3.5 Obsah oleje

Obsah oleje v řepkovém semenu je jedním z kvalitativních parametrů. Obsah oleje je obecně vyjádřen jako procento z celého semene při vlhkosti 8 % (Edwards & Hertel, 2011). Edwards & Hertel (2011) uvádějí, že obsah oleje v řepkové semenu se pohybuje v rozmezí od 35 % do 45 %. Pulkrábek et al. (2003) uvádí, že se obsah oleje pohybuje v rozmezí od 45 % do 47 %. Řepkový olej se skládá hlavně z triglyceridů nenasycených mastných kyselin, to je kyselina linolová, kyselina linolenová a kyselina olejová. Nežádoucí mastnou kyselinou je kyselina eruková (Pulkrábek et al., 2003). Edwards & Hertel (2011) dodávají, že obsah kyseliny olejové je od 59 % do 62 %, obsah kyseliny linolenové je od 10 % do 12 % a obsah kyseliny linolové je od 12 % do 22 %. Obsah kyseliny erukové je v dnešních odrůdách řepky zanedbatelný (obsah je menší než 0,1 %) (Edwards & Hertel, 2011). Olej je syntetizován ze sacharidů uložených v šesulích, stonku a zbývajících listech. Většina oleje se syntetizuje během období od 35 do 55 dnů po odkvětu. Olej se ukládá do semen, dokud 40 % semen nedozraje. Tato fáze nastává přibližně 60 dní po odkvětu. V tomto bodě se koncentrace oleje v semenech ustálí. Po dokončení této fáze má semeno dostatek zásob oleje a bílkovin pro podporu budoucího klíčení a růstu nových rostlin (Edwards & Hertel, 2011).

#### 4.3.6 Výživa rostlin

Velice významným faktorem při tvorbě výnosu je výživa rostlin. Dostupnost dusíku bývá limitujícím faktorem pro růst řepky a její výnos. Síra je nezbytnou součástí rostlinných aminokyselin a bílkovin. Bór je významný mikroprvek, který hraje klíčovou roli v metabolismu uhlíku, transportu cukrů a opylení. Jak síra, tak bór jsou důležité pro růst řepky a její výnos. Jejich nedostatek se projevuje ve sníženém příjmu dusíku a sníženém výnosu (Ma et al., 2015).

Ma et al. (2015) se na pěti lokalitách ve dvou ročnících zabývali vlivem aplikace dusíku, síry a bóru na výnosotvorné prvky a výnos řepky. Z výsledků jejich pokusů vyplývá, že na většině lokalit a ročníků hnojení dusíkem průkazně zvýšilo počet větví, počet šesulí na rostlinu, počet semen v šesuli, HTS i konečný výnos. V pokusech bylo na 6 z 10 lokalit a ročníků dosaženo nárůstu výnosu oproti nehnojené variantě o 9,7 kg/ha na každý kilogram aplikovaného dusíku při předset'ové aplikaci a 13,7 kg/ha na kilogram aplikovaného dusíku při aplikaci dusíkatého hnojiva ve dvou dávkách (před setím a ve fázi 6 pravých listů).

Aplikace síry (20 kg/ha) před setím měla za následek 3–31% nárůst výnosu na 7 z 10 lokalit a ročníků, ale nebyl prokázán vliv na jednotlivé výnosotvorné prvky.

Při aplikaci bóru na list při začátku kvetení bylo zjištěno, že se výnos zvýšil v průměru o 10 % oproti kontrolní variantě (na 4 z 10 lokalit a ročníků). Při aplikaci bóru na půdu nebyl zjištěn žádný rozdíl ve výnosu (Ma et al., 2015).

V pokusu provedeném v Pákistánu (Ahmad et al., 2011) bylo zjištěno, že se zvyšujícími se dávkami dusíku (80–120 kg N na hektar) stoupá výnos, ale překročení určitého množství dusíku (160 kg N na hektar) už nemá významnější vliv na výnos. To samé platilo i pro hnojení sírou. V dávkách 0–40 kg S na hektar docházelo k nárůstu výnosu. Po překročení této dávky už nebyl zaznamenán

výraznější nárůst výnosu. Termín aplikace síry je také důležitý pro výnos. (Ahmad et al. (2005) provedl pokus s různými termíny aplikace síry do porostu řepky. Výsledkem bylo, že nejlepšího výnosu (3,78 t/ha) bylo dosaženo při aplikaci 40 kg síry v dělené dávce. Při setí se aplikovalo 20 kg síry, ve vegetativním stádiu se aplikovalo 10 kg síry a ve fázi kvetení se aplikovalo zbylých 10 kg síry. Naopak Ahmad et al. (2005) nedoporučuje hnojení sírou jednou dávkou 40 kg po odkvětu v době, kdy se začínají tvořit semena v šešulích. Dle výsledků toto hnojení nemělo žádný vliv na výnos (kontrola 2,26 t/ha, hnojení 2,23 t/ha).

## 4.4 Faktory ovlivňující HTS a olejnatost

### 4.4.1 Faktory ovlivňující HTS

Jak již bylo výše řečeno, na HTS má vliv mnoho faktorů. Je ovlivněna například pozicí šešulí na rostlině (Schönberger, 2023). Dále může být ovlivněna počtem semen v šešuli (Baranyk et al., 2007). Jedním z dalších faktorů mající vliv na HTS je i teplota ve fázi zrání (Schönberger, 2022). Baranyk et al. (2007) uvádí další faktory které ovlivňují HTS řepky jako odrůda, zdravotní stav, výživa, agrotechnika a podobně.

Zhang et al. (2011) ve své práci uvádí, že na HTS má vliv délka šešulí, respektive počet semen v šešuli. Tvrdí, že čím delší šešule, tím se tvoří více semen. Zároveň s větším počtem semen klesá hmotnost semen.

Harker et al. (2015) uvádí, že výši HTS lze ovlivnit vyššími výsevky. Při pokusu v roce 2013 v Kanadě bylo na jednu parcelu vyseto 75 jedinců na m<sup>2</sup>, na druhou 150 jedinců na m<sup>2</sup>. Výsledná HTS byla v prvním případě 3,94 g, ve druhém případě 4,02.

Meziřádková vzdálenost a odrůda může také hrát významnou roli v ovlivnění HTS. V roce 2014 probíhal v Polsku (Różyło & Pałys, 2014) pokus, kdy byly vysety 3 odrůdy řepky (liniová, hybridní klasického vzrůstu a polotrasličí hybrid) do různých meziřádkových vzdáleností (33, 44, 55 cm). Výsledkem pokusu bylo, že varianta liniové odrůdy s meziřádkovou vzdáleností 33 cm měla mnohem vyšší HTS než ostatní dvě odrůdy (4,72 g × 4,11 g × 3,86 g).

HTS lze také ovlivnit setím různě velikých semen. Toto bylo dokázáno při pokusech Elliota et al. (2005), kdy při setí menších semen byla výsledná HTS při sklizni nižší než při setí větších. To potvrzuje i Harker et al. (2015), který zjistil, že mezi velikostí osiva a HTS sklizených semen je pozitivní lineární závislost. Avšak Clayton et al. (2009) uvádí, že při pokusu s farmářským osivem hybridní odrůdy nebylo prokázáno, že by velikost semen při setí nějak významně ovlivňovala HTS při sklizni.

V pokusu s hnojením řepky Ahmad et al. (2011) zjistili, že byla HTS nejvyšší při dávce 40 kg síry a 80 kg dusíku na hektar, kdy se pozitivní vliv síry na HTS vyrovnal s negativním vlivem dusíku. Nejnižší HTS vykazovaly rostliny, které byly hnojeny vysokou dávkou dusíku, ale nedostaly žádnou síru (Ahmad et al., 2011).

Mezi lety 2006 a 2007 Morshedi (2011) zkoumal v pokusu v Íránu vliv kombinace doby setí, a hnojení řepky dusíkem a fosforem na strukturu. Zjistil, že hnojení dusíkem a fosforem mělo průkazný vliv na HTS. Se zvyšujícím množstvím NP došlo k zvyšování HTS v obou termínech setí i pokusných letech. Nejvyšší HTS byla v roce 2006 u kombinace setí na začátku října s dávkou hnojiv 300 kg dusíku a 50 kg fosforu. HTS měla hodnotu 3,9 g, kontrolní nehnojená varianta 2,6 g. Pro rok

2007, kdy byla předplodinou vojtěška (v prvním roce ječmen), bylo rovněž nejvhodnější setí na začátku října a dávka hnojiv byla nižší 200 kg dusíku a 25 kg fosforu. V této kombinaci byla HTS 4,1 g, u kontrolní nehnojené varianty 3,0 g (Morshedi, 2011).

Významný vliv na HTS řepky má i vodní stres. Na základě výzkumu provedeného v Pákistánu se Waraich et al. (2020) domnívá, že foliární aplikace draslíku na rostliny řepky má pozitivní vliv na zlepšení jejího hospodaření s vodou. Draslík byl aplikován dvakrát. Jednou ve vegetativní fázi a podruhé v generativní fázi. V obou případech byl draslík aplikován jako 2% roztok ve vodě. Výsledkem bylo, že HTS u neošetřené varianty bylo 1,53 gramů a u ošetřené 3,12 gramů (Waraich et al., 2020).

#### 4.4.2 Olejnatost

Baranyk et al. (2007) píše, že na olejnatost semen řepky má vliv teplota a úhrn srážek během vegetace. S tím souvisí i půdní vlhkost, kdy vyšší půdní vlhkost má pozitivní vliv na olejnatost semen řepky (Baranyk et al., 2007). Dále Baranyk et al. (2007) uvádí jako určité pozitivní vlivy vzdušnou vlhkost a délku dne. Co může negativně ovlivnit olejnatost semen řepky je doba výsevu, kdy Baranyk et al. (2007) uvádí, že pozdní výsev olejnatost semen negativně ovlivňuje.

Malhi et al. (2007) v pokusech provedených mezi lety 2003–2005 zjistili, že hnojení sírou (ve formě síranu draselného,  $K_2SO_4$ ) má významný vliv na olejnatost semen řepky (pokus se prováděl s hybridní odrůdou InVigor 2663). Nejvyšší olejnatosti semen bylo dosaženo při hnojení 30 kg síry na hektar. Projevil se zde i vliv ročníku. Zatímco v roce 2003 vlivem sucha se snížil příjem síry, a tudíž klesla olejnatost, ve vlhčích letech 2004 a 2005 byla olejnatost vyšší. Brennan & Bolland (2008) ve svých pokusech zjišťovali, jak kombinace hnojení dusíkem a sírou ovlivňuje olejnatost. Zjistili, že obsah oleje v semenech řepky se snižoval se zvyšujícími se dávkami dusíku. Fismes et al. (2000) tvrdí, že hnojení dusíkem a sírou je úzce provázané. Jejich interakce jsou synergické, pokud jsou dávkovány v optimálním množství. Naopak začnou být antagonistické, pokud se začne hnojit nadměrným množstvím jednoho z prvků (Fismes et al., 2000). Souhrnné výsledky podle Fismese et al. (2000) naznačují, že hnojení sírou je nutné pro zlepšení účinnosti dusíku, pro udržení vysoké olejnatosti semen řepky a kvality mastných kyselin.

Morshedi (2011) uvádí, že olejnatost semen byla v roce 2006 46,6 %. Stejných hodnot se v roce 2005 dosáhlo i při kombinaci pozdního říjnového setí a dávce 200 kg dusíku a 50 kg fosforu. Tato hodnota platila pro setí později v říjnu a v dávce 100 kg dusíku a 25 kg fosforu. Pro rok 2007 byla nejvyšší olejnatost zaznamenána v kombinaci pozdního říjnového setí a v dávce 100 kg dusíku a 50 kg fosforu (Morshedi, 2011).

Při pokusech Harkera et. al (2015) bylo také zjištěno, že vyšší počet rostlin se pozitivně projevil na vyšší olejnatosti. Rostliny při vyšší hustotě porostu pravděpodobně omezily kompenzační růst, snížily počet menších a méně zralých semen, ve kterých je nižší obsah oleje (Harker et al. 2015).

Pokus Rózylo & Pałys (2014) také zkoumal vliv odrůdy a mezirádkové vzdálenosti na olejnatost semen. Rozdíly v olejnatosti však byly neprůkazné.

Pozitivní vliv na olejnatost by měl mít také dostatek vody a zároveň nižší teploty. V litevských pokusech s řepkou (Butkutė et al., 2006) dokázali, že v důsledku nedostatku vody a zároveň při vysokých teplotách dochází ke snížení olejnatosti při dozrávání semen o 1–2 %. Vodní stres redukuje olejnatost i při nižších teplotách (Butkutė et al., 2006). Význam vodního stresu na olejnatost potvrzuje i El Sabagh et al. (2019). Mezi lety 2012 a 2013 byl proveden pokus s nezavlažovaným pozemkem a

zavlažovaným. Rozdíl v olejnatosti mezi zavlažovaným a nezavlažovaným pozemkem se pohyboval kolem 6 % ve prospěch závlahy (El Sabagh et al., 2019). Dle Rada et al. (2014) však při jejich pokusech neměl vodní stres významný vliv na olejnatost.

Přítomnost molybdenu v půdě v množství 1 mg na kilogram půdy také výrazně ovlivňuje olejnatost semen (Qin et al., 2017).

Schönberger (2022) tvrdí, že teplota při dozrávání má vliv na olejnatost, kdy nižší teplota znamená delší dobu zrání a tím lepší olejnatost. To potvrzuje i Baranyk et al. (2007). K tomu zároveň dodává, že při nižší teplotě je také lepší složení řepkového oleje, kdy semeno obsahuje vyšší podíl kyseliny linolové a linoleové (Baranyk et al., 2007).

Alizadeh et al. (2022) uvádí, že foliární aplikace humínových kyselin příznivě ovlivnila olejnatost semen řepky. Respektive došlo ke zlepšení složení oleje v semenu, kdy se zvýšil obsah kyseliny linolové.

#### **4.4.3 Rozdíly v HTS a olejnatosti mezi terminálem a větvemi**

Po vyrašení se větve u řepky rychle prodlužují. Sekvence kvetení v různě umístěných polohách větví je obvykle od vrchu dolů od terminálu dále pak větve 1. řádu, větve 2. řádu a tak dále. Sekvence kvetení na větví však začíná zdola nahoru na terminálu a od adaxiální oblasti na ostatních větvích. V důsledku toho dochází u řepky k nestejnomyšernému vývoji šesulí a semen. Rose et al. (2008) a Wang et al. (2011) ve svých studiích zjistili, že šesule, které jsou blíže stonku, mají větší dostupnost asimilátů ve srovnání s těmi z horní třetiny větve. Bez ohledu na tento nestejnomyšerný vývoj se však rostlina řepky sklízí celá. Tím pádem mohou existovat rozdíly v olejnatosti na jednotlivých částech rostliny.

V případě HTS a olejnatosti se většina výzkumů věnuje genetickým a enviromentálním faktorům a už méně problematice postavení semen, respektive šesulí na rostlině (Ren et al., 2017). Ve své studii, zkoumající mimo jiné i HTS a olejnatost semen řepky, Ren et al. (2017) ve dvouletém pokusu se 4 odrůdami zjistil, že HTS i olejnatost závisí na odrůdě, pozici větví a ročníku pěstování.

U všech odrůd byla nejvyšší HTS na terminálu a horních větvích. HTS na terminálu a první větví byla v sezóně 2012/2013 v průměru o 24,3 % a v sezóně 2013/2014 o 21,4 % vyšší než na desáté a nižších větvích (Ren et al., 2017).

Olejnatost semen u všech 4 odrůd významně klesala od terminálu po nejspodnější větve. Obecně se rozdíl v obsahu oleje mezi terminálem a nejspodnějšími větvemi v závislosti na odrůdě a ročníku pohyboval od 24,4 do 38,8 mg/g semene. Rozdíl v olejnatosti byl na vrchních větvích malý, ale od 5. větve u všech odrůd dramaticky klesal (Ren et al., 2017).

## **4.5 Stonkové choroby způsobující předčasné dozrávání**

Řepka (ozimá i jarní) je v současnosti poškozována mnoha houbovými patogeny (Baranyk et al., 2007). Ochrana proti nim se stala nedílnou součástí pěstování řepky (Baranyk et al., 2007). Jednou z nejvýznamnějších houbových chorob je v dnešní době hlízenka obecná (= sklerotiniová choroba). Prvními příznaky napadení touto chorobou jsou vodnaté, protáhlé skvrny na hlavním stonku, které rychle šednou (mohou mít stříbrný nádech). V bílém vatovitém myceliu, které je v místě napadení stonku, se tvoří černá sklerocia (Baranyk et al., 2007). Nad postiženým místem dochází k předčasnému odumření větví a šesulí, protože houba ničí pokožku a dřev (Alpmann et al., 2009).

Baranyk et al. (2007) uvádí, že ztráty mohou dosáhnout až 50 % výnosu. Alpmann et al. (2009) upřesňuje, že ztráty jsou způsobeny menším počtem semen, menší HTS a vypadáváním semen kvůli předčasnému pukání šešulí. Nejjednodušší ochranou je alespoň tříletý odstup v pěstování řepky na jednom pozemku (Alpmann et al., 2009). Baranyk et al. (2007) doporučuje alespoň 4 roky. Další možností ochrany je použití fungicidů registrovaných do řepky (Baranyk et al., 2007).

Druhou významnou chorobou je fómová hniloba. První příznaky napadení lze najít už na podzim, kdy jsou na listech vidět malé, tmavě šedé skvrny (Baranyk et al., 2007). Dle Alpmanna et al. (2009) nemá napadení listů na podzim velký vliv na výnos, avšak je tu velký potenciál pro jarní infekci. Fóma porušuje vodivá pletiva a tím dochází ke zvýšenému poléhání. Důsledkem je předčasné dozrávání a nižší HTS (Alpmann et al., 2009). Ochranou je používání zdravého osiva a dodržování osevních postupů (Baranyk et al., 2007). Nejdůležitější je použití fungicidu na podzim, kdy se jednou aplikací řeší jak ochrana před fómou, tak i regulace porostů (Baranyk et al., 2007).

Třetí významnou chorobou je verticilium (= stonková hniloba) (Alpmann et al., 2009). Její význam v posledních letech narůstá, hlavně na stanovištích s intenzivním pěstováním řepky (Alpmann et al., 2009). V květnu je možné pozorovat první příznaky napadení, kdy se ve spodní třetině stonku tvoří šedé, oválné a nahnědlé skvrny (Baranyk et al., 2007). Při napadení touto chorobou bývají rostliny zpomalené v růstu, silněji napadené rostliny předčasně dozrávají (Baranyk et al., 2007). Ztráty na výnosu mohou dosahovat až 50 % (Alpmann et al., 2009). Jako ochrana se doporučuje dodržování několikaletého odstupu mezi pěstováním řepky na jednom pozemku a vynechání brukvovitých meziplodin (Alpmann et al., 2009). Chemická ochrana není možná (Baranyk et al., 2007).

## 5 Metodika

V rámci této bakalářské práce byl zkoumán vliv umístění šesulí na rostlině na HTS a olejnatost semen řepky. Dále se zkoumaly rozdíly v HTS a olejnatosti mezi rostlinami zdravými a předčasně dozrálými. Pokus probíhal v období 2021/2022.

### 5.1 Charakteristika lokality

Pozemek, kde probíhal pokus, se nachází v pardubickém kraji, asi 3 kilometry východně od města Heřmanův Městec. Tento pozemek je obhospodařován soukromým zemědělcem Ing. Janem Höckem ze Stolan. Pozemek má výměru 30,09 ha. Na 1,06 ha je krmný biopás.

#### 5.1.1 Půda

Pozemek leží v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu (T3) s průměrnou nadmořskou výškou 287,99 metrů nad mořem (EKatalog BPEJ, 2022).

Pozemek se nachází převážně na rovině s všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Jedná se o hluboké a vysoce produkční půdu mající třídu ochrany I. A tudíž je lze z půdního fondu vyjmout pouze výjimečně. Půda má střední rychlost infiltrace a vysokou retenční kapacitu (320 l.m<sup>-2</sup>). Netrpí náchylností k vysychání. Ohrožení acidifikací je nižší střední. Má však vyšší střední ohroženost utužením. Pozemek není ohrožen větrnou erozí (EKatalog BPEJ, 2022).

Dne 22.1.2021 byly odebrány vzorky půdy pro AZZP. Z výsledků je patrné, že zásobenost fosforem je vyhovující (75,6 mg/kg), draslíkem je vyhovující (128,4 mg/kg), sírou je nízká (10,27 mg/kg), hořčíkem je vyhovující (126,28 mg/kg) a vápníkem je dobrá (2058,33 mg/kg). Poměr K: Mg je dobrý (1,01). Problémy s výživou hořčíkem tedy nelze očekávat. Hodnota půdní reakce (pH) je 5,94 (slabě kyselá).

### 5.2 Agrotechnika pokusu

Předplodinou ozimé řepky byla ozimá pšenice. Sláma byla při sklizni drcena a pak zapravena do půdy. Podmítka strniště neproběhla, bezprostředně po sklizni proběhla hluboká orba. Po ní probíhala příprava kompaktozemem a následovalo setí odrůdy KWS Umberto do řádků 12,5 cm. Hloubka setí byla 1 cm. Výsevek byl 0,8 výsevní jednotky na hektar. Agrotechnika, výživa a ošetření jsou uvedeny v tabulce 1. Ošetření přípravkem Agrovital původně nebylo plánované. Bylo vynuceno skutečností, že dne 20.6.2022 byl chrudimský okres zasažen supercelou, která s sebou přinesla i silné krupobití. Většina porostů byla krupami zasažena a poškozena. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o použití lepidla na šesule.

Kromě výše zmíněného krupobití byl porost ve výborném stavu. Na pozemku bylo cca 95 % rostlin zdravých (když nepočítáme poškození krupami). Zbýlých 5 % byly rostliny předčasně dozrálé. Výnos tohoto pole dosahoval 3,30 t/ha při průměrné olejnatosti 40,40 %

Tabulka 1: Agrotechnika polního pokusu 2021/2022

<b>Datum</b>		<b>Činnost</b>	<b>Přípravek/Přípravky</b>	<b>Dávka</b>
od	do			
24.08.2021	28.08.2021	orba (25 cm)		
31.08.2021	02.09.2021	příprava kompaktozemí		
02.09.2021	03.09.2021	setí		
06.09.2021		postřikování	Metax 500 SC	1,2 l/ha
			Efactor 360 CS	0,2 l/ha
13.09.2021		postřikování	Nexide	0,08 l/ha
27.09.2021		postřikování	Rapid	0,075 l/ha
07.10.2021		postřikování	Nexide	0,08 l/ha
			Gazelle	0,15 kg/ha
			Caramba	0,8 kg/ha
			Borosan Forte	0,25 l/ha
			Retacel Extra R 68	1 l/ha
05.11.2021		hnojení	LAD 27 %	100 kg/ha
28.02.2022		hnojení	LAD 27 %	300 kg/ha
01.03.2022		hnojení	Síran amonný	100 kg/ha
10.03.2022		hnojení	Kejda prasat	23 m <sup>3</sup> /ha
29.03.2022		postřikování	Borosan Forte	2 l/ha
			Gazelle	0,1 kg/ha
			Karis Max	0,075 l/ha
			Kyselina citrónová	150 g/ha
13.04.2022		postřikování	Orius 250 EW	0,7 l/ha
21.04.2022		hnojení	DAM 390	40 l/ha
			Hořká sůl	5 kg/ha
			KristaMap	5 kg/ha
12.05.2022		postřikování	Propulse	1 l/ha
			GAZELLE LIQUID	0,25 kg/ha
			Rollwet	0,1 l/ha
29.06.2022		postřikování	Agrovital	0,7 l/ha



## 5.3 Postup sběru dat

Samotný pokus se skládal z odběru zdravých rostlin a rostlin předčasně dozrálých, rozdělení každé rostliny na terminál, větve 1. řádu a větve 2. řádu, stanovení počtu šesulí a hmotnosti semen na jednotlivých částech rostlin, u směsného vzorku stanovení HTS, vlhkosti a olejnatosti.

### 5.3.1 Práce v terénu

V terénu došlo nejprve k odběru jednotlivých rostlin. Počet odebraných rostlin byl  $4 \times 10$  pro každou skupinu (zdravé  $\times$  předčasně dozrálé). To znamená, že na 4 místech bylo odebráno 10 rostlin zdravých a 10 rostlin předčasně dozrálých. Tím bylo získáno celkem 80 rostlin. U každé rostliny následovalo spočítání šesulí na terminálu a větvích 1. řádu a větvích 2. řádu. Poté došlo k výmlatu řepkových semen z šesulí a rozdělení dle polohy šesule na rostlině. To bylo opět prováděno pro každou rostlinu zvlášť. Semena byla poté uložena v papírových sáčkích, aby v případě vyšší vlhkosti nezplesnivěla. Sáčky byly pojmenovány takovým způsobem, které značilo, jestli pochází ze zdravé, nebo předčasně dozrálé rostliny, číslem rostliny, číslem opakování a popisem, ze které části rostliny pocházejí (např. N 5.2 T = 5. předčasně dozrálá rostlina z druhého opakování a semena pochází z jejího terminálu). Nejprve byly odebrány rostliny zdravé, potom předčasně dozrálé.

### 5.3.2 Práce v laboratoři

V laboratoři poté došlo k přečištění vzorků a následovalo stanovení hmotnosti semen z jednotlivých částí rostlin. Po stanovení váhy se z dílčích vzorků každého opakování udělal směsný vzorek dle postavení šesulí na rostlině (semena z terminálu, z větví 1. řádu a větví 2. řádu, např. ZT1 = zdravé rostliny, semena z terminálu, 1. opakování). Tím jsme získali pro každou část rostlin zdravých i předčasně dozrálých vždy 4 směsné vzorky.

U směsných vzorků se stanovila hmotnost tisíce semen (HTS), kdy se pomocí laboratorního počítadla semen odpočítalo  $2 \times 500$  semen a tyto dva vzorky se zvážily na laboratorních vahách. Spočítal se průměr naměřených hodnot a pokud se oba vzorky nelišily od průměru o více než 10 %, byl vzorek uznán za platný. V opačné případě se měření opakovalo.

Následovalo stanovení olejnatosti a vlhkosti. Vlhkost a olejnatost byla stanovena pomocí nukleární magnetické rezonance (NMR). Ke stanovení olejnatosti byl použit přístroj Bruker – minispec mq-one TD-NMR analyser. Jedná se o analytickou nedestruktivní metodu, kde se zjišťují informace o zkoumané látce pomocí adsorpce radiofrekvenčního záření vzorkem. Ten je umístěn v silném magnetickém poli. Vzorek o hmotnosti cca 19 g byl odebrán ze směsného vzorku do skleněné kyvety a zvážen s přesností na 3 desetinná místa. Poté byl vložen do analyzátoru a byla stanovena olejnatost a vlhkost. Poté došlo k přepočtu stanovené olejnatosti na olejnatost v sušině. Laboratorní zkoumání probíhalo na katedře agroekologie a rostlinné produkce na České zemědělské univerzitě v Praze.

## **5.4 Charakteristika použitých hnojiv**

### **5.4.1 LAD 27**

LAD 27 je směs ledku amonného (dusičnanu amonného) s dolomitickým vápencem. Obsahuje 27 % dusíku v nitrátové (13,5 %) a amonné formě (13,5 %). Dále obsahuje 4 % MgO. Hnojivo je ve formě bílých granulí o velikosti 2–5 milimetrů. Aplikuje se rozmetadlem průmyslových hnojiv.

### **5.4.2 Síran amonný**

Síran amonný obsahuje 20 % dusíku v amonné formě a 23 % síry v síranové formě. Hnojivo je ve formě bílých a ž naředlých granulí o velikosti 2 – 6,3 milimetrů. Hnojivo se aplikuje rozmetadlem průmyslových hnojiv.

### **5.4.3 Borosan Forte**

Borosan Forte je kapalné hnojivo obsahující 11 % mikroprvku Bór. Je aplikován postřikovačem, nejčastěji v tank – mixu s pesticidy nebo další výživou.

### **5.4.4 Kejda prasat**

Kejda je tekuté statkové hnojivo. Jedná se o částečně zkvašenou směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat (v tomto případě prasat), zbytků krmiv. Tato směs je naředěna vodou (Hlušek, n.d.). V pokusu byla kejda aplikována botkovým hadicovým aplikátorem přímo do porostu. Dle rozboru byl obsah sušiny 5,04 %, obsah dusíku 0,43 % (z toho amonný dusík 0,31 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 % a K<sub>2</sub>O 2,59 %.

### **5.4.5 Hořká sůl**

Hořká sůl (síran hořečnatý) je krystalická látka používaná jako hnojivo na list během vegetace. Obsahuje 16 % hořčíku ve formě MgO a 33 % síry ve formě SO<sub>4</sub>. Aplikuje se postřikovačem.

### **5.4.6 YaraTera KristaMap**

YaraTera KristaMap je dusíkato – fosforečné hnojivo. Obsahuje 12 % dusíku v amonné formě a 61 % fosforu ve formě P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Aplikuje se postřikovačem.

### **5.4.7 DAM 390**

DAM 390 je kapalné dusíkaté hnojivo. Je to vodný roztok dusičnanu amonného s močovinou. Celkový obsah dusíku je 30 %, kdy je 15 % v amidické formě, 7,5 % v amonné formě a 7,5 % v nitrátové formě. Aplikuje se postřikovačem.

## 5.5 Charakteristika použité odrůdy řepky

Zkoumaná odrůda řepky ozimé byla KWS Umberto od společnosti KWS. Jedná se o hybridní odrůdu řepky ozimé. Registrovaná v EU byla už v roce 2016. Odrůda je typická svou zvýšenou odolností vůči fómové hnilobě díky genům Rlm 3 a Rlm 7. Vyniká také zvýšenou odolností vůči verticiliu, takže je vhodná i do osevních postupů s vysokým zatížením řepkou. Mezi její další přednosti je i její vysoká odolnost vůči pukání šešulí (S – POD = obchodní označení firmy KWS). Tato odrůda je tolerantní k termínu výsevu, lze ji vysévat i v září. HTS bývá vyšší (Umberto KWS, n.d.).

## 5.6 Hodnocení dat

Velikost datového souboru a jeho výsledky jsou omezené ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že se jedná o jednoletý pokus, tudíž není k dispozici víceleté srovnání. Druhým důvodem byl velký vliv ročníku. Dne 20.6.2022 byl zkoumaný pozemek zasažen krupobitím se silným větrem a došlo k poškození i do té doby zdravých rostlin a celkovému polehnutí porostu. Do pokusu byla snaha vybírat nepoškozené, případně minimálně poškozené rostliny.

U vzorku větví 2. řádu předčasně dozrálých rostlin v opakování 1 a 2 bylo k dispozici málo semen, a tak se HTS musela dopočítat. Vzorek z opakování 2 musel být také vyřazen z měření olejnatosti, neboť nedosahoval ani minimálního potřebného množství pro toto stanovení.

Data byla statisticky vyhodnocena analýzou rozptylu (ANOVA) na hladině významnosti 95 % a podrobnější vyhodnocení pomocí metody LSD (*Multiple Range Tests*) (viz přílohy).

Hodnota P je uvedena v první tabulce (ANOVA Table). Tato tabulka uvádí výsledky jednofaktorové analýzy rozptylu, kde faktorem je varianta. Statisticky významný rozdíl mezi minimálně dvěma hodnocenými skupinami se projeví, pokud P-Value je menší než 0,05. U statisticky průkazných analýz jsou hodnoty P zvýrazněny červeně.

V druhé tabulce (*Multiple Range Tests*) je kromě variant počet hodnot statistické skupiny (*Count*), hodnota průměru (*Mean*) a sloupec homogenních skupin (*Homogeneous Groups*). Pokud nejsou křížky v tabulce pod sebou nebo se neprolínají v dalších řadách, pak skupiny nejsou homogenní, tj. jsou od sebe statisticky průkazně odlišné. To ale vše za předpokladu, že  $P < 0,05$ . V třetí tabulce jsou uvedeny skutečné rozdíly mezi průměry variant (*Difference*) a minimální statisticky průkazná diference ( $\pm$  *Limits*), tj. hodnota, o kterou se minimálně musí varianty lišit, aby rozdíl byl statisticky průkazný. Červeně jsou označeny statisticky průkazné rozdíly mezi variantami.

V dalších tabulkách příloh je hodnocení vícefaktorovou analýzou rozptylu, kde faktorem je zdravotní stav a pozice. Statisticky významný vliv jednotlivých faktorů se projeví, pokud hodnota P-Value je menší než 0,05. U statisticky průkazných analýz jsou hodnoty P zvýrazněny červeně.

Pod vícefaktorovou analýzou je opět uvedeno podrobnější vyhodnocení pro jednotlivé faktory (*Multiple Range Tests*) k prokázání, které skupiny se od sebe průkazně liší.

Statistické výpočty byly prováděny programem Statgraphics Centurion XVI for Windows, v.16.1.11.

## 6 Výsledky

Ve vegetačním roce 2021/2022 byl na obhospodařovaném pozemku zjišťován počet šesulí, produkce semen, HTS a olejnatost semen ozimé řepky. Porovnávali se mezi sebou skupiny zdravých rostlin řepky a předčasně dozrálých rostlin.

### 6.1 Počet šesulí a produkce semen u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

#### 6.1.1 Počet šesulí

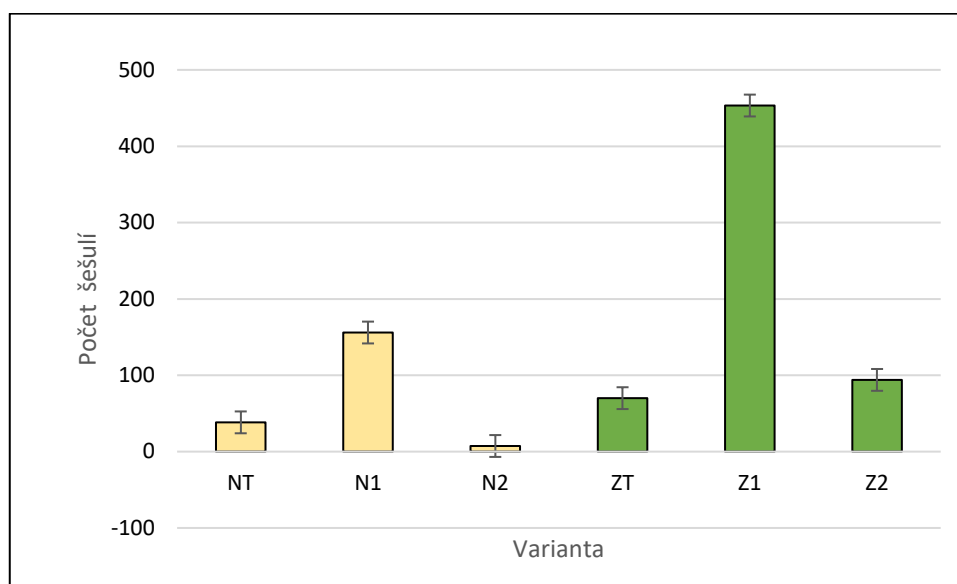
Zdravé rostliny vytvořily v průměru 617,3 šesulí, zatímco předčasně dozrálé rostliny pouze 201,6 šesulí. Předčasně dozrálé rostliny tedy vytvořily na celé rostlině jen 32,7 % šesulí ve srovnání se zdravými rostlinami. Na terminálu měly předčasně dozrálé rostliny průměrně jen 54,7 % šesulí oproti zdravým rostlinám. Předčasně dozrálé rostliny měly 34,4 % šesulí na větvích 1. řádu a pouze 7,8 % šesulí na větvích 2. řádu oproti zdravým rostlinám. V tabulce 2 je vidět, že je statisticky významný rozdíl mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami. Zároveň se ukázalo, že je i statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými částmi předčasně dozrálých rostlin. Nejvíce šesulí je na větvích 1. řádu. U zdravých rostlin byl na terminálu a větvích 2. řádu podobný počet šesulí. U předčasně dozrálých rostlin byl počet šesulí na větvích druhého řádu velmi nízký. V průměru pouze 7,4 šesulí.

Odlíšná písmena ve spodním řádku tabulky 2 znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi terminálem a větvemi a odlišná písmena ve sloupci znamenají statisticky významný rozdíl mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami.

Tabulka 2: Porovnání počtu šesulí na terminálu a větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

	terminál	%	větve 1. řádu	%	větve 2. řádu	%	celkem	%
zdravé	70,0	100,0	453,3	100,0	93,9	100,0	617,3 b	100,0
předčasně dozrálé	38,3	54,7	156,0	34,4	7,4	7,8	201,6 a	32,7
průměr	54,2 a		304,6 b		50,6 a		409,4	

Graf 1: Počet šesulí na terminálu (T), primárních (1) a sekundárních (2) větvích u zdravých (Z) a předčasně dozrálých rostlin (N)



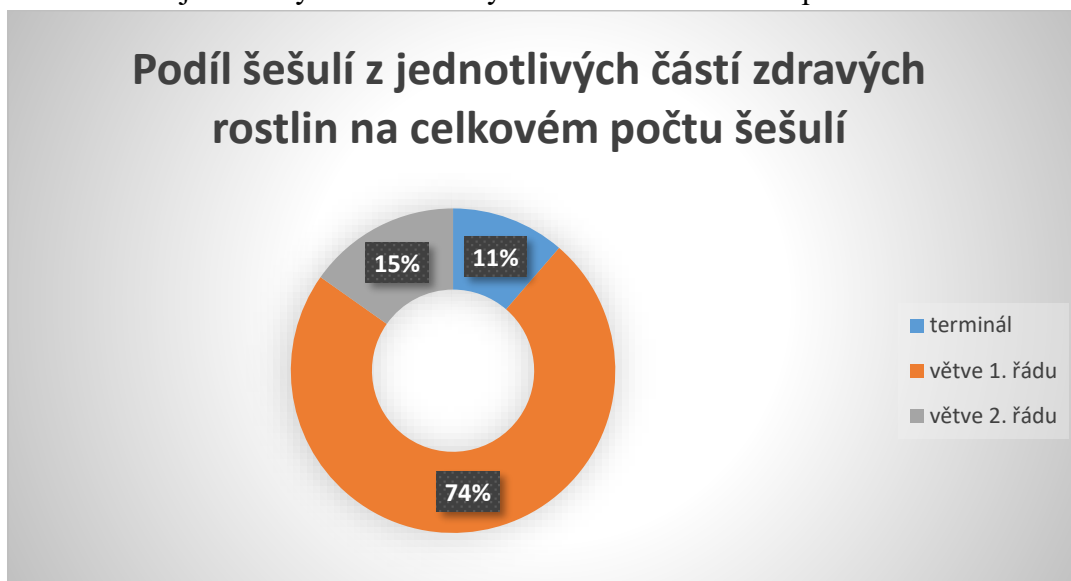
### 6.1.2 Podíl terminálu a větví na celkovém počtu šesulí na rostlině

U zdravých rostlin tvoří terminál 11,3 % šesulí na rostlině, zatímco u předčasně dozrálých rostlin tvoří terminál 19 % všech šesulí na rostlině. U větví 1. řádu tvoří zdravé rostliny 73,4 % šesulí, předčasně dozrálé rostliny 77,4 % šesulí. Větve 2. řádu tvoří u zdravých rostlin v průměru 15,2 % šesulí, ale u předčasně dozrálých je to jen 3,6 %. V tabulce 3 je vidět, že se na celkovém počtu šesulí u zdravých i předčasně dozrálých rostlin podílejí nejvíce větve 1. řádu, kde se nachází v průměru 75,4 % šesulí z rostliny.

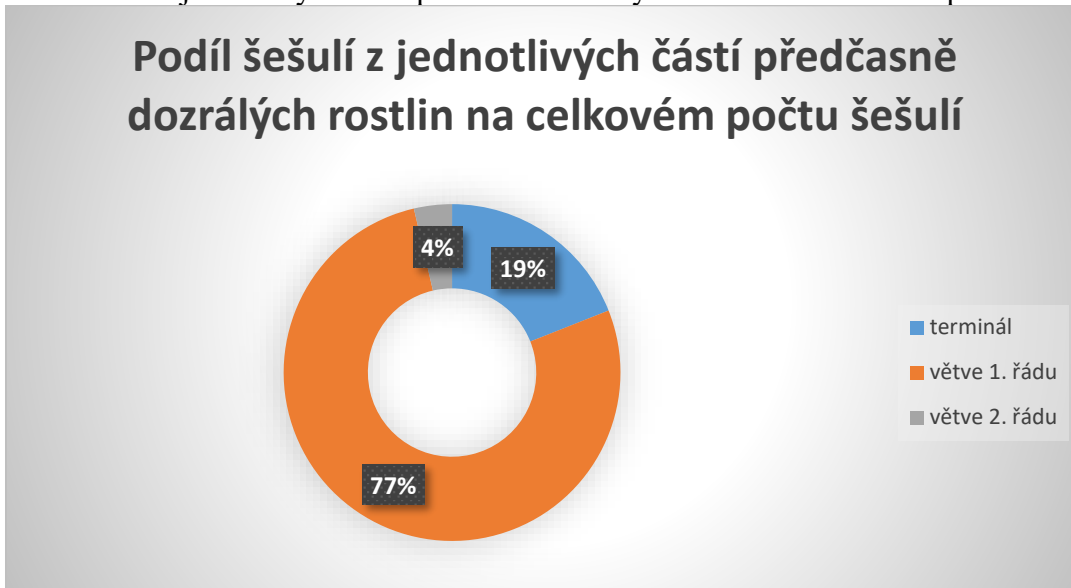
Tabulka 3: Podíl terminálu a větví na celkovém počtu šesulí na rostlině (%)

	terminál	větve 1. řádu	větve 2. řádu	%
zdravé	11,3	73,4	15,2	100,0
předčasně dozrálé	19,0	77,4	3,6	100,0
průměr	15,2	75,4	9,4	100,0

Graf 2: Podíl šesulí z jednotlivých částí zdravých rostlin na celkovém počtu šesulí



Graf 3: Podíl šesulí z jednotlivých částí předčasně dozrálých rostlin na celkovém počtu šesulí



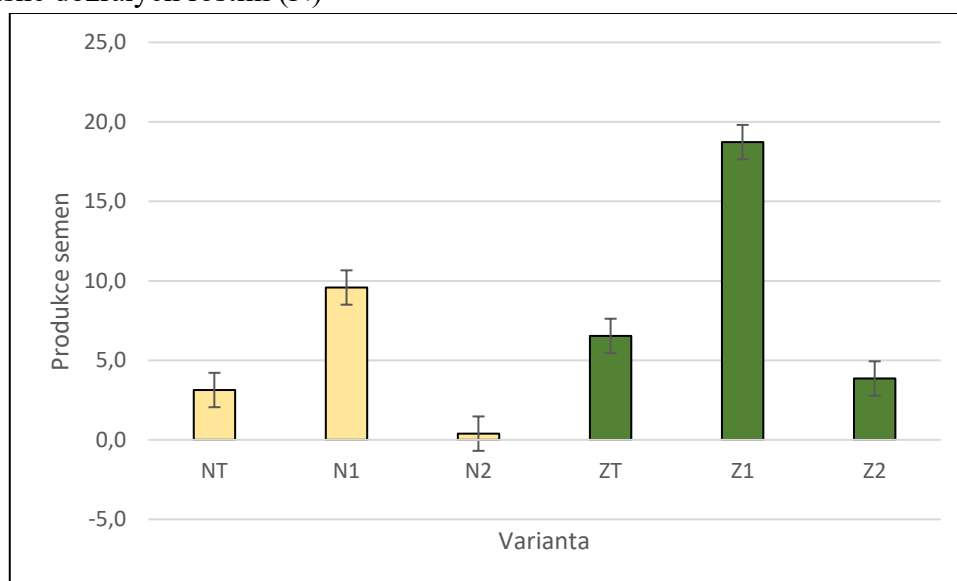
### 6.1.3 Produkce semen

Celková produkce semen na předčasně dozrálých rostlinách dosáhla pouze 45 % produkce semen na rostlinách zdravých. Produkce semen na terminálu u předčasně dozrálých rostlin dosahovala jen 47,9 % produkce zdravých rostlin. Produkce semen na větvích 1. řádu dosahovala 51,2 % produkce semen na větvích 1. řádu u zdravých rostlin. U větví 2. řádu dosahovala u předčasně dozrálých rostlin průměrná produkce pouze 10,1 % produkce zdravých rostlin. Při statistickém vyhodnocování bylo zjištěno, že produkce semen ze zdravých rostlin byla průkazně vyšší než produkce semen z rostlin předčasně dozrálých.

Tabulka 4: Porovnání produkce semen podle umístění na rostlině (g)

	terminál	%	větve 1. řádu	%	větve 2. řádu	%	celkem	%	stat. průkaznost
zdravé	6,5	100,0	18,7	100,0	3,9	100,0	29,1	100,0	b
předčasně dozrálé	3,1	47,9	9,6	51,2	0,4	10,1	13,1	45,0	a
průměr	4,8 b		14,2 c		2,1 a		21,1		

Graf 5: Produkce semen (g) na terminálu (T), primárních (1) a sekundárních (2) větvích u zdravých (Z) a předčasně dozrálých rostlin (N)



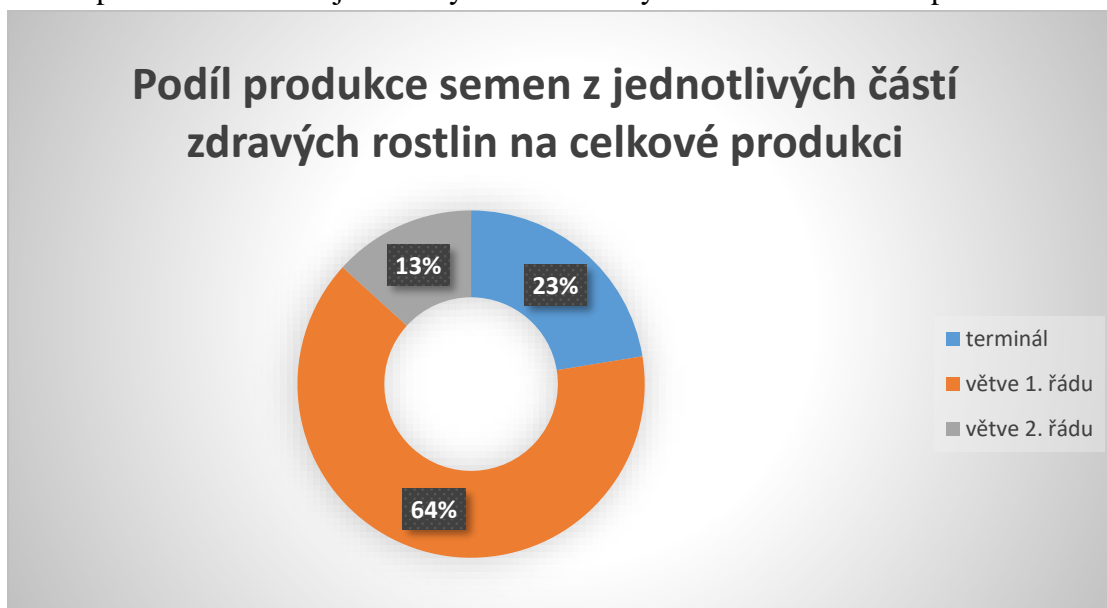
#### 6.1.4 Podíl terminálu a větví na celkové produkci semen

U zdravých rostlin se terminál podílí 22,4 % na celkové produkci semen. Terminál předčasně dozrálých rostlin se na celkové produkci semen podílí z 23,9 %. Větve 1. řádu se na celkové produkci semen u zdravých rostlin podílí z 64,3 %. Větve 1. řádu u předčasně dozrálých rostlin se na celkové produkci podílí z 73,1 %. Podíl větví 2. řádu na celkové produkci je u zdravých rostlin 13,3 %, u předčasně dozrálých rostlin je téměř zanedbatelný a tvoří jen 3,0 % z celkové produkce semen na rostlině.

Tabulka 5: Podíl terminálu a větví na celkové produkci semen na rostlině (%)

	terminál	větve 1. řádu	větve 2. řádu	%
zdravé	22,4	64,3	13,3	100,0
předčasně dozrálé	23,9	73,1	3,0	100,0
průměr	23,2	68,7	8,1	100,0

Graf 6: Podíl produkce semen z jednotlivých částí zdravých rostlin na celkové produkci



Graf 7: Podíl produkce semen z jednotlivých částí předčasně dozrálých rostlin na celkové produkci





## 6.2 HTS u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

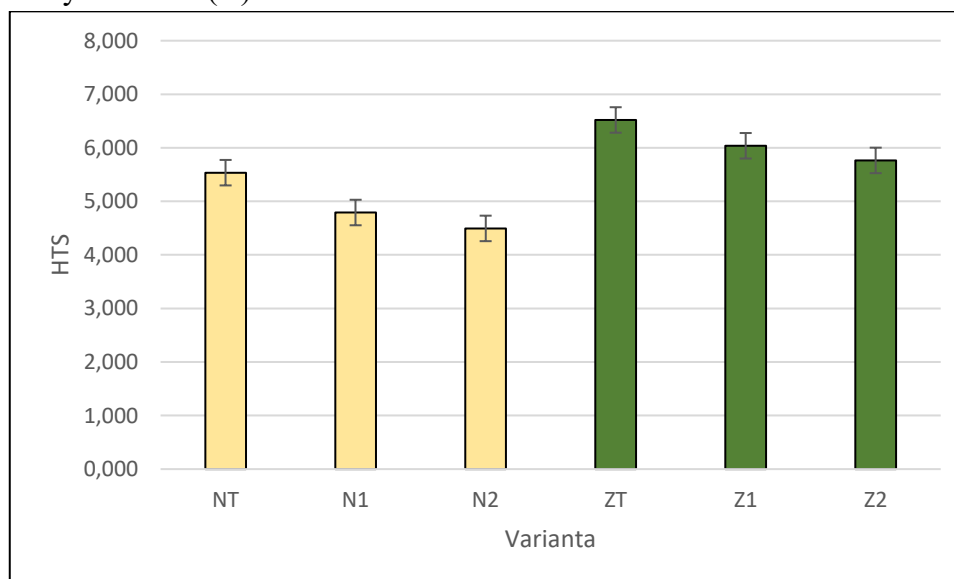
### 6.2.1 Porovnání HTS zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Předčasně dozralé rostliny měly statisticky průkazně nižší HTS než zdravé rostliny. Hmotnost tisíce semen dosahovala na terminálu u předčasně dozrálých rostlin 84,9 %. Na větvích 1. řádu u předčasně dozrálých rostlin dosahovala hmotnost tisíce semen 79,4 % hmotnosti tisíce semen rostlin zdravých. Na větvích 2. řádu dosahovala hmotnost tisíce semen u rostlin předčasně dozrálých 78 % hodnoty rostlin zdravých. Statistickou analýzou bylo, při porovnávání shodných částí zdravých a předčasně dozrálých rostlin zjištěno, že jsou statisticky průkazné rozdíly mezi HTS. Semena na jednotlivých částech zdravých rostlin mají prokazatelně vyšší HTS než rostliny předčasně dozralé. Nejvyšší HTS měla semena na terminálu. Na větvích 2. řádu byla HTS nejmenší, ale rozdíl mezi větvemi 1. a 2. řádu nebyl statisticky průkazný. Průměrné hodnoty HTS podle zdravotního stavu jsou vypočteny metodou váženého průměru, kdy se jako váha vzaly hodnoty uvedené v tabulce 5 (podíl jednotlivých částí rostliny na celkové hmotnosti semen).

Tabulka 6: Porovnání HTS zdravých a předčasně dozrálých rostlin

	terminál	%	větve 1. řádu	%	větve 2. řádu	%	vážený průměr	%	stat. průkaznost
zdravé	6,520	100,0	6,038	100,0	5,764	100,0	6,110	100	b
předčasně dozralé	5,536	84,9	4,792	79,4	4,495	78,0	4,961	81,2	a
průměr	6,028 b		5,415 a		5,123 a		5,536		

Graf 8: HTS (g) na terminálu (T), primárních (1) a sekundárních (2) větvích u zdravých (Z) a předčasně dozrálých rostlin (N)



## 6.2.2 Pokles HTS na větvích v porovnání s terminálem

Hmotnost tisíce semen byla rozdílná dle postavení šesulí na rostlině. Zatímco na terminálu jak rostlin zdravých, tak i předčasně dozrálých, byla hmotnost tisíce semen nejvyšší, tak na větvích klesala. Na větvích 1. řádu u zdravých rostlin klesla hmotnost tisíce semen na 92,6 %, u předčasně dozrálých rostlin klesla hmotnost tisíce semen na 86,6 % hodnoty terminálu. Na větvích 2. řádu u zdravých rostlin byla hmotnost tisíce semen 88,4 % hmotnosti tisíce semen terminálu, u předčasně dozrálých rostlin to bylo 81,2 % hmotnosti tisíce semen terminálu.

Tabulka 7: Pokles HTS na větvích v porovnání s terminálem (%)

	terminál	větve 1. řádu	větve 2. řádu
zdravé	100	92,6	88,4
předčasně dozrálé	100	86,6	81,2
průměr	100	89,8	85,1

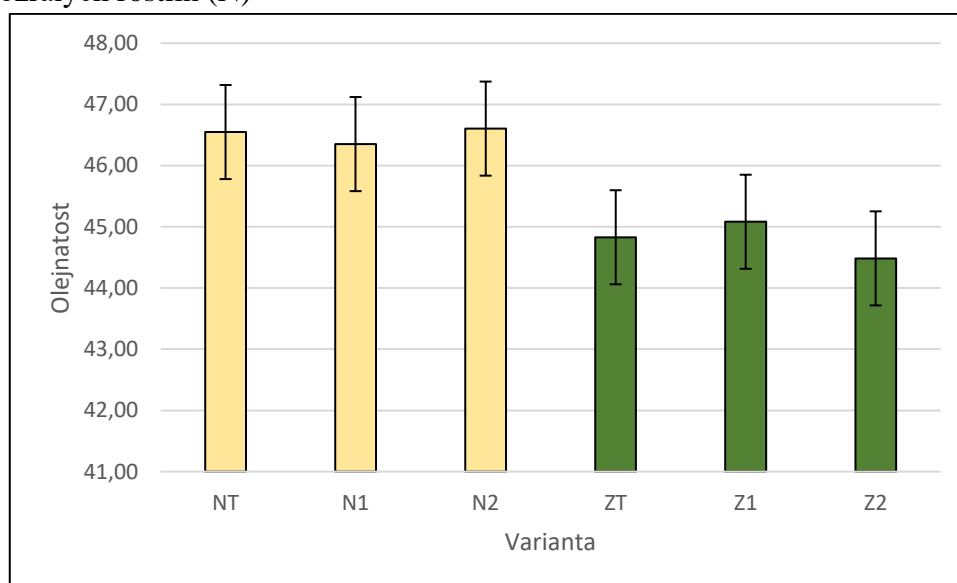
## 6.3 Olejnatost semen u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Průměrná olejnatost semen z terminálu zdravých rostlin byla 44,83 %. U předčasně dozrálých rostlin byla 46,55 %. Mezi zdravými a předčasně dozrálými rostlinami byl rozdíl v olejnatosti 1,72 %. U semen z větví 1. řádu byla hodnota olejnatosti 45,08 % u zdravých rostlin. U předčasně dozrálých rostlin byla hodnota olejnatosti 46,35 %. Zde byl rozdíl v olejnatosti 1,27 %. U semen z větví 2. řádu byla hodnota olejnatosti u zdravých rostlin 44,48 %. Hodnota olejnatosti u semen z větví 2. řádu předčasně dozrálých rostlin byla 46,60 %. Zde byl nejvyšší rozdíl v olejnatosti, který byl 2,12 %. Při porovnávání olejnatosti zdravých a předčasně dozrálých rostlin bylo zjištěno, že předčasně dozrálé rostliny měly statisticky průkazně vyšší olejnatost semen než rostliny zdravé. Dále bylo zjištěno, že pozice semen na rostlině neměla statisticky průkazný vliv na olejnatost. U zdravých rostlin byla nejnižší olejnatost u semen na větvích 2. řádu. U předčasně dozrálých rostlin tomu bylo naopak. Malá semínka na větvích 2. řádu vykazovala nejvyšší olejnatost. Rozdíly ale nebyly statisticky průkazné. Průměrné hodnoty olejnatosti podle zdravotního stavu jsou vypočteny metodou váženého průměru, kdy se jako váha vzaly hodnoty uvedené v tabulce 5.

Tabulka 8: Porovnání olejnatosti semen (%) na terminálu a větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

	terminál	rozdíl	větve 1. řádu	rozdíl	větve 2. řádu	rozdíl	vážený průměr	%	stat. průkaznost
zdravé	44,83	1,72	45,08	1,27	44,48	2,12	44,94		a
předčasně dozrálé	46,55		46,35		46,60		46,43	+1,5	b
průměr	45,69 a		45,72 a		45,54 a				

Graf 9: Olejnatost (%) na terminálu (T), primárních (1) a sekundárních (2) větvích u zdravých (Z) a předčasně dozrálých rostlin (N)



## 7 Diskuze

Řepka je jedna ze zlepšujících plodin, které dnes můžeme najít na našich polích. Je to významná olejnina, která nachází široké uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti. Bohužel se mezi laickou veřejností netěší velké oblibě kvůli mnoha mýtům a zavádějícím tvrzením, které o ní kolují. Její další nevýhodou je její náročnost na výživu a ošetřování před škodlivými činiteli. Dnes, v době extrémního nárůstu ceny vstupů, je její pěstování ještě náročnější. Požadavky na udržitelnou zemědělskou produkci spolu s omezováním účinných látek v oblasti ochrany rostlin a omezováním minerálních hnojiv dále ztěžují pěstování řepky. Abychom mohli pokračovat v ziskovém pěstování, je u ní nutné pochopit tvorbu výnosu, faktory ovlivňující výnos a výnosotvorné prvky. Řepka je v průběhu vegetace napadána celou řadou chorob, které způsobují předčasně dozrávání rostlin a tím i snížení výnosu. Každý rok najdeme v porostu nějaké předčasně dozrálé rostliny. V některých letech je jejich výskyt větší a v některých letech je jejich výskyt menší. Proto je důležité zjistit, jaké jsou ztráty na výnosu u takových rostlin v porovnání s rostlinami zdravými.

Výsledky této práce se zabývají počtem šesulí a produkcí semen na jedné rostlině, HTS a olejnatostí rostlin řepky, kde jsme zkoumali a porovnávali tyto prvky podle polohy na rostlině a také mezi rostlinami zdravými a předčasně dozrálými.

### 7.1 Počet šesulí

Předčasně dozrálé rostliny v našem pokusu vytvořily v porovnání se zdravými rostlinami jen třetinu šesulí. Na terminálu měly 55 % šesulí a na větvích 1. řádu pouze 34 % šesulí ve srovnání se zdravými rostlinami. Počet šesulí na větvích 2. řádu byl u předčasně dozrálých rostlin velmi nízký (v průměru pouze 7,4 šesulí na rostlinu). Celkově byl na předčasně dozrálých rostlinách statisticky průkazně nižší počet šesulí než na rostlinách zdravých.

Mendham et al. (1981) uvádí, že dostupnost asimilátů je pro tvorbu šesulí důležitý faktor. Habekotté (1993) dále upřesňuje, že v polních podmínkách je výnos dále omezen i kvůli vzájemnému stínění rostlin, a tudíž dochází k menší fotosyntetické aktivitě. Menší počet šesulí je nejspíše také důsledkem napadení porostu chorobami. To odpovídá i výsledkům Botero-Ramíreze et al. (2022). Při jejich pokusech, kdy srovnávali zdravé rostliny a rostliny napadené nádorovitostí kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*), došli k závěru, že napadené rostliny měly nižší počet šesulí než rostliny zdravé.

Nejvyšší význam pro počet šesulí na rostlině měly jak u zdravých, tak i předčasně dozrálých rostlin větve 1. řádu. Ty se na celkovém počtu šesulí podílely ze tří čtvrtin. Rozdíly nastaly u terminálů a u větví 2. řádu. U zdravých rostlin se terminál podílel na počtu šesulí z 11,3 % a větve 2. řádu se na celkovém počtu šesulí podílely z 15,2 %. U předčasně dozrálých rostlin stoupl význam terminálu, kdy se podílel na celkovém počtu šesulí z 19 %, neboť podíl větví 2. řádku klesl jen na 3,6 %. V průměru se tedy terminál podílel na celkovém počtu šesulí z 15,2 %, větve 1. řádu z 75,4 % a větve 2. řádu z 9,4 %.

Námi zjištěný podíl terminálu na celkovém počtu šesulí je tedy nižší, než jsou zjištění např. Schönbergera (2023). Ten uvádí, že se na počtu šesulí terminál podílí z cca 20 %. To ale může být ovlivněno dalšími faktory jako např. hustotou porostu, neboť při nižší hustotě rostlin se zvyšuje počet šesulí na rostlině, a to zejména ve prospěch větví, čímž se snižuje podíl terminálu na celkovém počtu šesulí (Angadi et al., 2003).

## 7.2 Produkce semen

V našem pokusu byla produkce semen statisticky průkazně vyšší u zdravých rostlin. Průměrná produkce semen z rostlin předčasně dozrálých dosahovala necelé poloviny (45 %) produkce zdravých rostlin. Na terminálu a větvích 1. řádu se produkce semen u předčasně dozrálých rostlin pohybovala okolo 50 % produkce zdravých rostlin, u větví 2. řádu to bylo pouze 10 %.

Výsledky měření jsou v souladu s tvrzením Baranyka et al. (2007) i Alpmann et al. (2009), kteří tvrdí, že ztráty na výnosu mohou dosahovat u předčasně dozrálých rostlin až 50 %.

Největší podíl na produkci semen měla semena na větvích 1. řádu (okolo 70 %). To platilo jak pro zdravé (64 %), tak i pro předčasně dozrálé rostliny (73 %). Podíl terminálu na produkci semen se pohyboval okolo 23 %. U předčasně dozrálých rostlin byl podíl terminálu a větví 1. řádu na produkci semen mírně vyšší než u zdravých rostlin, protože u předčasně dozrálých rostlin se větve 2. řádu podílely na hmotnosti semen jen minimálně. Semena na větvích 2. řádu měla nejnižší podíl na celkové produkci semen (v průměru 8 %). U zdravých rostlin byl vyšší (13 %) než u předčasně dozrálých rostlin (3 %).

V pokusech Jaye et al. (1999) bylo zjištěno, že produkce semen na napadených rostlinách byla nižší z důvodu menšího počtu semen v šesuli. Ke stejným výsledkům došel i Jones et al. (2007). Uvádí, že počet semen v šesuli byl také nižší u napadených rostlin než u zdravých, ale zároveň semena napadených rostlin byla o 11 % těžší než semena zdravých rostlin. Tím se potvrzuje i tvrzení (Alpmann et al., 2009), který tvrdí, že jedním z důsledků napadení rostlin řepky chorobami je i snížení počtu semen v šesuli. Toto potvrzuje také Hwang et al. (2016). Ve své studii zkoumal vliv různých stupňů napadení rostlin řepky fómovou hnilobou (*Leptosphaeria maculans*) na produkci semen. Výsledkem bylo, že zdravé rostliny měly o 20–28 % více semen na rostlině.

## 7.3 HTS

Předčasně dozrálé rostliny řepky měly v našich pokusech na všech částech rostliny statisticky průkazně nižší HTS než zdravé rostliny. Hmotnost tisíce semen dosahovala na terminálu u předčasně dozrálých rostlin 84,9 %, na větvích 1. řádu 79,4 % a na větvích 2. řádu 78 % hodnoty HTS u rostlin zdravých.

U předčasně dozrálých rostlin byla tedy potvrzena teze Baranyka et al. (2007) a Alpmanna et al. (2009), že tyto rostliny mají v důsledku napadení chorobou nižší HTS než rostliny zdravé. Tyto závěry podporují výsledky studie Botero-Ramírez et al. (2022). Ten ve svých pokusech s nádorovitostí kořenů brukvovitých (*Plasmodiophora brassicae*) zjistil, že řepka napadená touto chorobou má statisticky průkazně nižší HTS než zdravá řepka. Dále uvádí, že byly rozdíly v HTS i u různých odrůd řepky, kdy některé odrůdy snášely napadení lépe než jiné. Výsledky Jaye et al. (1999) na druhou stranu říkají, že v jejich pokusech byla HTS vyšší u předčasně dozrálých rostlin než u rostlin zdravých, ale výsledný výnos byl nižší kvůli menšímu počtu semen v šesuli.

Při zkoumání HTS řepky bylo v našem pokusu prokázáno, že nejvyšší HTS mají semena na terminálu, pak následují větve 1. řádu. Nejnižší HTS měla semena na větvích 2. řádu, avšak mezi HTS na větvích 1. a 2. řádu není rozdíl statisticky průkazný. Tato zjištění platí jak pro zdravé, tak i pro předčasně dozrálé rostliny.

Výsledky měření odpovídají výsledkům Rena et al. (2017). I při jeho pokusech byla HTS nejvyšší na terminálu a postupně se snižovala. Výsledky měření se shodují i s pracemi Rose et al.

(2008) a Wanga et al. (2011), kteří zjistili, že šešule blíže stonku mají větší dostupnost asimilátů než šešule na větvích. Faraji (2014) uvádí, že hmotnost semen souvisí s dostupností asimilátů během květu a následně při tvorbě semen.

## 7.4 Olejnatost

Při stanovování olejnatosti semen řepky bylo zjištěno, že semena z předčasně dozrálých rostlin mají statisticky průkazně vyšší olejnatost než semena ze zdravých rostlin. Průměrný rozdíl v olejnatosti byl 1,5 %.

Naše výsledky se tedy neshodují s výsledky Jaye et al. (1999). V prvním roce jejich pokusu nebyl v olejnatosti mezi zdravými a napadenými rostlinami statisticky významný rozdíl. Ve druhém roce už ale byl v olejnatosti statisticky významný rozdíl. Zdravé rostliny měly o 1,1 % vyšší olejnatost než napadené rostliny. Závěry Jaye et al. (1999) potvrzují i studie Smithové & Hinckesové (1985) a Jonese et al. (2007). I při jejich pokusech s řepkou byla olejnatost u napadených rostlin nižší. Smithová & Hinckesová (1985) a Jones et al. (2007) uvádí, že výsledná olejnatost byla u napadených rostlin nižší o 2–3 % než u zdravých rostlin.

Alpmann et al. (2009) uvádí, že houby, které napadnou rostlinu řepky s ní soupeří o živiny. To znamená, že dochází nejen ke zničení rostlinné tkáně a přerušení transportu asimilátů do zásobních orgánů hostitelské rostliny. Dále dochází ke změně asimilačního proudu, kdy jsou živiny přiváděny do napadených míst. To vede ke snížení výnosu. Výzkum Hua et al. (2012) ale zdůrazňuje význam fotosyntetické aktivity šešulí na syntézu oleje v semenech řepky. Je tedy možné, že u napadených rostlin sice dochází k redukci výnosu, ale díky fotosyntetické aktivitě šešulí je možná vyšší koncentrace oleje v semenech.

V našem pokusu bylo dále zjištěno, že z hlediska olejnatosti jsou jen malé rozdíly mezi semeny z různých částí rostliny. Rozdíl v olejnatosti dle polohy na rostlině nebyl statisticky průkazný u zdravých a ani u předčasně dozrálých rostlin. Největší zjištěný rozdíl v olejnatosti (0,5 %) byl mezi větvemi 1. řádu (45,08 %) a větvemi 2. řádu (44,48 %) na zdravých rostlinách.

V našich výsledcích měření olejnatosti se tedy nepodařilo potvrdit domněnky Rose et al. (2008) a Wanga et al. (2011), že z hlediska olejnatosti mohou existovat rozdíly podle polohy šešulí na rostlině. V pokusech Rena et al. (2017) bylo na rozdíl od našich výsledků zjištěno, že pozice šešulí na rostlině má na olejnatost vliv. Dle jeho pokusů byla nejvyšší olejnatost na terminálu a vrchních větvích. Směrem dolů se olejnatost snižovala. Do 5. větve se snižovala pozvolně, od 5. větve se olejnatost snižovala rychle.

## 8 Závěr

V jednoletém pokusu byl zjišťován počet šesulí, produkce semen, HTS a olejnatost semen na terminálu, větvích 1. řádu a větvích 2. řádu u rostlin řepky ozimé. Zvolená odrůda byla KWS Umberto. Pokus probíhal v běžném provozu na soukromém statku. Porovnávaly se mezi sebou rostliny zdravé a rostliny předčasně dozrálé vlivem napadení stonkovými chorobami. Z dosažených výsledků můžeme vyvodit následující závěry:

- Předčasně dozrálé rostliny vytvořily jen třetinu šesulí ve srovnání se zdravými rostlinami.
- Produkce semen u předčasně dozrálých rostlin dosáhla 45 % produkce semen u zdravých rostlin.
- Předčasně dozrálé rostliny měly na všech částech rostliny nižší HTS než zdravé rostliny.
- Předčasně dozrálé rostliny měly naopak vyšší olejnatost než rostliny zdravé.
  
- Zdravé i předčasně dozrálé rostliny vytvořily nejvíce šesulí na větvích 1. řádu (73,4 resp. 77,4 %). Zdravé rostliny mají na větvích 2. řádu podobný počet šesulí jako na terminálu. Předčasně dozrálé rostliny mají na větvích 2. řádu jen velmi malý počet šesulí.
- Na výnosu zdravých rostlin se nejvíce podílely větve 1. řádu (64,3 %), potom terminál (22,4 %) a nakonec větve 2. řádu (13,3 %).
- Na výnosu předčasně dozrálých rostlin se také nejvíce podílely větve 1. řádu (73,1 %), potom terminál (23,9 %) a větve 2. řádu se podílely jen minimálně (3,0 %).
- Nejvyšší HTS byla jak u zdravých, tak i předčasně dozrálých rostlin na terminálu, nižší na větvích 1. řádu a nejnižší na větvích 2. řádu.
- Poloha šesulí na rostlině neměla vliv na olejnatost. Mezi jednotlivými částmi rostliny byly malé rozdíly v olejnatosti semen.

Z dosažených výsledků vyplývá, že zdravotní stav rostlin řepky ozimé je velmi důležitý, neboť u rostlin předčasně dozrálých vlivem stonkových chorob dochází k snížení počtu šesulí, poklesu HTS a následně k snížení výnosu na 45 % v porovnání se zdravými rostlinami. Vyšší olejnatost u předčasně dozrálých rostlin tuto ztrátu nemůže kompenzovat.

## 9 Literatura

- Ahmad, A., Khan, I., Anjum, N. A. M., Diva, I., Abdin, M. Z., Iqbal, M. 2005. Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed. *Journal of Plant Nutrition*. 28 (6). 1049–1059. Dostupné z doi: 10.1081/PLN-200058905.
- Ahmad, G., Jan, A., Arif, M., Jan, M. T., Shah, H. 2011. Effect of nitrogen and sulfur fertilization on yield components, seed and oil yields of canola. *Journal of Plant Nutrition*. 34 (14). 2069–2082. Dostupné z doi: 10.1080/01904167.2011.618569.
- Alizadeh, S., Roozbahani, A., Rad, A. H. S., Seyedhadi, M. H. 2022. Foliar application of humic acids improves seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus L.*) genotypes at well-time and late planting dates. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 22 (1). 549–559. Dostupné z doi: 10.1007/s42729-021-00670-2.
- Alpmann, L., Baranyk, P., Bothe, C.-H., Feiffer, A., Gertz, A., Heger, M., Humpish, G., Jevič, P., Klaaßen, H., Kurpjuweit, H., Maylandt, M., Schäfer, B., Schneider, K., Schöne, F., Sinemus, K., Stemann, G., Volf, M., Weißen, E. 2009. Řepka – plodina s budoucností. Praha. BASF spol. s.r.o. 180 s.
- Angadi, S. V., Cutforth, H. W., McConkey, B. G., Gan, Y. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. *Crop Science*. 43 (4). 1358–1366. Dostupné z doi: 10.2135/cropsci2003.1358.
- Balodis, O., Gaile, Z. 2010. Impact of some agroecological factors on winter oilseed rape (*Brassica napus L.*) plant density. *Research for Rural Development*. 1 .
- Baranyk, P., Balík, Ji., Dostálová, J., Fábry, A., Humpál, J., Kazda, J., Koprna, R., Kuchtová, P., Markytán, P., Nerad, D., Soukup, J., Šaroun, J., Škeřík, J., Volf, M. 2007. Řepka – pěstování, využití, ekonomika. 1. vydání. Praha. Profi Press. 208 s. ISBN: 978-80-86726-26-7.
- Bečka, D., Hnilička, R., Jursík, M., Kazda, J., Volf, M. 2022. Vyšší a stabilnější výnosy řepky ozimé a obilovin díky novým přípravkům, technologiím a informacím. *Corteva Agriscience*. Praha. 60 s.
- Bennett, E. J., Roberts, J. A., Wagstaff, C. 2011. The role of the pod in seed development: strategies for manipulating yield. *New Phytologist*. 190 (4). 838–853. Dostupné z doi: 10.1111/j.1469-8137.2011.03714.x.
- Berry, P. M., Spink, J. H. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yields: Past and future. *The Journal of Agricultural Science*. 144 (5). 381–392. Dostupné z doi: 10.1017/S0021859606006423.
- Botero-Ramírez, A., Hwang, S.-F., Strelkov, S. E. 2022. Effect of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on yield of canola (*Brassica napus L.*). *Canadian Journal of Plant Pathology*. 44 (3). 372–385. Dostupné z doi: 10.1080/07060661.2021.1989801.
- Brennan, R. F., Bolland, M. D. A. 2008. Significant nitrogen by sulfur interactions occurred for canola grain production and oil concentration in grain on sandy soils in the mediterranean-type climate of southwestern Australia. *Journal of Plant Nutrition*. 31 (7). 1174–1187. Dostupné z doi: 10.1080/01904160802134459.
- Butkutė, B., Šidlauskas, G., Brazauskienė, I. 2006. Seed yield and quality of winter oilseed rape as affected by nitrogen rates, sowing time, and fungicide application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 37 (15–20). 2725–2744. Dostupné z doi: 10.1080/00103620600830211.



- Chèvre, A. M., Ammitzbøll, H., Breckling, B., Dietz-Pfeilstetter, A., Eber, F., Fargue, A., Gomez-Campo, C., Jenczewski, E., Jørgensen, R., Lavigne, C., Meier, M. S., Nijs, H. C. M. den, Pascher, K., Seguin-Swartz, G., Sweet, J., Stewart, C. N. , Jr., Warwick, S. 2004. A review on interspecific gene flow from oilseed rape to wild relatives. In: Introgression from genetically modified plants into wild relatives. p. 235–251. Wallingford. CABI.
- Chodkowska-Miszczuk, J., Szymańska, D. 2016. Current state and perspectives for oilseed rape production for energy purposes in Poland. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. 38 (1). 117–123. Dostupné z doi: 10.1080/15567036.2012.758678.
- Cieslar J. Osevní plochy ozimých plodin pro sklizeň v roce 2022 [online]. Praha. ČSÚ. 26. ledna 2022. [cit. 2023-02-16]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2022>>
- Ciunel, K., Klugmann-Radziemska, E. 2014. Utilization of rapeseed pellet from fatty acid methyl esters production as an energy source. *Environmental Technology*. 35 (2). 195–202. Dostupné z doi: 10.1080/09593330.2013.822021.
- Clayton, G. W., Brandt, S., Johnson, E. N., O'Donovan, J. T., Harker, K. N., Blackshaw, R. E., Smith, E. G., Kutcher, H. R., Vera, C., Hartman, M. 2009. Comparison of certified and farm-saved seed on yield and quality characteristics of canola. *Agronomy Journal*. 101 (6). 1581–1588. Dostupné z doi: 10.2134/agronj2009.0108.
- Dupont, J., White, P. J., Johnston, K. M., Heggtveit, H. A., McDonald, B. E., Grundy, S. M., Bonanome, A. 1989. Food safety and health effects of canola oil. *Journal of the American College of Nutrition*. 8 (5). 360–375. Dostupné z doi: 10.1080/07315724.1989.10720311.
- Edwards, J., Hertel, K. 2011. *Canola growth & development*. 1st ed. Vol. 1. New South Waels. Procrop. p. 96. ISBN: 978 1 74256 212 4.
- Egger, P., Holzer, G., Segato, S., Werth, E., Schwienbacher, F., Peratoner, G., Andrighetto, I., Kasal, A. 2007. Effects of oilseed supplements on milk production and quality in dairy cows fed a hay-based diet. *Italian Journal of Animal Science*. 6 (4). 395–405. Dostupné z doi: 10.4081/ijas.2007.395.
- EKatalog BPEJ: 31100, 2022. EKatalog BPEJ [online]. Praha. VÚMOP. [cit. 2023-04-08]. Dostupné z <<https://bpej.vumop.cz/31100>>.
- El Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormus, O., Ahmad, Z., Hussain, S., Islam, M. S., Alharby, H., Bamagoos, A., Kumar, N., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R. S., Abdelhamid, M., Wasaya, A., Hasanuzzaman, M., Sorour, S., Saneoka, H. 2019. Effects of drought stress on the quality of major oilseed crops: implications and possible mitigation strategies – a review. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17 (2). 4019–4043. Dostupné z doi: 10.15666/aeer/1702\_40194043.
- Elliott, R. H., Mann, L. W., Olfert, O. 2005. Vigor tests for evaluating the performance of argentine canola (*Brassica napus L.*) Under different growing conditions. *Seed Technology*. 27 (2). 273–285. Dostupné z <<http://www.jstor.org/stable/23433346>>
- Fismes, J., Vong, P. C., Guckert, A., Frossard, E. 2000. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus L.*) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy*. 12 (2). 127–141. Dostupné z doi: 10.1016/S1161-0301(99)00052-0.

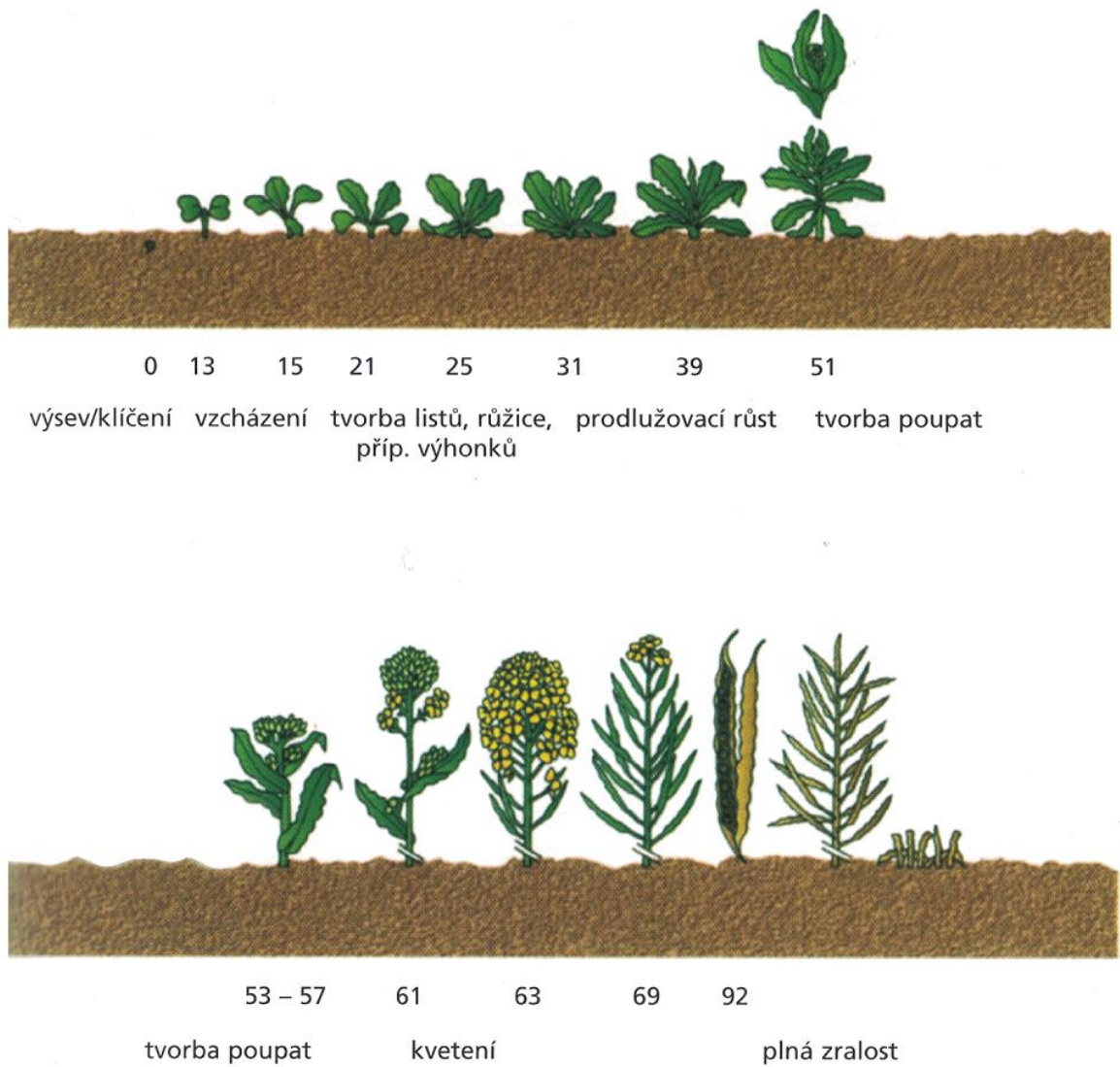
- Habekotté, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus L.*) under field conditions. *Field Crops Research*. 35 (1). 21–33. Dostupné z doi: 10.1016/0378-4290(93)90133-8.
- Hlušek, J. (n.d.) Multimediální učební texty z výživy rostlin – Kejda. [cit. 2022-11-22], Dostupné z <[https://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/hnojiva/kejda.htm](https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/kejda.htm)>.
- Hua, W., Li, R.-J., Zhan, G.-M., Liu, J., Li, J., Wang, X.-F., Liu, G.-H., Wang, H.-Z. 2012. Maternal control of seed oil content in *Brassica napus*: the role of silique wall photosynthesis. *The Plant Journal*. 69 (3). 432–444. Dostupné z doi: 10.1111/j.1365-313X.2011.04802.x.
- Hwang, S.-F., Strelkov, S., Peng, G., Ahmed, H., Zhou, Q., Turnbull, G. 2016. Blackleg (*Leptosphaeria maculans*) Severity and Yield Loss in Canola in Alberta, Canada. *Plants*. 5 (3). 31. Dostupné z doi: 10.3390/plants5030031.
- Jay, C. N., Rossall, S., Smith, H. G. 1999. Effects of beet western yellows virus on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*. 133 (2). 131–139. Dostupné z doi: 10.1017/S0021859699006711.
- Jones, R. A. C., Coutts, B. A., Hawkes, J. 2007. Yield-limiting potential of Beet western yellows virus in *Brassica napus*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58 (8). 788. Dostupné z doi: 10.1071/AR06391.
- Kimber, D. S., McGregor, D. I. (eds.) 1995. *Brassica Oilseeds: Production and Utilization*. CABI. Cambridge. p 404. ISBN: 0-85198-960-8.
- Kuchtová P. and Vašák, J. 2004. The effect of rapeseed stand density on the formation of generative organs. *Plant, Soil and Environment*. 50 (2). 78–83. Dostupné z doi: 10.17221/3685-PSE.
- Kumar, A., Banga, S. S., Meena, P. D., Kumar, P. R. (eds.) 2015. *Brassica oilseeds: breeding and management*. Wallingford. CABI. p 261. ISBN: 9781780644837.
- Ma, B., Biswas, D. K., Herath, A. W., Whalen, J. K., Ruan, S. Q., Caldwell, C., Earl, H., Vanasse, A., Scott, P., Smith, D. L. 2015. Growth, yield, and yield components of canola as affected by nitrogen, sulfur, and boron application. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 178 (4). 658–670. Dostupné z doi: 10.1002/jpln.201400280.
- Malça, J., Freire, F. 2009. Energy and environmental benefits of rapeseed oil replacing diesel. *International Journal of Green Energy*. 6 (3). 287–301. Dostupné z doi: 10.1080/15435070902886551.
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., Scott, R. K. 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus L.*). *The Journal of Agricultural Science*. 96 (2). 389–416. Dostupné z doi: 10.1017/S002185960006617X.
- Morshedi, A. 2011. An investigation into the effects of sowing time, N and P fertilizers on seed yield, oil and protein production in Canola. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 57 (5). 533–547. Dostupné z doi: 10.1080/03650341003641763.
- Olsson, G. 1960. Some relations between number of seeds per pod, seed size and oil content and the effects of selection for these characters in brassica and sinapis. *Hereditas*. 46 (1–2). 29–70. Dostupné z doi: 10.1111/j.1601-5223.1960.tb03078.x.
- Pulkrábek, J., Capouchová, I., Hamouz, K. 2003. *Speciální fyto technika*. Praha. Česká zemědělská univerzita. 188 s.
- Qin, S., Hu, C., Tan, Q., Sun, X. 2017. Effect of molybdenum levels on photosynthetic characteristics, yield and seed quality of two oilseed rape (*Brassica napus L.*) cultivars. *Soil Science and Plant Nutrition*. 63 (2). 137–144. Dostupné z doi: 10.1080/00380768.2017.1286232.

- Rad, A. H. S., Abbasian, A., Aminpanah, H. 2014. Seed and oil yields of rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars under irrigated and non-irrigated conditions. The Journal of Animal & Plant Sciences. 24 (1). 204–210. Dostupné z <<http://thejaps.org.pk/docs/v-24-1/30.pdf>>.
- Ren, Y., Zhu, J., Wang, Y., Ma, S., Ye, G., Hua, S. 2017. Seed weight and oil content response to branch position reveals the importance of carbohydrate and nitrogen allocation among branches in canola (*Brassica napus L.*) genotypes. Journal of Applied Botany and Food Quality. 90 . 359–367. Dostupné z doi:10.5073/JABFQ.2017.090.045.
- Rosa, W. B., Duarte Júnior, J. B., Perego, I., Almeida, B. H. de, Costa, A. C. T. da, Tomm, G. O. 2019. Agronomic performance of canola submitted to desiccation with herbicides at different maturation stages. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 23 (6). 419–424. Dostupné z doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v23n6p419-424.
- Rose, T. J., Rengel, Z., Ma, Q., Bowden, J. W. 2008. Post-flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. European Journal of Agronomy. 28 (3). 371–379. Dostupné z doi: 10.1016/j.eja.2007.11.003.
- Różyło, K., Pałys, E. 2014. New oilseed rape (*Brassica napus L.*) varieties – canopy development, yield components, and plant density. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science. 64 (3). 260–266. Dostupné z doi: 10.1080/09064710.2014.905625.
- Schönberger, H. 2022. Jak se vyvíjí řepka? Info - N.U. Agrar. 254–255. ISSN: 1617-3511.
- Schönberger, H. 2023. Jak řepka tvoří výnos. Info - N.U. Agrar. 2–5. ISSN: 1617-3511.
- Šindelková, T. 2020. Situační a výhledová zpráva – olejniny. Vol. 1. Praha. Ministerstvo zemědělství ČR. 60 s. ISBN: 1211-7692.
- Smith, H. G., Hinckes, J. A. 1985. Studies on beet western yellows virus in oilseed rape (*Brassica napus ssp. oleifera*) and sugar beet (*Beta vulgaris*). Annals of Applied Biology. 107 (3). 473–484. Dostupné z doi: 10.1111/j.1744-7348.1985.tb03164.x.
- Szydłowska-Czeriak, A. 2013. Rapeseed and its products—sources of bioactive compounds: a review of their characteristics and analysis. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 53 (4). 307–330. Dostupné z doi: 10.1080/10408398.2010.529959.
- Umberto KWS - Řepka - Produkty- KWS Osiva s.r.o. (n.d.). Retrieved November 27, 2022, Dostupné z <<https://www.kws.com/cz/cs/produkty/repka/prehled-hybridu-a-odrud/umberto-kws/>>.
- Urešová, D. 2020. Jak se dříve pěstovala řepka. [cit. 2022-02-06]. Dostupné z <<https://uroda.cz/jak-se-drive-pestovala-repka/>>.
- Vašák, J., Baranyk, P., Bartoška, J., Bečka, D., Bechyně, M., Filípek, I., Kamler, F., Kuchtová, P., Matula, J., Mikšík, V., Nerad, D., Novák, J., Nozdrovický, L., Pawlica, R., Prášil, I., Prokinová, E., Suškevič, M., Šedivý, J., Tuček, P., Vincenc, J., Zehnálek, P., Zukalová, H. 2000. Řepka. 1. vydání. Praha. Agrospoj. 321 s. ISBN: 80-239-4236-0.
- Wang, Y., Sun, S., Liu, B., Wang, H., Deng, J., Liao, Y., Wang, Q., Cheng, F., Wang, X., Wu, J. 2011. A sequence-based genetic linkage map as a reference for *Brassica rapa* pseudochromosome assembly. BMC Genomics. 12 (1). 239. Dostupné z doi: 10.1186/1471-2164-12-239.
- Waraich, E. A., Rashid, F., Ahmad, Z., Ahmad, R., Ahmad, M. 2020. Foliar applied potassium stimulate drought tolerance in canola under water deficit conditions. Journal of Plant Nutrition. 43 (13). 1923–1934. Dostupné z doi: 10.1080/01904167.2020.1758132.
- West, S. G., Hecker, K. D., Mustad, V. A., Nicholson, S., Schoemer, S. L., Wagner, P., Hinderliter, A. L., Ulbrecht, J., Ruey, P., Kris-Etherton, P. M. 2005. Acute effects of monounsaturated fatty

- acids with and without omega-3 fatty acids on vascular reactivity in individuals with type 2 diabetes. *Diabetologia*. 48 (1). 113–122. Dostupné z doi: 10.1007/s00125-004-1600-7.
- Zhang, L., Yang, G., Liu, P., Hong, D., Li, S., He, Q. 2011. Genetic and correlation analysis of silique-traits in *Brassica napus L.* by quantitative trait locus mapping. *Theoretical and Applied Genetics*. 122 (1). 21–31. Dostupné z doi: 10.1007/s00122-010-1419-1.
- Zhang, M., Malhi, S. 2010. Perspectives of oilseed rape as a bioenergy crop. *Biofuels*. 1 (4). 621–630. Dostupné z doi: 10.4155/bfs.10.28.

## 10 Samostatné přílohy

Obrázek 1: Fenofáze řepky (Baranyk et al., 2007)



Tabulka 9: Hodnoty olejnatosti (%) u zdravých rostlin

Vzorek	Olejnatost NMR (%)	Vlhkost (%)	Olejnatost (%) v sušině	Průměr	Průměr
ZT1	43,92	6,66	<b>44,70</b>	44,69	44,83
ZT1	43,89	6,67	<b>44,68</b>		
ZT2	43,17	7,07	<b>44,13</b>	44,20	
ZT2	43,29	7,09	<b>44,26</b>		
ZT3	44,33	7,55	<b>45,55</b>	45,49	
ZT3	44,20	7,58	<b>45,43</b>		
ZT4	43,82	7,46	<b>44,98</b>	44,94	
ZT4	43,74	7,43	<b>44,89</b>		
Z11	44,20	6,72	<b>45,02</b>	45,13	45,08
Z11	44,42	6,74	<b>45,25</b>		
Z12	43,72	7,07	<b>44,69</b>	44,59	
Z12	43,50	7,10	<b>44,48</b>		
Z13	44,11	7,70	<b>45,40</b>	45,54	
Z13	44,38	7,73	<b>45,69</b>		
Z14	43,85	7,57	<b>45,07</b>	45,07	
Z14	43,84	7,59	<b>45,07</b>		
Z21	45,30	6,71	<b>46,13</b>	46,10	44,48
Z21	45,22	6,74	<b>46,06</b>		
Z22	43,43	7,11	<b>44,42</b>	44,42	
Z22	43,43	7,14	<b>44,42</b>		
Z23	44,99	7,45	<b>46,18</b>	46,19	
Z23	45,00	7,48	<b>46,20</b>		
Z24	40,13	7,38	<b>41,16</b>	41,23	
Z24	40,26	7,38	<b>41,29</b>		

Tabulka 10: Hodnoty olejnatosti (%) u předčasně dozrálých rostlin

Vzorek	Olejnatost NMR (%)	Vlhkost (%)	Olejnatost (%) v sušině	Průměr	Průměr
NT1	44,54	6,60	<b>45,30</b>	45,25	46,55
NT1	44,40	6,66	<b>45,19</b>		
NT2	44,58	6,61	<b>45,35</b>	45,33	
NT2	44,51	6,66	<b>45,30</b>		
NT3	47,02	6,67	<b>47,86</b>	47,84	
NT3	46,97	6,70	<b>47,83</b>		
NT4	47,02	6,69	<b>47,87</b>	47,78	
NT4	46,86	6,65	<b>47,69</b>		
N11	44,03	6,67	<b>44,82</b>	44,76	46,35
N11	43,91	6,68	<b>44,70</b>		
N12	43,99	6,66	<b>44,77</b>	44,74	
N12	43,92	6,69	<b>44,72</b>		
N13	47,10	6,71	<b>47,96</b>	47,86	
N13	46,90	6,69	<b>47,75</b>		
N14	47,15	6,70	<b>48,01</b>	48,05	
N14	47,21	6,74	<b>48,08</b>		
N21	42,66	7,49	<b>43,81</b>	43,80	46,60
N21	42,60	7,58	<b>43,79</b>		
N23	46,73	6,80	<b>47,63</b>	47,62	
N23	46,70	6,83	<b>47,62</b>		
N24	47,54	6,79	<b>48,45</b>	48,39	
N24	47,38	6,86	<b>48,33</b>		

Tabulka 11: HTS (g) zdravých rostlin

<b>Vzorek</b>	<b>hm. 500 semen (g)</b>	<b>HTS</b>
ZT1	3,013	<b>6,077</b>
	3,064	
ZT2	3,479	<b>7,06</b>
	3,581	
ZT3	3,360	<b>6,728</b>
	3,368	
ZT4	3,149	<b>6,213</b>
	3,064	
Z11	2,881	<b>5,791</b>
	2,91	
Z12	3,154	<b>6,317</b>
	3,163	
Z13	3,027	<b>5,971</b>
	2,944	
Z14	3,021	<b>6,072</b>
	3,051	
Z21	2,631	<b>5,256</b>
	2,625	
Z22	3,186	<b>6,301</b>
	3,115	
Z23	2,893	<b>5,761</b>
	2,868	
Z24	2,83	<b>5,739</b>
	2,909	



Tabulka 12: HTS (g) rostlin předčasně dozrálých

Vzorek	hm. 500 semen (g)	HTS
NT1	2,715	<b>5,430</b>
	2,715	
NT2	2,810	<b>5,702</b>
	2,892	
NT3	2,737	<b>5,516</b>
	2,779	
NT4	2,724	<b>5,494</b>
	2,77	
N11	2,356	<b>4,813</b>
	2,457	
N12	2,304	<b>4,638</b>
	2,334	
N13	2,355	<b>4,799</b>
	2,444	
N14	2,438	<b>4,916</b>
	2,478	
N21	2,184	<b>4,368</b>
N22	2,086	<b>4,172</b>
N23	2,172	<b>4,380</b>
	2,208	
N24	2,512	<b>5,058</b>
	2,546	

Tabulka 13: Jednofaktorová analýza rozptylu pro hodnocení rozdílů v počtu šesulí na terminálu, primárních a sekundárních větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,33184E6	5	1,06637E6	<b>252,92</b>	<b>0,0000</b>
Within groups	986603,	234	4216,25		
Total (Corr.)	6,31844E6	239			

Tabulka 14: LSD (Multiple Range Test) pro počet šesulí

varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
N2	40	7,35	x
NT	40	38,3	x
ZT	40	70,025	x
Z2	40	93,925	x
N1	40	155,975	x
Z1	40	453,3	x

Tabulka 15: Rozdíly mezi průměry variant a minimální statisticky průkazná diference pro počet šesulí

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
NT - N1	*	-117,675	28,6055
NT - N2	*	30,95	28,6055
NT - ZT	*	-31,725	28,6055
NT - Z1	*	-415,0	28,6055
NT - Z2	*	-55,625	28,6055
N1 - N2	*	148,625	28,6055
N1 - ZT	*	85,95	28,6055
N1 - Z1	*	-297,325	28,6055
N1 - Z2	*	62,05	28,6055
N2 - ZT	*	-62,675	28,6055
N2 - Z1	*	-445,95	28,6055
N2 - Z2	*	-86,575	28,6055
ZT - Z1	*	-383,275	28,6055
ZT - Z2		-23,9	28,6055
Z1 - Z2	*	359,375	28,6055

Tabulka 16: Jednofaktorová analýza rozptylu pro hodnocení rozdílů v produkci semen (g) na terminálu, primárních a sekundárních větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	8515,81	5	1703,16	70,71	0,0000
Within groups	5636,59	234	24,088		
Total (Corr.)	14152,4	239			

Tabulka 17: Multiple Range Tests (LSD) pro produkci semen

varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
N2	40	0,3895	X
NT	40	3,13325	X
Z2	40	3,8605	X
ZT	40	6,536	X
N1	40	9,5805	X
Z1	40	18,727	X

Tabulka 18: Rozdíly mezi průměry variant a minimální statisticky průkazná diference pro produkci semen

NT - N1	*	-6,44725	2,16215
NT - N2	*	2,74375	2,16215
NT - ZT	*	-3,40275	2,16215
NT - Z1	*	-15,5938	2,16215
NT - Z2		-0,72725	2,16215
N1 - N2	*	9,191	2,16215
N1 - ZT	*	3,0445	2,16215
N1 - Z1	*	-9,1465	2,16215
N1 - Z2	*	5,72	2,16215
N2 - ZT	*	-6,1465	2,16215
N2 - Z1	*	-18,3375	2,16215
N2 - Z2	*	-3,471	2,16215
ZT - Z1	*	-12,191	2,16215
ZT - Z2	*	2,6755	2,16215
Z1 - Z2	*	14,8665	2,16215

Tabulka 19: Jednofaktorová analýza rozptylu pro hodnocení rozdílů v hmotnosti tisíce semen HTS (g) na terminálu, primárních a sekundárních větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	11,637	5	2,32739	22,67	0,0000
Within groups	1,84811	18	0,102673		
Total (Corr.)	13,4851	23			

Tabulka 20: Multiple Range Tests (LSD) pro HTS

varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
N2	4	4,4945	X
N1	4	4,7915	X
NT	4	5,5355	X
Z2	4	5,76425	XX
Z1	4	6,03775	X
ZT	4	6,5195	X

Tabulka 21: Rozdíly mezi průměry variant a minimální statisticky průkazná diference pro HTS

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
NT - N1	*	0,744	0,476018
NT - N2	*	1,041	0,476018
NT - ZT	*	-0,984	0,476018
NT - Z1	*	-0,50225	0,476018
NT - Z2		-0,22875	0,476018
N1 - N2		0,297	0,476018
N1 - ZT	*	-1,728	0,476018
N1 - Z1	*	-1,24625	0,476018
N1 - Z2	*	-0,97275	0,476018
N2 - ZT	*	-2,025	0,476018
N2 - Z1	*	-1,54325	0,476018
N2 - Z2	*	-1,26975	0,476018
ZT - Z1	*	0,48175	0,476018
ZT - Z2	*	0,75525	0,476018
Z1 - Z2		0,2735	0,476018

Tabulka 22: Jednofaktorová analýza rozptylu pro hodnocení rozdílů v olejnatosti (%) na terminálu, primárních a sekundárních větvích u zdravých a předčasně dozrálých rostlin

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	34,6696	5	6,93393	3,00	0,0217
Within groups	92,576	40	2,3144		
Total (Corr.)	127,246	45			

Tabulka 23: Multiple Range Tests (LSD) pro olejnatost

varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
Z2	8	44,4825	X
ZT	8	44,8275	XX
Z1	8	45,0837	XXX
N1	8	46,3512	XX
NT	8	46,5487	X
N2	6	46,605	X

Tabulka 24: Rozdíly mezi průměry variant a minimální statisticky průkazná diference pro olejnatost

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
NT - N1		0,1975	1,53735
NT - N2		-0,05625	1,66053
NT - ZT	*	1,72125	1,53735
NT - Z1		1,465	1,53735
NT - Z2	*	2,06625	1,53735
N1 - N2		-0,25375	1,66053
N1 - ZT		1,52375	1,53735
N1 - Z1		1,2675	1,53735
N1 - Z2	*	1,86875	1,53735
N2 - ZT	*	1,7775	1,66053
N2 - Z1		1,52125	1,66053
N2 - Z2	*	2,1225	1,66053
ZT - Z1		-0,25625	1,53735
ZT - Z2		0,345	1,53735
Z1 - Z2		0,60125	1,53735

Tabulka 25: Vícefaktorová analýza rozptylu pro hodnocení vlivu zdravotního stavu a pozice semen na rostlině na olejnatost

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: zdravotní stav	32,3641	1	32,3641	14,47	0,0005
B: pozice	0,358693	2	0,179347	0,08	0,9231
RESIDUAL	93,9347	42	2,23654		
TOTAL (CORRECTED)	127,246	45			

Tabulka 26: Multiple Range Test pro olejnatost podle zdravotního stavu

zdravotní stav	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
zdravé	24	44,7979	0,305269	X
předčasně dozrálé	22	46,4807	0,320169	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
předčasně dozrálé - zdravé	*	1,68281	0,892754

Tabulka 27: Multiple Range Test pro olejnatost podle pozice semen na rostlině

pozice	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
sekundární větve	14	45,5123	0,400938	X
terminál	16	45,6881	0,373877	X
primární větve	16	45,7175	0,373877	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
primární větve - sekundární větve		0,205156	1,10634
primární větve - terminál		0,029375	1,06705
sekundární větve - terminál		-0,175781	1,10634

Tabulka 28: Vícefaktorová analýza rozptylu pro hodnocení vlivu zdravotního stavu a pozice semen na rostlině na HTS

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: zdravotní stav	8,16667	1	8,16667	83,81	0,0000
B: pozice	3,36963	2	1,68482	17,29	0,0000
RESIDUAL	1,94876	20	0,0974382		
TOTAL (CORRECTED)	13,4851	23			

Tabulka 28: Multiple Range Test pro HTS podle zdravotního stavu rostlin

<i>zdravotní stav</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
předčasně dozrálé	12	4,9405	0,0901102	×
zdravé	12	6,10717	0,0901102	×

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
předčasně dozrálé - zdravé	*	-1,16667	0,265825

Tabulka 29: Multiple Range Test pro HTS podle pozice na rostlině

<i>pozice</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
sekundární větve	8	5,12937	0,110362	×
primární větve	8	5,41463	0,110362	×
terminál	8	6,0275	0,110362	×

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
primární větve - sekundární větve		0,28525	0,325568
primární větve - terminál	*	-0,612875	0,325568
sekundární větve - terminál	*	-0,898125	0,325568

Tabulka 30: Vícefaktorová analýza rozptylu pro hodnocení vlivu zdravotního stavu a pozice na rostlině na počet šesulí

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:zdravotní stav	1,15163E6	1	1,15163E6	153,29	0,0000
B:pozice	3,39376E6	2	1,69688E6	225,86	0,0000
RESIDUAL	1,77305E6	236	7512,93		
TOTAL (CORRECTED)	6,31844E6	239			

Tabulka 31: Multiple Range Tests pro počet šesulí podle zdravotního stavu

<i>zdravotní stav</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
předčasně dozrálé	120	67,2083	7,91251	×
zdravé	120	205,75	7,91251	×

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
předčasně dozrálé - zdravé	*	-138,542	22,045

Tabulka 32: Multiple Range Tests pro počet šesulí podle pozice na rostlině

<i>pozice</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
sekundární větve	80	50,6375	9,6908	×
terminál	80	54,1625	9,6908	×
primární větve	80	304,638	9,6908	×

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
primární větve - sekundární větve	*	254,0	26,9996
primární větve - terminál	*	250,475	26,9996
sekundární větve - terminál		-3,525	26,9996

Tabulka 33: Vícefaktorová analýza rozptylu pro hodnocení vlivu zdravotního stavu a pozice na rostlině na produkci semen

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
MAIN EFFECTS					
A:zdravotní stav	1710,99	1	1710,99	66,51	0,0000
B:pozice	6370,11	2	3185,05	123,81	0,0000
RESIDUAL	6071,3	236	25,7258		
TOTAL (CORRECTED)	14152,4	239			

Tabulka 34: Multiple Range Tests pro produkci semen podle zdravotního stavu

<i>zdravotní stav</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
předčasně dozrálé	120	4,36775	0,463014	X
zdravé	120	9,70783	0,463014	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
předčasně dozrálé - zdravé	*	-5,34008	1,29

Tabulka 35: Multiple Range Tests pro produkci semen podle pozice na rostlině

<i>pozice</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
sekundární větve	80	2,125	0,567074	X
terminál	80	4,83463	0,567074	X
primární větve	80	14,1538	0,567074	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
terminál - primární větve	*	-9,31912	1,57993
terminál - sekundární větve	*	2,70962	1,57993
primární větve - sekundární větve	*	12,0287	1,57993