

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv podzimní regulace na růstové parametry a výnos u
řepky ozimé ve vztahu k povětrnostním podmínkám**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. David Mareš

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv podzimní regulace na růstové parametry a výnos u řepky ozimé ve vztahu k povětrnostním podmínkám" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Ve Všechných dne 21. dubna 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Davidovi Bečkovi, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost, poskytnutí informací, odborných rad a za čas, který mi věnoval při zpracování této práce.

Vliv podzimní regulace na růstové parametry a výnos u řepky ozimé ve vztahu k povětrnostním podmínkám

Souhrn

V současné době se při intenzivním pěstování řepky používá značné množství insekticidů, fungicidů i morforegulátorů. Jako jedno ze základních ošetření u řepky ozimé se na podzim používá aplikace přípravků s morforegulačními účinky, které zajišťují její přezimování bez úbytku rostlin nebo vyzimování celých porostů.

Cílem práce bylo zhodnotit vliv podzimní aplikace regulátorů růstu na růstové ukazatele, výnos a kvalitu semen řepky ozimé. Hodnoceny byly vegetační ročníky 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020 s odlišným průběhem povětrnostních podmínek na podzim. Pro experimentální část této práce byl založen pokus na pozemcích Výzkumné stanice v Červeném Újezdě. Pokus se skládal ze čtyř variant: 1) Kontrola, 2) Horizon, 3) Horizon + Stabilan, 4) Stabilan. Jako azolový regulátor byl použit přípravek Horizon 250 EW (úč. látka *tebuconazole*) a účinná látka *chlormequat chlorid* se nacházela v přípravku Stabilan 750 SL. Aplikace regulátorů v každém ročníku byly provedeny v říjnu a odběry k hodnocení v listopadu. Při podzimních odběrech byla sledována hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů, počet listů, délka listů, průměr kořenového krčku a délka kořene. Po sklizni byl vyhodnocen výnos, olejnatost a hmotnost tisíce semen.

Ve výsledcích byly porovnány povětrnostní podmínky v jednotlivých podzimech. Po vyhodnocení povětrnostních podmínek byl stanoven optimální podzim (2017), suchý podzim (2018) a mírně vlhký podzim (2019).

Podle výsledků měly regulátory růstu vliv na růstové ukazatele v rozdílných povětrnostních podmínkách na podzim. Pro vyhodnocení byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi všemi podzimy u hmotnosti sušiny listů, délky listů a průměru kořenového krčku. Pozitivní reakce použití regulátorů růstu na výnos se projevila pouze v ročníku 2019/2020, a to u variant Horizon a Horizon + Stabilan.

V práci byla následně vyhodnocena ekonomika v jednotlivých ročnících u sledovaných variant. Z ekonomického hlediska aplikace regulátorů dosáhla záporných hodnot. Pouze v ročníku 2019/2020 u varianty Horizon došlo k navýšení zisku o 1 156 Kč.

Pro lepší přípravu porostů na přezimování v optimálním podzimu bych doporučil kombinaci přípravků Horizon + Stabilan. Dobrých výsledků dosáhla v tomto podzimu i varianta Horizon. V suchém podzimu dosáhla nejlepších výsledků varianta Horizon + Stabilan. V mírně vlhkém podzimu byla jako nejlepší regulace vyhodnocena kombinace Horizon + Stabilan. V průměru za tři sledované podzimy byla nejlepší regulace porostů zjištěna u kombinace přípravků Horizon + Stabilan.

Hypotéza 1: V případě suchého podzimu je účinek regulátorů na růstové ukazatele a výnos řepky malý a opatření není efektivní.

Tato hypotéza byla částečně potvrzena. Po aplikaci regulátorů v suchém podzimu byly výnosy nižší oproti neošetřené variantě. Podle statistického vyhodnocení byla zjištěna efektivnost použití regulátorů v suchém podzimu u délky kořenů a průměru kořenového krčku. U ostatních ukazatelů se statisticky účinnost neprojevila.

Hypotéza 2: Použití regulátorů růstu na podzim zvyšuje hmotnost a délku kořenů a šířku kořenového krčku.

Hypotéza byla částečně potvrzena. V případě průměru kořenového krčku a délky kořenů byla tato hypotéza potvrzena. V případě hmotnosti sušiny kořenů nebyla hypotéza potvrzena, pouze u varianty Horizon + Stabilan došlo k navýšení hmotnosti sušiny kořenů. Nejlepších výsledků u těchto ukazatelů bylo dosaženo u varianty Horizon + Stabilan (tank-mix).

Hypotéza 3: Azolový regulátor má na utváření optimálního habitu rostlin před zimou lepší účinek než CCC regulátor.

Podle výsledků byla hypotéza částečně potvrzena. Azolový regulátor lépe zapůsobil na hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů a délku listů. Regulátor Stabilan měl lepší výsledky u počtu listů, průměru kořenového krčku a délky kořene.

Klíčová slova: řepka ozimá, povětrnostní podmínky, regulace, růstové ukazatele, výnos, kvalita

Influence of autumn regulation on growth indicators and yield of winter oilseed rape in relation to weather conditions

Summary

Currently, a significant number of insecticides, fungicides and morphoregulators are used in intensive rapeseed cultivation. As one of the basic treatments for winter oilseed rape, the application of products with morphoregulatory effects is used in the autumn, which ensure its overwintering without loss of plants or winter hardiness of entire stands.

The aim of the thesis was to evaluate the influence of autumn application of growth regulators on growth indicators, yield and quality of oilseed rape. Vegetation years 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020 with different weather conditions in autumn were evaluated. For the experimental part of this paper, an experiment was based on the land of the Research Station in Červený Újezd.

The experiment consisted of four variants: 1) Control, 2) Horizon, 3) Horizon + Stabilan, 4) Stabilan. Horizon 250 EW (active ingredient *tebuconazole*) was used as the azole regulator and the active substance *chlormequat chloride* was present in Stabilan 750 SL. Applications of regulators in each year were carried out in October and sampling for evaluation in November. During autumn sampling, the roots dry weight, the leaf dry weight, the number of leaves, the leaf length, the root neck diameter and the root length were monitored. After harvest, the yield, oil content and weight of a thousand seeds were evaluated.

The results compared the weather conditions in individual autumns. After evaluating the weather conditions, the optimal autumn (2017), dry autumn (2018) and slightly humid autumn (2019) were determined.

According to the results, growth regulators had an impact on growth indicators in different weather conditions in autumn. For evaluation, a statistically significant difference was found among all autumns in the leaf dry weight, the leaf length and the diameter of the root neck. The positive reaction of the use of growth regulators to yield was manifested only in the year 2019/2020, for the Horizon and Horizon + Stabilan variants.

The economy was evaluated in individual years for the monitored variants. From an economic point of view, the application of regulators has reached negative values. Only in the year 2019/2020 the Horizon variant increased its profit by CZK 1,156.

For better readiness of the stands to overwinter in the optimal autumn. I would recommend the combination of Horizon + Stabilan products. The Horizon variant also achieved good results this autumn. In dry autumn, the Horizon + Stabilan variant achieved the best results. In a slightly humid autumn, the combination of Horizon + Stabilan was evaluated as the best regulation. On average from the three monitored autumns, the best vegetation control was found for the combination of Horizon + Stabilan.

Hypothesis 1: In the case of dry autumn, the effect of regulators on growth indicators and rapeseed yield is small and the measure is not effective.

This hypothesis was partially confirmed. After the application of regulators in dry autumn, the yields were lower compared to the untreated variant. According to the statistical evaluation, the effectiveness of the use of regulators in dry autumn was found for the root length and the diameter of the root neck. The other indicators did not show statistical effectiveness.

Hypothesis 2: The use of growth regulators in autumn increases the root weight and length and the root neck width.

The hypothesis was partially confirmed. In the case of root neck diameter and root length, this hypothesis was confirmed. In the case of the root dry weight, the hypothesis was not confirmed, only in the Horizon + Stabilan variant increased the roots dry weight. The best results for these indicators were achieved with the Horizon + Stabilan variant (tank-mix).

Hypothesis 3: The azole regulator has a better effect than the CCC regulator on the formation of optimal plant habitat before winter.

According to the results, the hypothesis was partially confirmed. The azole regulator had a better effect on the root dry weight, the leaf dry weight and the length of the leaves. The Stabilan regulator performed better on leaf number, root neck diameter, and root length.

Key words: oilseed rape, weather conditions, regulation, growth indicators, yield, qualit

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Vědecká hypotéza a cíle práce	12
3.	Literární rešerše	13
3.1.	Historie pěstování	13
3.2.	Biologická charakteristika	15
3.3.	Význam pěstování řepky	16
3.3.1.	Potravinářství	17
3.3.2.	Krmivářství	18
3.3.3.	Oleochemie	18
3.3.4.	Energetické využití	19
3.4.	Nároky řepky na půdu	20
3.5.	Zařazení do osevního postupu	20
3.6.	Povětrnostní charakteristiky	22
3.7.	Nároky řepky na klimatické podmínky	26
3.8.	Regulátory růstu (fytohormony).....	27
3.8.1.	Přírodní hormony (fytohormony).....	27
3.8.1.a	Auxiny	27
3.8.1.b	Cytokininy	28
3.8.1.c	Gibereliny.....	29
3.8.1.d	Kyselina abscisová (ABA).....	30
3.8.1.e	Etylen	31
3.8.2.	Syntetické hormony.....	31
3.8.2.a	Chlormequat chlorid.....	31
3.8.2.b	Mepiquat chlorid	32
3.8.2.c	Azolové regulátory růstu.....	32
3.8.2.d	Trinexapac-ethyl.....	33
3.8.2.e	Ethefon	33
3.9.	Regulace řepky v podzimním období	34
3.10.	Výnos a výnosotvorné prvky u řepky	37
4.	Metodika pokusu.....	39
4.1.	Charakteristika lokality pokusu	39
4.2.	Povětrnostní podmínky během vegetací.....	39
4.2.1.	Povětrnostní podmínky 2017/2018.....	39
4.2.2.	Povětrnostní podmínky 2018/2019	41
4.2.3.	Povětrnostní podmínky 2019/2020	42

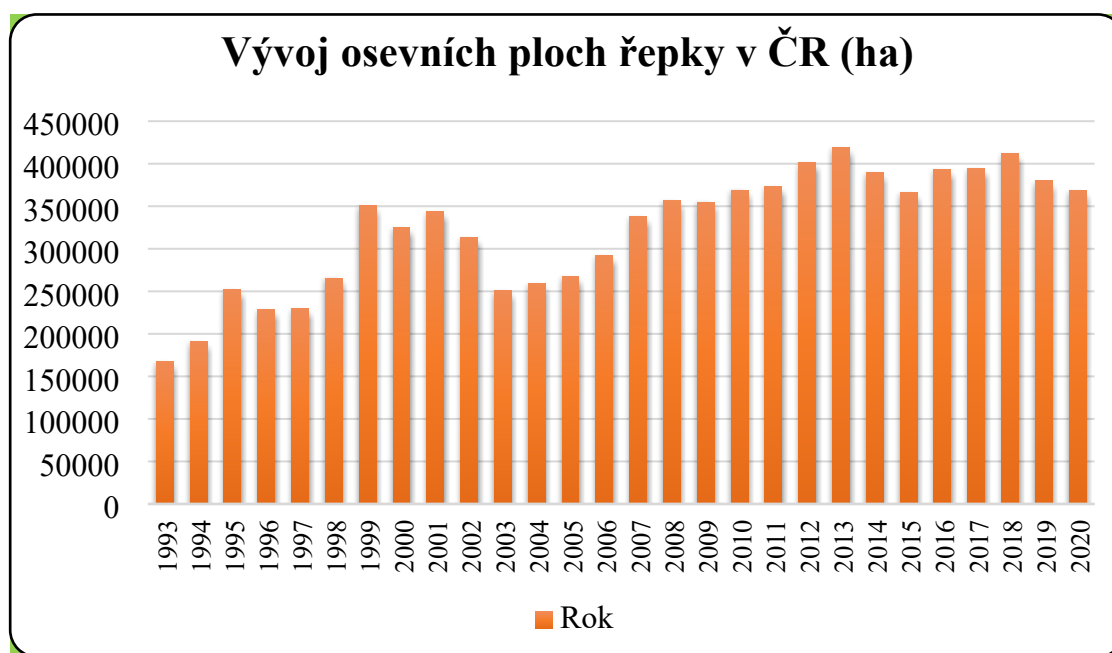
4.3.	Charakteristika pokusu	45
4.3.1.	Varianty pokusu	45
4.3.2.	Základní agrotechnika pokusu	46
4.4.	Vyhodnocení pokusu	48
4.4.1.	Podzimní odběry	48
4.4.2.	Posklizňové hodnocení	48
4.4.3.	Statistické zhodnocení	48
5.	Výsledky	49
5.1.	Vyhodnocení povětrnostních podmínek v průběhu podzimní vegetace	49
5.2.	Hmotnost sušiny kořenů	50
5.3.	Hmotnost sušiny listů	51
5.4.	Počet listů na rostlině	53
5.5.	Délka listů	54
5.6.	Průměr kořenového krčku	56
5.7.	Délka kořene	57
5.8.	Výnos	58
5.9.	Olejnatost	60
5.10.	Hmotnost tisíce semen	61
5.11.	Celkové průměrné zhodnocení za všechny ročníky	62
5.12.	Vztah mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů	64
5.13.	Vztah mezi výnosem a hmotností sušiny listů	65
5.14.	Vztah mezi výnosem a průměrem kořenového krčku	66
5.15.	Ekonomické zhodnocení použitých regulátorů	66
6.	Diskuze	68
7.	Závěr	72
8.	Literatura	74
9.	Seznam použitých zkratk a symbolů	83

1. Úvod

Řepka olejka je druhá nejvýznamnější olejovina na světě. Jejím největším pěstitelem je Evropská unie, ve které se všechna vypěstovaná produkce i zpracuje (Baranyk et al. 2007). Přibližná světová produkce řepky činí okolo 70 milionů tun ročně (Liška 2017).

Řepka olejka patří mezi významné plodiny českého zemědělství. Řadí se mezi plodiny, které mají výbornou předplodinovou hodnotu, jež je srovnatelná s luskovinami a okopaninami, a proto patří mezi tzv. zlepšující plodiny (Brát et al. 2019). Podle Bečky et al. (2007) nejvýznamnějšími přednostmi pěstování řepky olejky jsou: dodání organické hmoty do půdy a její mikrobionální oživení, utváření drobtovité struktury půdy s vynikajícími fyzikálními vlastnostmi a výborné antifytopatogenní působení.

V České republice se řepka pěstuje přibližně na 16 % orné půdy, což nepředstavuje nijak vysoké číslo. Oproti tomu například v některých spolkových zemích Německa představuje podíl řepky na orné půdě 33 % (Brát et al. 2019). Za poslední pětileté období byla v ČR nejvyšší osevní plocha zaznamenána roku 2018 (ČSÚ1 2021).



Graf 1: Vývoj osevních ploch řepky v ČR (ČSÚ1 2021)

Podle Orloviuse (2003) se řepkový olej používá jako potravinu, alternativa obnovitelných paliv, ekologický mazací olej nebo surovina v chemickém průmyslu. Přebytky z výroby (pokrutiny a extrahované šroty) se využívají jako krmivo pro zvířata.

Předkládaná práce se dále zabývá regulací porostů řepky s ohledem na povětrnostní podmínky na podzim. Počasí má velký vliv na výnosy, kvalitu pěstovaných plodin a podílí se na hospodářských výsledcích zemědělských pěstitelů. Meteorologické podmínky (srážky, rozložení srážek a teploty) v jednotlivých ročnících jsou charakterizovány výraznými proměnami. Tyto výkyvy klimatu zapříčiňují změnu objemu a kvalitu produkce z rostlinné výroby mezi jednotlivými ročníky (Petr et al. 1987).

V návaznosti na výše uvedené je v této práci řešena problematika regulátorů růstu, které patří mezi látky široce využívané v moderním zemědělství, zahradnictví a vinařství. Tyto látky se hlavně používají k regulování vývojových procesů rostlin (např. zrychlení a zpomalení stárnutí, stimulace a inhibice prodlužovacího růstu, zrychlení a zpomalení klíčení semen). Celkem se k regulaci využívá přibližně 40 účinných látek, které jsou vhodně aplikovány buď samostatně, nebo v kombinaci s jinými regulátory. Nutno podotknout, že se celosvětové tržby za regulátory růstu pohybují okolo 1,2 miliardy amerických dolarů ročně (Rademacher 2015).

U řepky ozimé použití regulátorů růstu na podzim způsobuje snížení rizika vyzimování a zároveň zvyšuje výnosovou jistotu (Bečka et al. 2013b). Porost by měl mít pro dobré přezimování silnou listovou růžici s přisedlým listovým krčkem a kratší tmavě zelené listy (8–10 listů na rostlinu). Dále by kořen měl být kulový s bohatým vlášením a průměrem kořenového krčku mezi 10–15 mm (Fiala & Bernardová 2017).

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je zhodnotit vliv podzimní aplikace regulátorů růstu na růstové ukazatele, výnos a kvalitu semen řepky ozimé. Hodnoceny budou vegetační ročníky 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020 s odlišným průběhem povětrnostních podmínek na podzim. Získané výsledky budou statisticky a ekonomicky vyhodnoceny.

V této práci budou porovnávány čtyři varianty. První varianta nebyla ošetřena a na zbylé tři varianty byly aplikovány různé regulační přípravky. Ve výsledcích budou zhodnoceny povětrnostní podmínky na podzim v jednotlivých ročnících. Dále bude vyhodnocena hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů, počet listů, délka listů, délka kořene, průměr kořenového krčku, výnos, olejnatost semen a hmotnost tisíce semen. V další části výsledků bude posouzen vztah mezi výnosem a hmotností sušiny kořene, vztah mezi výnosem a hmotností sušiny listů, vztah mezi výnosem a průměrem kořenového krčku.

Hypotézy:

- 1) V případě suchého podzimu je účinek regulátorů na růstové ukazatele a výnos řepky malý a opatření není efektivní.
- 2) Použití regulátorů růstu na podzim zvyšuje hmotnost a délku kořenů a šířku kořenového krčku.
- 3) Azolový regulátor má na utváření optimálního habitu rostlin před zimou lepší účinek než CCC regulátor.

3. Literární rešerše

Řepka olejka (*Brassica napus L.*) vznikla z řepice (*Brassica campestris L. syn Brassica rapa L.*) a brukve zelné (*Brassica oleracea L.*) zpětným křížením a zdvojením počtu chromozomů. Po zkřížení se vytvořil amfidiploid s 38 chromozomy (Baranyk et al. 2007; Morgan et al. 2014). Podle Baranyka et al. (2010) se za oblast vzniku považuje středomořské genové centrum.

Řepka olejka patří do čeledi *Brassicaceae* (Kordrostami & Mafakheri 2020), která obsahuje mnoho ekonomicky důležitých jedlých a průmyslových olejnin, zelenin, koření a krmných plodin (Warwick 2011). Čeleď *Brassicaceae* zahrnuje jednoleté až vytrvalé rostliny, tvoří ji přibližně 380 rodů s 3200 druhy (Anonym 2020). Počet druhů z čeledi popisuje i Al-Shehbaz (1984), který uvádí, že obsahuje 340 rodů s 3350 druhy. V České republice roste z této čeledi přes 50 rodů s více jak 150 druhy (Anonym 2020). Ve Středomoří z rodu *Brassica* (brukev) se nachází asi 40 původně rozšířených druhů (Novák & Skalický 2017).

3.1. Historie pěstování

Čeleď brukvovité se pravděpodobně zařazuje mezi nejstarší zemědělské plodiny. První písemné zmínky o používání řepkového oleje na vaření a svícení jsou ze starověké Indie přibližně z období 2000–1500 let před Kristem. Zpočátku se řepka cílevědomě pěstovala hlavně na území Číny a jihozápadní Evropy. Používání řepky v Evropě se datuje přibližně od roku 1200 našeho letopočtu (Brát & Baranyk 2016; Bernardová 2020).

Již staří Římané pěstovali celou řadu zelenin a krmných okopanin z čeledi brukvovitých, což dodnes dokládají nástěnné malby ve městech Pompeje, Herkulaneum a Stabie. Ovšem nepodařilo se zjistit, o jaký druh brukve se jedná. Semena brukvovitých byla také nalezena ve starogermských hrobech a ve švýcarských kúlových stavbách (Muška 2020).

Renesanční lékař Pietro Mattioli se ve svém herbáři z roku 1596 zmiňuje o řepě kolniku, z které se využíval olej k výrobě pokrmů i mýdel (Baranyk et al. 2007). První doložená zmínka o pěstování řepky na našem území pochází z druhé poloviny 16. století. Zpráva se nacházela ve spise, který sepsal Mikuláš Černobýl, zvaný Artemisius. Tento spisovatel a pedagog pocházel ze Žatce, kde působil jako rektor školy a radní písař, stal se mluvčím žateckého měšťanstva během volby českého krále (Muška 2020).

Do 19. století se z historického hlediska nerozlišovaly rozdíly mezi řepkou olejkou a ozimou řepicí (Muška 2020). Tuto informaci Baranyk et al. (2007) nepotvrzují, naproti tomu uvádějí, že již v roce 1682 vyšla tzv. instrukce frýdlantská, v níž se rozlišovaly oba tyto druhy. K velkému rozšíření pěstování řepky došlo za panování Marie Terezie a Josefa II., i přestože sedláci neměli řepku rádi, protože vyžadovala hodně práce (Baranyk et al. 2007).

V Čechách se ve 30. letech 19. století pěstovalo tolik řepky olejky, že byla vyvážena do zahraničí a tam se z ní lisoval olej, jenž se poté dovážel nazpět. Na konci tohoto století se trend vývozu řepky přerušil, jelikož se začaly vyrábět minerální oleje, svítilo se plynem a započalo období levného dovozu materiálů z koloniálních zemí (Baranyk & Fábry 1999).

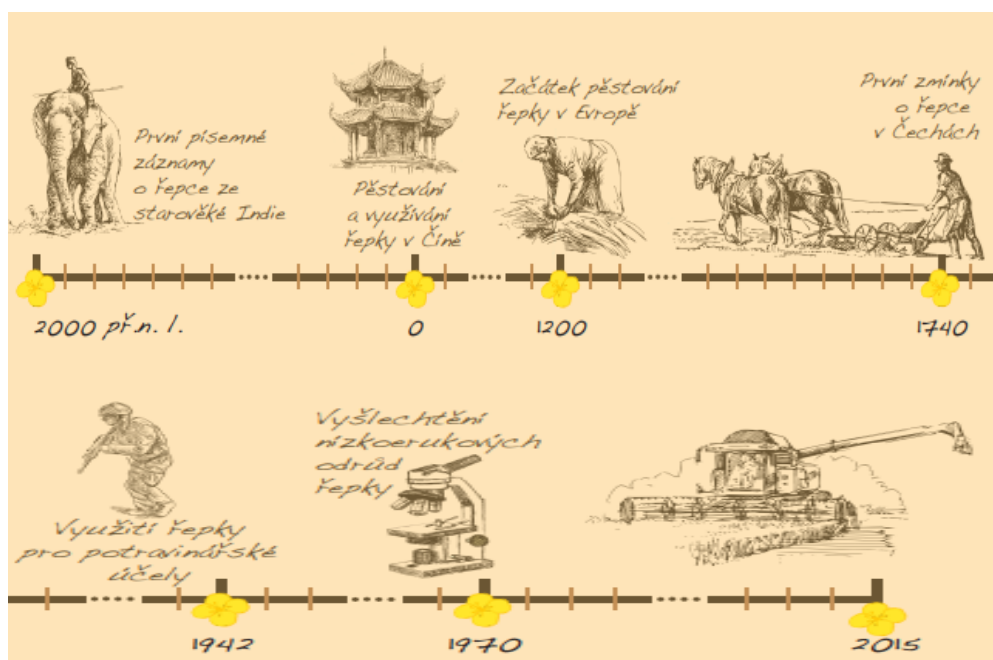
Na konci 19. století se v severní Evropě pěstovala řepka s vysokou hladinou kyseliny erukové, která se využívala k mazání parních strojů (Wang et al. 2014).

V období světových válek se využíval řepkový olej hlavně k potravinářským účelům, ale v této době obsahoval až 45 % kyseliny erukové (Brát & Baranyk 2016). U zvířat krmených řepkovým olejem s vysokým obsahem této kyseliny byl zjištěn zpomalený růst a nežádoucí změny u vnitřních orgánů, hlavně v srdci. Na základě provedených výzkumů se předpokládá, že žádný druh zvířat není dostatečně odolný vůči působení vyššího obsahu kyseliny erukové v řepkovém oleji (Vles et al. 1978).

Od roku 1974 se na našem území začaly pěstovat ozimé odrůdy řepky s minimálním obsahem kyseliny erukové. Maximální obsah kyseliny erukové byl snížen na 5 % v semeni řepky a později se dosáhlo toho, že semena obsahovala do 2 % této kyseliny. Bezerukový olej řepky se významně podobá oleji olivovému a splňuje nároky potravinářů a zpracovatelů (Vašák et al. 2000). Odrůdy s vysokým obsahem kyseliny erukové se pěstují pouze pro uspokojení oleochemického průmyslu, využívají se tedy jen pro nepotravinářské účely (Knutsen et al. 2016).

Pro krmivářské účely (zlepšení kvality extrahovaných šrotů) se podařilo polskému šlechtiteli Krzymanskému vyšlechtit řepku se sníženým obsahem glukosinolátů (Baranyk et al. 2010). V 80. letech 20. století se na území tehdejšího Československa rozvinulo pěstování tzv. „00“ odrůd řepky ozimé, které neobsahují kyselinu erukovou a mají snížený obsah glykosinulátů (Baranyk et al. 2007).

Po roce 1990 došlo v naší republice k největšímu rozšíření ploch řepky olejky, přičemž šlo asi o ztrojnásobení výměry. V souvislosti s klesajícím stavem hospodářských zvířat došlo k poklesu ploch krmných plodin, a to zejména jetelovin, luskovin a obilovin. Obilí se nedařilo prodávat, avšak řepka se stala žádanou komoditou na trhu (Bečka et al. 2007).



Obrázek 1: Historie pěstování řepky (Brát & Baranyk 2016).

3.2. Biologická charakteristika

Řepka olejka patří mezi jednoleté rostliny a dělí se na jarní a ozimý typ (Kordrostami & Mafakheri 2020). Ozimé formy řepky olejky se nejčastěji pěstují v Evropě a v Číně. Naopak v chladnějších částech světa, kam patří severní Evropa a Kanada, se pěstují jarní formy (Berry & Spink 2006). V Austrálii a na jihovýchodě Spojených států amerických sejí jarní řepku na podzim a pěstují ji jako ozimou plodinu (Raymer 2002). Baranyk et al. (2010) uvádí, že ozimý typ řepky se také pěstuje na severním Kavkazu, západní Ukrajině, západu a severu USA a v části Běloruska.

Kořenový systém řepky olejky je tvořen svislým, často dlouhým, vřetenovitým hlavním kořenem. Horní část hlavního kořenu má průměr 1–3 cm a proniká do hloubky 80 cm. Boční kořeny rostliny se dostávají do malé hloubky, protože pronikají půdou v horizontální poloze. Pokud se řepka pěstuje na těžkých jílovitých půdách je pronikání kořenů do hloubky omezené. Hloubka dosahu kořenového systému hraje významnou roli v toleranci rostliny na sucho s optimálním využitím vlhkosti z půdy (Kordrostami & Mafakheri 2020). Podle pokusu, který prováděli Kjellström & Kirchmann (1994), na pozemcích zemědělské univerzity ve Švédsku v období sucha dosahovaly kořeny větší délky a byly tenčí než ve vlhčím roce. Výsledná hloubka zakořenění se pohybuje mezi 110–175 cm, množství kořenových a částečně posklizňových zbytků se značně mění podle místa, ročníku a způsobu pěstování. Celkově lze tvrdit, že tvorba kořenového systému a správný poměr nadzemní a podzemní biomasy pozitivně ovlivňují zimovzdornost, odolnost proti suchu, tvorbu výnosu a stabilitu porostu (Baranyk et al. 2007).

Lodyhy dorůstají výšky 120–220 cm, ale nejčastěji dosahují výšky 140–160 cm (Vašák et al. 2000). Dřeň lodyhy má světle zelenou barvu s kruhovým průřezem a postupně v průběhu růstu zežlutne (Kordrostami & Mafakheri 2020). Stonek je větvený a nese poměrně řídké hrozny jasně žlutých květů (Novák & Skalický 2017). Vašák et al. (2000) uvádí, že na lodyhách vyrůstá v úžlabních lyrovitých listech 6–8 větví prvního řádu, které se poté ještě větví. Stupeň větvení rostliny závisí na odrůdě, prostředí, výživě rostlin atd. Rostlina je schopna vykompenzovat nedostatek rostlin vytvořením většího množství větví na rostlině, pokud porost řepky obsahuje málo rostlin na ploše (Kordrostami & Mafakheri 2020).

Listy řepky jsou poloobjímavé, sivozelené a ojiněné. Dolní lodyžní listy tvoří lyrovitě peřenolisté a řapíkaté listy. Horní lodyžní listy jsou vejčité a přisedlé (Novák & Skalický 2017). Na lodyze jsou listy umístěny střídavě. U jarního typu řepky se na hlavním stonku nachází přibližně 5–12 listů a na ozimé variantě řepky vyroste až 40 listů na hlavním stonku (Kordrostami & Mafakheri 2020).

Řepka utváří hroznovité květenství a samotné kvetení porostu trvá přibližně 20–25 dní. Květy řepky jsou oboupohlavné, bisymetrické, se čtyřmi kališními žlutozelenými lístky, které jsou úzce eliptické až kopinaté a dlouhé 6–8 mm. Korunní lístky jsou dlouhé 9–15 mm se sírově žlutou barvou. Stavba květu u této plodiny dovoluje uplatnění heterózního efektu. Řepka patří mezi rostliny, které jsou fakultativně cizospašné a včelomilné. Sice se řadí z velké části mezi

samosprašné rostliny, ale záleží na odrůdě a podmínkách prostředí (Baranyk et al. 2010; Prančí 2012; Vašák et al. 2000).

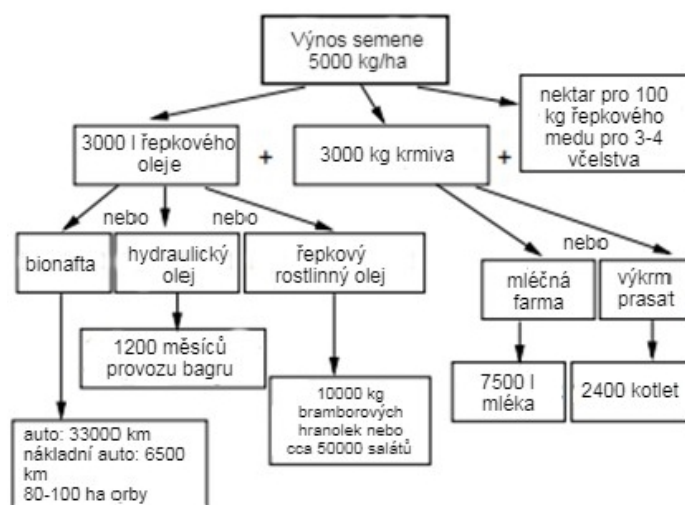
Plodem řepky olejky je šešule, která se skládá ze dvou chlopní a blanité přihrádky, na níž vznikají semena. Šešule obsahuje 15–20 semen, která jsou kulovitá, někdy široce elipsoidní, červenohnědé až modročerné s velikostí okolo 2 mm a hmotností tisíce semen mezi 3,75–6,5 g (Baranyk et al. 2010). Vašák et al. (2000) uvádí, že existují i čtyřradé šešule, které obsahují 40–50 semen v šešuli. Semeno řepky obsahuje pro člověka žádoucí dusíkaté látky, polysacharidy, triglyceridy, steroly, fosfolipidy, galaktolipidy, popeloviny a celulózu. Avšak zastoupení mají i nežádoucí látky, mezi které patří glukosinoláty (1 %), fytylin (3 %), tanin (2 %), sinapin (2 %), lignin (5 %) a volné masné kyseliny (0,2 %) (Koprna & Havel 2002).

Řepka ozimá musí během zimy projít jarovizací, aby mohla kvést. Před začátkem jarovizace se vývoj rostliny zastavuje ve vegetativní fázi. Tohoto procesu se dosáhne po dlouhodobém působení nízkých nemrznoucích teplot (Hawking et al. 2002). Pro jarovizaci jsou potřebné teploty mezi 2 až 8 °C po dobu 30 až 60 dní, a to v závislosti na odrůdě, okolním prostředí a tvorbě listů. Jarovizace umožňuje přechod rostliny z vegetativní do generativní fáze (Baranyk et al. 2007).

3.3. Význam pěstování řepky

Řepka se řadí mezi plodiny s velkým rozsahem využití. Vyrábí se z ní řepkový olej, který je dnes velmi žádaný. Mezi hlavní důvody rozšíření zájmu o řepkový olej patří možnosti jeho využitelnosti v různých odvětvích. Používá se jako potravina, alternativa obnovitelných paliv, ekologický mazací olej vhodný pro různé účely nebo surovina v chemickém průmyslu. Zbytky z výroby se hodí jako krmivo pro zvířata. Do minulého století se výroba oleje soustřeďovala do lokálních výroben, ale s průmyslovým vývojem se přesunula do velkých vysoce specializovaných podniků (Orlovius 2003).

Množství řepkového oleje v semeni ovlivňuje hlavně genotyp, lokalita a ročník. Semeno obsahuje přibližně 42–50 % oleje (Koprna & Havel 2002).



Obrázek 2: Příklady využití řepkového semene z 5 t/ha (upraveno dle UPOF 2001).

Podle Baranyka et al. (2010) lze využití řepky rozdělit do čtyř hlavních odvětví:

- potravinářství,
- krmivářství,
- oleochemie,
- energetické využití.

3.3.1. Potravinářství

V lidské výživě se celé řepkové semeno nevyužívá, ale používá se pouze řepkový olej. Dříve se vyráběly i bílkovinné řepkové koncentráty, ale jejich výroba byla velmi nákladná a nedosahovaly ani potřebné sensorické kvality (Koprna & Havel 2002).

Řepkový olej se řadí mezi nejlepší jedlé oleje k lidské výživě (Przybylski & Mag 2002). Obsahuje 7 % nasycených mastných kyselin (SFA), velké množství mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA), včetně 61 % kyseliny olejové, 21 % kyseliny linolové, 11 % kyseliny alfa-linolenové, rostlinných sterolů a tokoferolů (Lin et al. 2013). Mezi nenasycené mastné kyseliny patří omega 3 mastné kyseliny, které jsou pro člověka nedostatkové (Brát & Doležal 2020). Nenasycené mastné kyseliny brání vzniku aterosklerotických plátů v cévách a zmenšují rizika vzniku trombóz. Tyto kyseliny jsou důležité pro vývoj dětí a zdravotní stav těhotných, ovlivňují kvalitu kůže a podílejí se i na obranyschopnosti organismu (Malina 2013).

Z hlediska porovnání řepkový olej oproti sójovému oleji obsahuje méně nežádoucích mastných kyselin, které negativně působí na hladinu cholesterolu v krvi (Baranyk et al. 2010).

Řepkový olej se vyrábí lisováním semen. Pro lisování olejů se využívají dvě možnosti. První možností je lisování za studena, během něhož se semeno lisuje bez předchozích úprav. Při zpracování ale dochází ke zahřátí na 50–60 °C pomocí vysokých tlaků v lisech. Hlavní nevýhodou tohoto postupu představuje zhoršení výtěžku oleje, protože zůstane zbytkový olej ve výliscích. Druhou možností získávání oleje je lisování po zahřátí a úpravě vlhkosti. Z tohoto procesu se získá vysoký podíl oleje. Vytvořený surový olej obsahuje řadu nežádoucích látek, kterých se daří zbavit pomocí rafinace (Brát & Baranyk 2016). Při rafinaci se z oleje odstraňují zbytky mechanických nečistot, buněčných tkání, sacharidů, bílkovin, vody a doprovodných látek. Doprovodnými látkami se myslí stopy pesticidů, případně těžkých kovů nebo jiných kontaminantů. Dále při procesu dochází k odstranění barevných látek (např. chlorofyl), které negativně ovlivňují chuťové vlastnosti řepkového oleje. Také se eliminují zbytkové části buněk semen, které obsahují lipolytické enzymy. Tyto enzymy uvolňují z tuku volné masné kyseliny, a tím zhoršují jeho jakost. Při procesu rafinace se zmenšuje i obsah biologicky prospěšných látek (tokoferoly a rostlinné steroly) (Brát et al. 2019).

Řepkový olej se doporučuje používat hlavně ve studené kuchyni, například na přípravu salátů. Využívá se i k dušení a jednorázovému krátkodobému smažení či pečení, ale pro fritování není vhodný, protože olej je tepelně namáhán dlouhodobě a vícenásobně (Vašák et al. 2000). Používá se taktéž na výrobu smažených lupínků, majonézy, salátové zálivky, pečiva, cukrovinek atd. (Koprna & Havel 2002).

3.3.2. Krmivářství

Po oddělení tuku z olejnatých semen zůstanou krmné zbytky, které se podle zvolené technologie dělí na pokrutiny a extrahované šroty. Tyto výrobky se využívají ke krmení hospodářských zvířat. Pokrutiny jsou zbytky po vylisování oleje ze semen. Extrahovaný šrot vznikne po lisování a následné extrakci organickými rozpouštědly. Pokrutiny se dělí na pokrutinové koláče a expelery. Pokrutinové koláče jsou pevné desky, které se utvoří při lisování hydraulickými lisami. Expelery vznikají při lisování kontinuálními šnekovými lisami (Zeman et al. 2006).

Podle Bouxina (2018) je Evropská unie ze 70 % závislá na dovozu krmiv bohatých na bílkoviny. V případě sóji se do EU dokonce dováží 95 % její poptávky, což znamená, že se v průměru importuje 36,1 milionu tun za rok.

V posledních letech se do České republiky dováží sójové šroty, ale ty by šly do značné míry nahrazovat právě řepkovými šroty. Ale tomu brání časté obavy zemědělců z negativních účinků glukosinolátů obsažených v semeni řepky. Tyto obavy ale plynou ještě z doby, kdy nebyly k dispozici „00“ odrůdy řepky (velmi nízký obsah kyseliny erukové a glukosinolátů) (Baranyk et al. 2007). Jak uvádí Zeman et al. (2006), „0“ odrůdy obsahovaly až 150 $\mu\text{mol/g}$ glukosinolátů a „00“ odrůdy mají 10–30 $\mu\text{mol/g}$ glukosinolátů. Pokud krmiva obsahují vysoké množství glukosinolátů, mohou způsobit nepříznivé účinky na zvířata. Mezi ně patří snížení příjmu krmiva, podráždění gastrointestinálního traktu, strumy, anémie, poškození jater a ledvin (Bischoff 2016).

Extrahované šroty zahrnují do 4 % tuku a obsahují více bílkovin než pokrutiny. Mají žlutozelenou až žlutohnědou barvou s černými zbytky slupek. Některé zbytky olejnářského průmyslu mohou být napadeny plísněmi, hlavně plísní *Aspergillus flavus*, které se nedají úpravou zničit, jsou v živočišných produktech a patří mezi karcinogenní látky (Zeman et al. 2006).

3.3.3. Oleochemie

Oleochemikálie jsou obnovitelné chemické látky, které se vyrábějí z rostlinných olejů a jiných druhů tuků, např. živočišných nebo syntetizovaných z metabolismu mikroorganismů. V některých případech vznikají jako vedlejší produkt při výrobě biopaliv. Stále častěji se využívají k nahrazení petrochemického průmyslu, který způsobuje vysoké emise CO_2 , znečištění vod a zvýšení koncentrace skleníkových plynů (Tesser et al. 2020).

V oleochemii se využívá rozklad olejů a tuků pomocí hydrolýzy nebo alkoholýzy (Vašák et al. 2000). Po těchto procesech vzniknou produkty, které se rozdělují do čtyř základních tříd, a to na kyseliny, methylestery, alkoholy a aminy. Mezi tyto třídy by se mohl zařazovat i glycerol, který vzniká jako vedlejší produkt při rozkladu a patří mezi důležité suroviny s mnohým využitím (Gunstone & Hamilton 2001). I Baranyk et al. (2007) uvádí, že glycerol představuje v oleochemii důležitou roli. Podle Vašáka et al. (2000) se výsledné produkty rozkladu dělí na mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Pro procesy

alkoholýza a hydrolýza je společným rozkladným produktem olejů glycerol, kterého se při jejich štěpení získá přibližně 11 % z celkového zisku.

Oleochemie se zabývá výrobou olejů k technickým účelům, derivátů mastných kyselin, glycerolu a dalších sloučenin. Mezi technické oleje se zařazují maziva, hydraulické kapaliny, vazelíny, laky, fermeže a pryskyřice. Glycerol se používá v kosmetice, ve farmacii, k výrobě výbušnin, monoglycerolů a diglycerolů. Mezi deriváty mastných kyselin patří metylestery řepkového oleje, detergenty, vosky a plastické hmoty. Mezi další sloučeniny vznikající z oleochemického průmyslu se řadí aminy, alkoholy, aldehydy, soli, dimerní a frakcionové kyseliny (Baranyk et al. 2007).

3.3.4. Energetické využití

V posledních letech se po celém světě zvedl zájem o paliva na bázi obnovitelné energie, jelikož neobnovitelné zdroje přinášejí mnoho problémů. Mezi tři nejzásadnější patří zvyšování emisí skleníkových plynů, velká spotřeba fosilních paliv a jejich složitý dovoz z politicky nestabilních zemí (Ajanovic 2011).

Bionafta patří mezi alternativní paliva, pro kterou se vžil název MEŘO (metylester řepkového oleje) a její vlastnosti jsou přesně normované v ČSN EN 14214 (Henrych 2013). Tato čistá bionafta má v EU označení B100. Druhou možností bionafty je směsná motorová (SMN B30) nafta s 30 % objemu MEŘO, která je definovaná normou ČSN 65 6508 (Bažanta 2013).

Bionafta se podobá vlastnostmi normální motorové naftě, do které se navíc přidávají stabilizační přísady a přísady pro vylepšení oxidační stálosti (Henrych 2013). Mezi výhody používání MEŘO jako pohonné hmoty patří biologická roztažitelnost, pozitivní uhlíková bilance, výrazně nižší kouřivost vznětových motorů, rozvoj tuzemské zemědělské výroby, k tomu neobsahuje síru a aromáty. Oproti motorové naftě jsou nevýhody následující: omezená možnost výroby, agrese vůči běžným plastovým materiálům, mírné zhoršení chladové vlastnosti a nutnost přidání aditiv kvůli tvrdším zimám (Baranyk et al. 2007). Podle Ramose et al. (2019) bionafta ještě způsobuje vyšší korozivnost mědi a mosazi, poškozují gumové hadice a zvyšuje opotřebení motoru.

Od roku 2007 se povinně přimíchávaly biosložky do motorové nafty ve výši 2 % objemových z celkového množství motorové nafty. V roce 2010 došlo ke změně a od té doby se do nafty přidává biosložky 6 % objemových z celkového množství motorové nafty (Čepro 2020).

V EU se bionafta nejvíce vyrábí z řepkového oleje (Ramos et al. 2019). V roce 2008 se v EU vyráběla bionafta ze 79 % řepkového oleje a zbytek ze sójového a slunečnicového oleje (Ajanovic 2011).

Po sklizni řepky zůstane na pozemku velké množství nadzemní hmoty (nerozdrcené slámy). Sláma olejinin není většinou vhodná pro krmění zvířat a stlaní. Právě z tohoto důvodu se sláma může využít pro energetické účely k přímému spalování. V případě, že sláma bude sklizena jako fytopalivo, volí se při sklizni nižší strniště, vypínají se řezací a rozptylovací

zařízení, aby se docílilo co nejmenších ztrát slámy. Sláma se poté slisuje do balíků (Petříková 1999). Podle Baranyka et al. (2010) je z pohledu pěstitelů důležité zvážit využití řepkové slámy k energetickému využití, protože odvozem slámy se pěstitel připraví o mnoho živin a organické hmoty, které půdě mohou v budoucnu chybět.

3.4. Nároky řepky na půdu

Pro řepku jsou nejpříznivější hluboké činné půdy v dobrém strukturálním stavu s vysokou vodní kapacitou. Tyto půdy jí mohou zajistit dobrý přísun vláhy a živin, čímž snižují částečně její závislost. Tvorba výnosu na lehčích půdách je závislá na množství a rozložení srážek. Nedostatkem vláhy trpí i těžké půdy, a to vlivem špatné zpracovatelnosti půdy během zakládání porostu (Baranyk et al. 2010).

Řepka se zařazuje mezi plodiny, které jsou velmi tolerantní i k půdám kamenitým, lehkým, mělkým, ale jen v tom případě, že jsou dobře vyhnojeny. V půdě musí být dostatek pohotového dusíku, aby se dosáhlo výnosu alespoň 2–3 t/ha semen. Navíc musí být půda dostatečně zásobena hořčíkem a bórem. K tomu je řepka tolerantní i k nedostatku fosforu a z části i draslíku. Dokonce jí nevádí nízkém pH do 5,6 až 5 (Bečka et al. 2007). Podle Černého et al. (2015) je řepka ohledně pH půdy poměrně tvárná. V půdě dokáže kořenovou exudací měnit hodnoty pH až o 2 jednotky. Pro zvýšení pH se využívá vápnění, které v různých pokusech a poznacích z praxe zvyšuje výnos semen o 17–37 %.

3.5. Zařazení do osevního postupu

Při pěstování řepky je správné střídání plodin nejlevnější a ekonomicky nejefektivnější, biologicky a ekologicky nejsprávnější intenzifikační opatření (Vašák et al. 2000). Systém střídání plodin se využívá již tisíce let. V 50. a 60. letech 20. století se předpokládalo, že minerální hnojiva a pesticidy nahradí navždy střídání plodin bez ztráty výnosu, ale tento názor se postupně změnil. Nyní se tvrdí, že střídání plodin navyšuje výnos, zisk a umožňuje trvalou produkci (Bullock 1992).

Řepka se řadí mezi tzv. zlepšující plodiny (Brát et al. 2019). Nejvýznamnějšími přínosy pěstování řepky jsou: dodání organické hmoty do půdy a její mikrobionální oživení, utváření drobtovité struktury půdy s vynikajícími fyzikálními vlastnostmi a výborné antifytopatogenní působení (Bečka et al. 2007). Řepka proniká do hlubších vrstev půdy a vynáší na její povrch živiny, které jsou jinak pro jiné plodiny nedostupné (Vašák et al. 2000). Jak uvádí Bečka et al. (2007), mohutný kulovitý kořen zajišťuje mobilizaci živin a biologickou melioraci půdy. Mezi další výhody pěstování řepky patří dodání velkého množství posklizňových zbytků do půdy (5–7 t slámy z hektaru a 1–4 t sušiny kořenové hmoty včetně strniště z hektaru), to potvrzuje i Vaněk et al. (2016). Podle Bráta et al. (2019) má řepka vynikající osvojovací schopnost pro fosfor, který se stává dostupným ostatním plodinám z posklizňových zbytků. Řepka se nachází na poli přibližně 11 měsíců v roce, a tím omezuje větrnou a vodní erozi.

Bečka et al. (2007) uvádí, že řepka se řadí mezi výbornou předplodinu obilnin a považuje se za skvělý přerušovač obilních sledů. Vaněk et al. (2016) tvrdí, že řepka opouští půdu poměrně brzo a zanechává půdu ve výborném stavu.

V Polsku při polním pokusu pěstování řepky ozimé zjišťovali výskyt houbových chorob, a to buď na rostlinách řepky v pětileté monokultuře, nebo při pěstování řepky se čtyřletým odstupem. Při střídání plodin rostliny vykazovaly menší napadení černí na listech a fomové černání stonků řepky, naopak byl vyšší výskyt plísně šedé na listech a stoncích (Cwalina-Ambroziak et al. 2016). Podle Vašáka et al. (2000) se řepka pěstovaná po sobě nesnáší a tento autor dále uvádí, že se nedoporučuje opakované pěstování z důvodu výskytu chorob (*Phoma*, *Sclerotinia*, *Verticilium*, *Rhizoctonia* atd.) i škůdců (krytonosec řepkový, bejlmorka kapustová atd.).

S vysokým podílem řepky v osevním postupu nastávají rizika zaplevelení řepkou v následných plodinách. Pro vyklíčení výdrolu řepky postačí rosa a pole se nepodmítá. Vzešlý výdrol se poté zaorá jako zelené hnojení (Bečka et al. 2007).

Nejlepší předplodiny pro řepku ozimou jsou:

- rané brambory a raná zelenina sklizené do poloviny července;
- ozimé směsky, hlavně v horských podmínkách, kde se řepka zakládá počátkem srpna;
- jarní směsky a pícniny sklizené v červenci, s obilovinami na GPS;
- kmín či hrách
(Vašák et al. 2000).

Vhodnými předplodinami pro řepku jsou i obilniny, hlavně ozimá pšenice, ozimý ječmen, popřípadě ozimé žito nebo tritikale. Z 90 % se porosty zakládají po obilnině. Mezi nejdůležitější výběrové kritérium předplodiny patří umožnění výsevu řepky v agrobiologickém termínu, tedy v srpnu (Bečka et al. 2007). Z hlediska založení porostu po obilnině se mohou vyskytovat další rizika. Např. slamnaté zbytky mohou zkomplikovat přípravu půdy a setí, mohou i imobilizovat dusík a půdní vláhu, a tím následně negativně ovlivnit vzcházení řepky. Silným konkurentem vzcházející řepky je i výdrol předplodiny, který se musí dostatečně potlačovat. Rizikem obilních předplodin mohou být rezidua herbicidů, které se používaly v předplodině, hlavně ze skupiny sulfonylmočovin (Baranyk et al. 2010).

Pro běžné pěstování řepky se volí odstup pěstování 4 roky, při množení řepky 5 let a při množení linií pro výrobu hybridního osiva dokonce 20 let (Vašák et al. 2000).

V Německu ve výzkumné stanici Hohenschulen v Kielu provedli pokus vlivu střídání plodin na výnos semene řepky olejky. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo, pokud se řepka pěstovala po hrachu setém, po této předplodině se docílilo výnosu řepky 3,65 nebo 3,77 t/ha. Nízké výnosy byly dosahovány při pěstování řepky v monokultuře s výnosem 3,15 a 3,33 t/ha. U řepky pěstované po obilninách (pšenice a ječmen) byl zaznamenán výnos 3,22 až 3,44 t/ha. Jak je z výše uvedeného patrné, nejnižších výnosů bylo dosaženo u řepky pěstované v monokultuře. Z výsledků pokusu lze tvrdit, že střídání plodin má pozitivní vliv na výnos řepky olejky (Christen & Sieling 1995).

3.6. Povětrnostní charakteristiky

Hlavní atmosférické jevy, které ovlivňují růst a vývoj rostlin, jsou teplota a vlhkost vzduchu, sluneční záření a srážky (Hollinger & Angel 2009). Burroughs et al. (1999) uvádějí, že dalšími atmosférickými jevy jsou oblačnost, směr a rychlost větru a jeho maximální náraz. Petr et al. (1987) informují o jiných meteorologických charakteristikách, a to o tlaku, hustotě a proudění vzduchu, teplotě půdy, výparu vody.

Každodenní variabilitu teploty a vlhkosti vzduchu, slunečního záření a množství srážek napříč celou Evropou lze vyhodnotit jako počasí. Z dlouhodobého hlediska (za vegetační období) lze působení těchto faktorů popsat jako klima (Hollinger & Angel 2009). Předpověď počasí předpovídá budoucí stav počasí (povětrnostních podmínek). Celková předpověď je utvořena na základě aplikací meteorologických poznatků z přízemního pozorování a měření na meteorologických stanicích, aerologickým sondážním měřením ve vyšších vrstvách atmosféry, družicovým a radarovým měřením atd. (CHMÚ 2021).

Jeden z meteorologických prvků je teplota vzduchu, která udává tepelný stav ovzduší, tedy schopnost vzduchu přijímat nebo předávat tepelnou energii. Za hlavní energetický zdroj tepla je považováno záření Slunce (Kobzová 1998). Teplota vzduchu je běžně měřena ve 2 m nad povrchem země ve stupních Celsia (CHMÚ 2021).

Srážky vznikají v důsledku nárůstu některé z drobných vodních kapek nebo ledových krystalků a padají vlivem zemské tíže k zemi (Burroughs et al. 1999). Srážky se dělí dle skupenství na kapalná, tuhá a smíšená. Kapalná srážky jsou utvářeny vodními kapkami, jež dopadají z oblaků na zemský povrch nebo se usazují na předmětech padajících na zem. Tuhé srážky dopadají na zemský povrch stejným způsobem jako srážky kapalná, ale jsou tvořeny ledovými krystalky. Smíšené srážky jsou současně utvářeny kapalnými i tuhými srážkami (Kobzová 1998). Srážky lze ještě rozdělit podle doby trvání padajících srážek na trvalé, občasně, přehánky a četné (CHMÚ 2021).

Vlhkost vzduchu udává množství vodní páry, která obsahuje určité množství vzduchu. Ten lze chápat jako složení suchého vzduchu a vodní páry (Petr et al. 1987). U vlhkosti vzduchu jsou základní dvě charakteristiky měření, a to absolutní a relativní vlhkost. Absolutní vlhkost vzduchu je hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. Relativní vzdušná vlhkost vyjadřuje momentální poměr vodní páry ve vzduchu a množství vodních par, které by bylo zadrženo při stejné teplotě a tlaku v úplném nasycení (Lee & Lee 2005).

U větru jsou důležité dvě charakteristiky, a to směr a rychlost větru. Údaje o směru větru přináší převládající směr větru, odkud vítr vane, např. jižní, severozápadní. Rychlost větru se uvádí v jednotkách m/s nebo v km/h. U této charakteristiky je možnost i slovní (klidno, mírný, čerstvý mírný, silný, velmi silný). Krátkodobé navýšení rychlosti větru lze definovat jako náraz větru. Pro definici náraz větru je důležité převýšení průměru o 5 m/s po dobu alespoň 1 s (CHMÚ 2021).

Hlavním důvodem globální změny je přeměna atmosférického složení. Tato změna je způsobena primárně emisemi, které jsou spojeny s výrobou energií, a tím pádem dochází ke

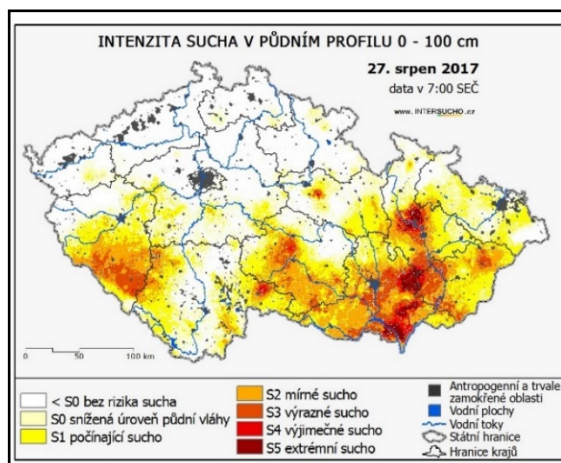
vzniku emisí CO₂ a zvýšení skleníkových plynů (Karl & Trenberth 2003; Viner et al. 2006). Podle Viner et al. (2006) člověk ovlivňuje změnu klimatu odlesňováním, zalesňováním, těžbou nerostů, zavlažováním, odvodněním atd. Změna klimatu bude pravděpodobně pokračovat po mnoha století, stále více se budou vyskytovat extrémní srážky a teploty, dojde ke snížení výšky trvalého sněhu, ledu a ke zvyšování hladiny moří (Karl & Trenberth 2003). I Houghton et al. (2001) předpokládají, že četnost a míra extrémních stavů počasí bude narůstat.

Podle Trenbertha (2011) existuje přímý vliv globálního oteplování na intenzitu srážek. Zvýšením intenzity slunečního záření dochází k většímu odpařování vody a v souvislosti s tím k vysychání povrchu půdy. Podle těchto uvedených poznatků se tedy zvyšuje intenzita a doba trvání sucha. V důsledku oteplování dochází ke zvýšení zadržovací kapacity vzduchu asi o 7 % na 1 °C oteplení, proto se zvyšuje množství vodní páry v atmosféře. Z důvodu vyšší kapacity vodních par v atmosféře se vyskytují intenzivní srážky a v důsledku toho hrozí výskyt povodní.

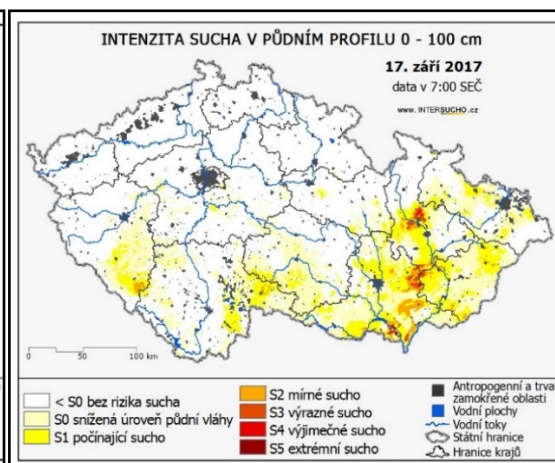
Podle Richardsons et al. (2009) změna klimatu souvisí i s nedostatkem vody v zemědělství. Více než 40 % světové produkce potravin pochází ze zavlažovaných pozemků. Přitom 2/3 spotřebované vody se využívají k zavlažování. Nejhorší situace je ve Středomoří, kde se využívá více než 70 % spotřebované vody k zavlažování.

Beillouin et al. (2020) se zabývali vlivem extrémního počasí na výnos. Posuzovali více než 82 000 údajů o výnosech ze 17 evropských zemí. Analyzovali historické výnosy od roku 1901 a hlavně se zaměřili na extrémní rok 2018. Podle modelů shledali, že extrémní srážky i teploty způsobují anomálie výnosů. Roku 2018 byly v severní a východní Evropě nízké výnosy, na které zapůsobily nízké srážky a vysoké teploty mezi březnem a srpnem 2018. Naopak v jižní Evropě dosáhli pěstitelé vyšších výnosů, které byly způsobeny načasovanými jarními srážkami.

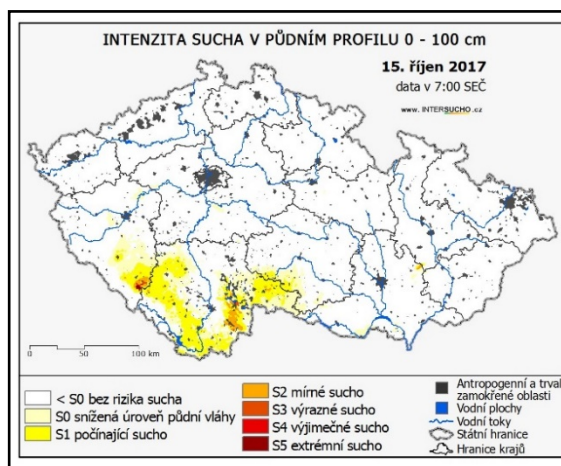
V celé Evropě dochází k postupnému zvyšování teploty, který má vliv na produkci a výběr plodin. Již nyní jsou zaznamenávány náznaky zvyšování rozdílnosti výnosů, a to z důvodu zvyšující se frekvence nárazů veder nebo deštivého období. Pěstitelé se snaží přizpůsobovat situaci načasováním operací na pozemku, výběrem odrůd, zavlažováním, zadržením vody a šlechtěním (Olesen et al. 2011). I Petr et al. (1987) publikují, že zvýšením technologické kázně, pěstováním výnosnějších odrůd a účelně zvolenými vklady do pěstování ozimé řepky se navyšuje stabilita výnosů.



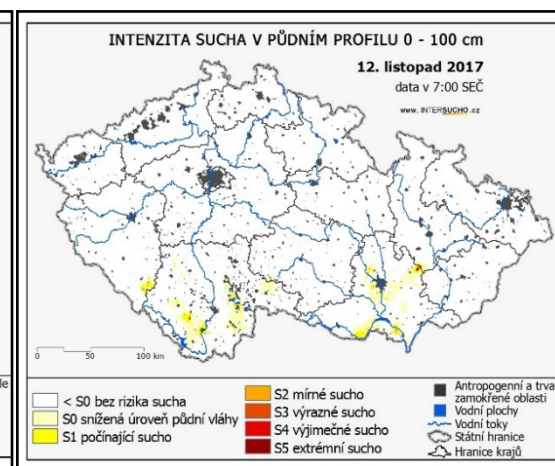
Obrázek 4: Intenzita sucha 27. srpna 2017 (Intersucho 2021)



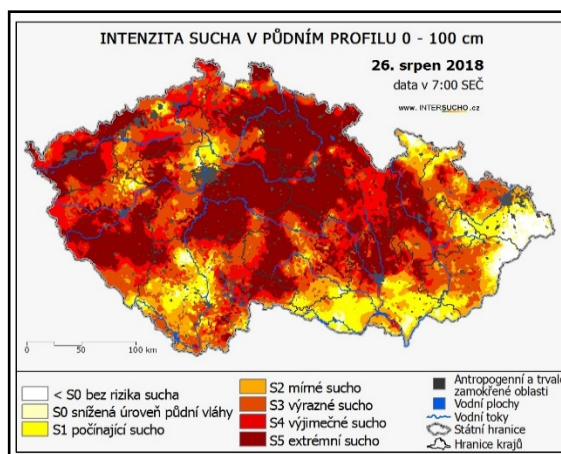
Obrázek 3: Intenzita sucha 17. září 2017 (Intersucho 2021)



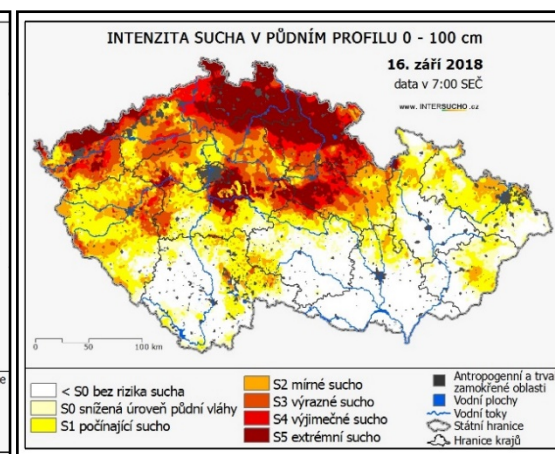
Obrázek 5: Intenzita sucha 15. října 2017 (Intersucho 2021)



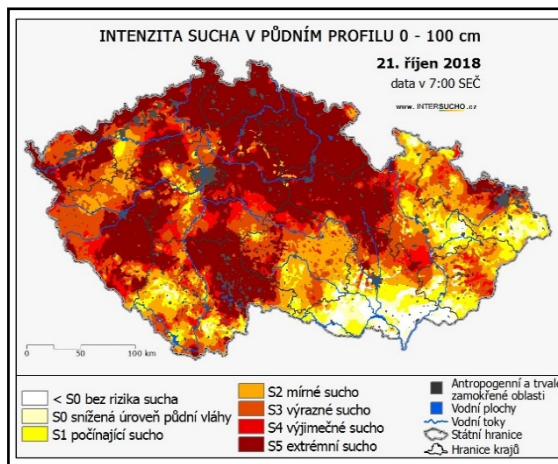
Obrázek 6: Intenzita sucha 12. listopadu 2017 (Intersucho 2021)



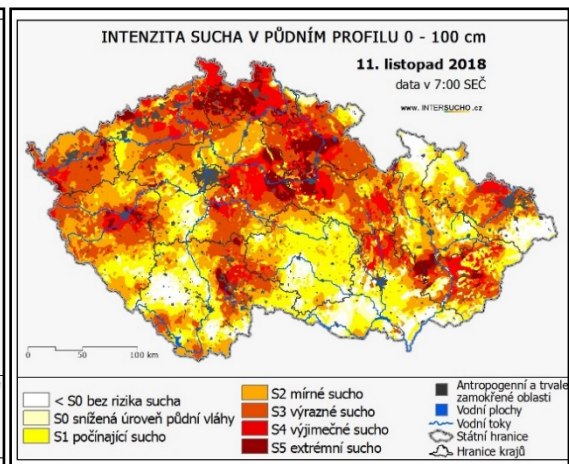
Obrázek 7: Intenzita sucha 26. srpna 2018 (Intersucho 2021)



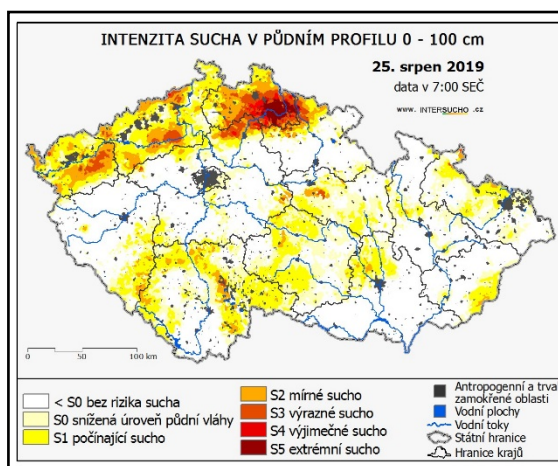
Obrázek 8: Intenzita sucha 16. září 2018 (Intersucho 2021)



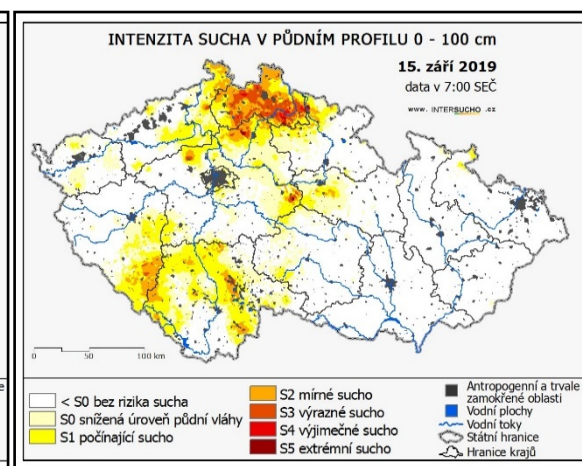
Obrázek 9: Intenzita sucha 21. října 2018 (Intersucho 2021)



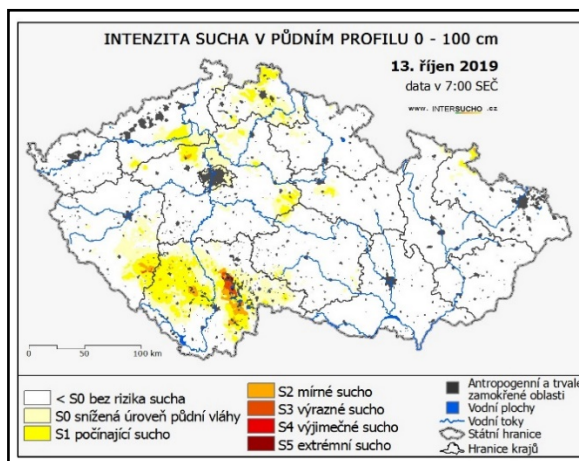
Obrázek 10: Intenzita sucha 11. listopadu 2018 (Intersucho 2021)



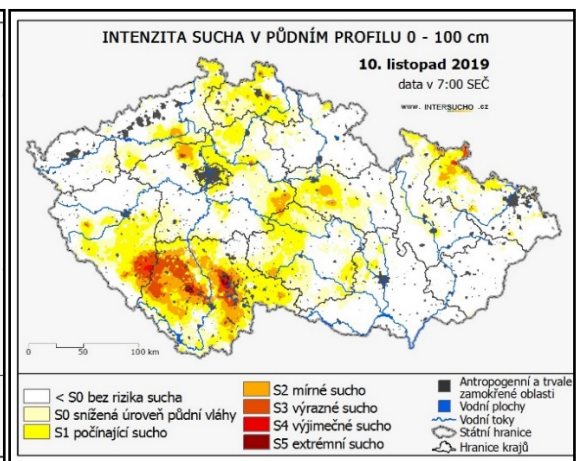
Obrázek 11: Intenzita sucha 25. srpna 2019 (Intersucho 2021)



Obrázek 12: Intenzita sucha 15. září 2019 (Intersucho 2021)



Obrázek 13: Intenzita sucha 13. října 2019 (Intersucho 2021)



Obrázek 14: Intenzita sucha 10. listopadu 2019 (Intersucho)

3.7. Nároky řepky na klimatické podmínky

Pro pěstování řepky ozimé z ekologického hlediska existují dva limitující faktory, a to dostatek vláhy pro založení porostu a příznivý průběh počasí v zimním období. Vhodné podmínky pěstování pro řepku se nachází v přímořských oblastech Atlantického oceánu, Severního nebo Baltského moře a v povodí velkých západoevropských řek Rýna, Seiny a Labe (Baranyk et al. 2010).

Úspěšně lze pěstovat řepku již od nížin až do nadmořské výšky 700 m n. m. Co se týká České republiky, tak se řepka s navyšováním výměry pěstuje ve všech jejích výrobních oblastech a hlavní část výměry se soustřeďuje v bramborářských a řepářských oblastech. Celkově se nejvyššího výnosu, kvality a jistoty produkce dosahuje v bramborářské výrobní oblasti. Naproti tomu pěstování řepky v nížinných oblastech (kukuřičná oblast) nese významné riziko vyššího napadení chorobami a škůdci, ale na těchto bohatších půdách méně trpí tato plodina nedostatkem živin. Řepka nesnáší oblasti s holomrazy -15 až -20 °C, poněvadž na těchto místech vymrzá (Bečka et al. 2007). „Zmrznutí rostlin nastává vlivem irreverzibilních destrukcí protoplazmy a její dehydratace“ (Petr et al. 1987). Dále nemá v oblibě lokality, kde sníh leží déle než 4 měsíce, nebo kde sníh nejméně dva týdny odtává a ledovatí (Bečka et al. 2007).

Řepce olejce vyhovují stanoviště s průměrnými teplotami $7-9$ °C a celkovým množstvím srážek mezi 450 až 700 mm za vegetaci. Optimální úhrn srážek po zasetí (od srpna do listopadu) je okolo 200–210 mm. Úhrn srážek v tomto období nad 300 mm není vhodný, protože dochází k nadměrnému růstu biomasy a stoupá riziko infekce některými houbovými chorobami (Baranyk et al. 2010). Při vzcházení je nebezpečné vysychání půdy, které způsobuje zasychání kořínků a následné odumření rostlin. Naopak vysoké srážky způsobují nedostatek kyslíku pro klíčící rostliny a zvyšují možnost zaplevelení (Bečka et al. 2007). V období zimy by se měl úhrn srážek pohybovat okolo 110 mm při poklesu teplot pod 5 °C. Avšak srážky mohou být vyšší (až 150 mm), pokud napadne sněhová pokrývka. Nelze opomenout, že v zimním období by měly být srážky vhodně časově rozložené (Baranyk et al. 2010). V předjaří řepka nesnáší proměnlivost teplot mezi dnem a nocí, a to více než o 20 °C (Bečka et al. 2007). Od jara až do období květu je úhrn asi 100 mm. V březnu a dubnu je průměrný úhrn srážek 40 mm. V období květu řepky může nastat výnosová deprese, což mohou způsobit nadměrné nebo malé srážky (Baranyk et al. 2010).

V Evropě se většina produkčních oblastí řepky nachází v Německu, Polsku, České republice a Francii. Pro zhodnocení současné a budoucí produkce řepky ovlivněné klimatickými faktory byly vytvořeny fenologické modely, přičemž se zhodnotil vliv výnosu na klimatické změny. Podle simulace se zjistilo, že oblasti, kde se nyní řepka pěstuje, jsou nejméně ovlivňovány stresovými faktory, proto se považují tyto území za vhodné pro pěstování řepky. V budoucnu (mezi lety 2081–2100) se předpokládá, že plodina bude trpět nízkými teplotami (mrazy) na místech, kde se nyní pěstuje. V jižních částech Evropy bude řepka trpět suchem a příznivější podmínky pro pěstování řepky vzniknou v severoevropských regionech (Pullens et al. 2019).

3.8. Regulátory růstu (fytohormony)

Regulátory růstu rostlin lze rozdělit jako přirozeně se vyskytující (přírodní) nebo syntetické sloučeniny, které ovlivňují vývojové a metabolické pochody ve vyšších rostlinách (Rademacher 2015). Na rostliny nepůsobí fyto toxicky a nezařazují se mezi živiny (Rademacher 2016).

Procházka et al. (1997) rostlinný hormon vymezují jako organickou sloučeninu syntetizovanou v určité části rostliny a přemístěnou do jiné části rostliny. Tuto fyziologickou reakci vyvolají už velmi malé dávky těchto organických sloučenin. U složitých vícebuněčných organismů je růst, vývoj a koordinace metabolismu závislá na informacích, které se předávají pomocí signálů mezi buňkami a orgány. U rostlin jsou růstové aktivity početných vrcholů usměrňovány chemickými signály hormonální povahy (fytohormony). Fytohormony slouží rostlině také ke zprostředkování signálů z okolního prostředí (Šetlík et al. 2020).

Vždy musí předcházet vazba na receptor, aby hormon začal účinkovat. Receptory jsou v tomto případě bílkoviny (membránové nebo cytoplazmatické). Na receptor umístěný na membráně se naváže hormon a signál se přenáší do buňky pomocí systému druhých posílů. Další možností je, že hormon se dostane do buňky, naváže se na rozpustný receptor v cytoplazmě. Tento nový komplex proniká do jádra buňky, kde zapříčiní změnu v expresi některých genů (Procházka et al. 1998).

3.8.1. Přírodní hormony (fytohormony)

Nejvíce jsou známy klasické rostlinné hormony auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová, ethylen a látky podobného biologického charakteru. Nověji byly objeveny přirozené růstové látky, které vykazují podobný regulační účinek jako růstové hormony, mezi ně se řadí polyaminy, oligosacharidy, salicyláty, jasmonáty, steroly, brassinosteroidy, dehydrodikoniferyl alkohol glukosidy, turgoriny, systemin, nepříbuzné přírodní stimulanty a inhibitory (Gaspar et al. 1996). Tyto přirozené růstové látky nejsou zařazeny mezi hormony, a to z toho důvodu, že jsou účinné jen ve vyšších koncentracích, nebo není známo jejich působení (Procházka et al. 1998). Rademacher (2015) rozděluje klasické rostlinné hormony stejně jako předchozí autor. A dále tvrdí, že brassinosteroidy a jasmonáty vykazují fytohormonální funkci, zatímco u polyamidů a některých dalších sloučenin je tato funkce sporná.

Rostlinné hormony: auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová, ethylen

3.8.1.a Auxiny

Prvním objeveným rostlinným hormonem byl auxin. Ve 20. letech 20. století ho prokázal F. W. Went, který pracoval s koleoptilemi ovsu a který dokázal, že špičky koleoptilů produkují látky, jež stimulují prodlužovací růst (Procházka et al. 1998).

Hlavním auxinem je kyselina indolyl-3-octová (IAA), která patří mezi slabé kyseliny (Blakeslee et al. 2005). V roce 1946 se povedlo tuto kyselinu nalézt v kvasinkách a ve vyšších rostlinách, a to v nezralých obilkách kukuřice. Od tohoto roku se výskyt IAA potvrdil v celé řadě druhů vyšších rostlin, bakterií, hub i řas (Procházka et al. 1998). V rostlinách byly

objevy i další přirozené auxiny, kyselina indolyl-3-máselná (IBA) a 4-chlor-IAA. Později objeveným přirozeným auxinem byla kyselina fenylactová (PAA) (Bhatla 2018).

Auxin se syntetizuje v meristemických pletivech na vrcholu koleoptile a je transportován ke špičce kořene. Transport rostlinou probíhá bazipetálně (Blakeslee et al. 2005). V kořenech probíhá transport IAA akropetálně. Auxiny se syntetizují z tryptofanu a nacházejí se především ve vegetačním vrcholu (Jursík et al. 2011). Podle Woodwarda & Bartel (2005) syntéza IAA probíhá z tryptofanu i z indolického prekurzoru prostřednictvím nezávislých drah.

V rostlině auxiny usměrňují řadu procesů, především růst, dělení a diferenciaci rostlinných pletiv (Jursík et al. 2011). V případě, že dojde k odstranění vegetačního vrcholu, nebo inhibici transportu, nastane uvolnění úžlabních pupenů z inhibice, a tím k jejich růstu (Procházka et al. 1998). Větvení kořenů a tvorba postranních kořenů jsou také závislé na přísunu auxinu. Naopak k větvení stonků dochází v místech s nižší koncentrací auxinů. Nejzajímavější funkcí auxinu je vznik a udržování polarity rostlin, za což může polární uspořádání přenašečů auxinu v buňkách, které je důvodem směrového transportu od vrcholů stonku ke kořenům. Výsledkem jsou ohyby nadzemních orgánů za světlem (fototropismus) a ohyby kořenů ve směru působení gravitace při zdolávání překážek (gravitropismus) (Seidlová 2008).

V rostlině se auxinu při nízkých teplotách tvoří málo a při vysokých teplotách se rozkládá. Obsah IAA v rostlině se snižuje nedostatkem fosforu, draslíku a zinku. Naopak bór, měď a mangan ve stopovém množství působí na obsah v rostlině IAA pozitivně. Ionizující světlo a UV snižují obsah IAA. Auxin je při silné intenzitě slunečního záření odváděn rychlým proudem asimilátů do kořenů. Nejvyšší obsah auxinů bývá za tmy po určité době ve vrcholcích (Kutina 1988).

Mezi používané syntetické auxiny patří naftalenové kyseliny (NAA, NOA), dichlorfenoxykyseliny (2,4-D), benzoové kyseliny (*dicamba*), deriváty kyseliny pikolinové (*picloram* nebo *tordon*) a další (Dunlap et al. 1986).

V zemědělské výrobě se syntetické auxiny používají jako herbicidy – 2,4 D, MCPA a 2,4,5-T (Procházka et al. 1997). Tyto herbicidy patří mezi nejstarší a přesné místo jejich působení v rostlině není známo (Jursík et al. 2011). Dále se syntetické auxiny používají ke stimulaci zakořenění řízků, k indukci opadu plodů, k indukci partenokarpních plodů a v biotechnologiích (Procházka et al. 1997; Šetlík et al. 2020).

3.8.1.b Cytokininy

Cytokininy patří mezi významnou skupinu rostlinných hormonů, které zásadně regulují růst a vývoj rostlin (Doležal & Strnad 2017). Dle Seidlové (2008) objev cytokininů má původ v pokusech s regenerací rostlin z části rostlinného pletiva. Úspěch pokusu závisel na tom, že do živné půdy byl přidán auxin společně s další složkou (např. kokosové mléko, popřípadě deriváty adeninu).

Přirozeně se vyskytující cytokininy tvoří homogenní skupinu derivátů N⁶-substituovaného adeninu, tedy adeninu nesoucí na dusíku N⁶ postranní řetězec. V rostlinných

pletivech dosahují tyto signální látky velmi malých koncentrací, proto je jejich zkoumání velmi nesnadné (Doležal & Strnad 2017). Rozdílnost koncentrací cytokininů v rostlině se může měnit z důvodu působení dalších hormonů (Procházka et al. 1998).

Cytokiny se syntetizují hlavně v kořenech, především v jejich vrcholové části. Z tohoto místa se přemísťují xylémem do nadzemních částí, a to hlavně do listů. V listech přechází do floému a dále se mohou transportovat do různých orgánů. Za určitých podmínek jsou některé části rostliny pravděpodobně schopny utvářet cytokiny samy (Procházka et al. 1998).

Jeden z nejdůležitějších fyziologických účinků cytokininů je buněčné dělení (Kutina 1988). Cytokiny oddalují stárnutí rostlin, a to prostřednictvím oddálení odbourávání proteinů fotosyntetického aparátu, a podporují proteosyntézu. K tomu stimulují vegetativní růst a posouvají nástup reprodukční fáze u jednoletých rostlin, čímž dochází k pozdějšímu stárnutí rostlin. Pomáhají také lépe využít dusík rostlinou, a tím umožní snížení aplikovaných dávek dusíkatých hnojiv (Seidlová 2008). Cytokiny působí jako antagonisty auxinů, potlačují apikální dominanci, takže po aplikaci stimulují větvení stonku. Po aplikaci cytokininů se do místa aplikace přemísťuje značné množství cukrů a aminokyselin, toto přemístění způsobuje zvýšení kapacity sinku pletiv (Procházka et al. 1998).

V praxi se cytokiny využívají v rostlinných biotechnologiích jako složka kultivačních médií. V kombinaci s gibereliny se používají ke tvarování plodů jablek. U obilnin v raných fázích lze pomocí cytokininů zvýšit odnožování a v době kvetení u všech obilnin navýšit počet zrn v klase (Procházka et al. 1998).

3.8.1.c Gibereliny

Gibereliny patří do skupiny fytohormonů, které jsou schopny ovlivnit mnoho procesů ve vývoji rostlin (Rademacher 1989). Poprvé byly identifikovány v roce 1930 japonskými vědci v houbě *Gibberella fujikuroi*, která je patogenem rýže (Ogas 2000). Až v 50. letech minulého století byly gibereliny nalezeny v rostlinných pletivech a zavedl se systém jejich číslování (Procházka et al. 1997). Dosud bylo identifikováno přibližně 100 různých molekul s giberelinovou strukturou (Ogas 2000). A gibereliny patří mezi hydrofobní slabé organické kyseliny (Hooley 1994). Gibereliny se rozdělují na dvě základní skupiny: C₂₀-gibereliny (obsahují všech 20 uhlíků základní látky enantiomeru ent-giberelanu) a C₁₉ (chudší o uhlík C₂₀) (Kutina 1988). Hlavním giberelinem je kyselina giberelová (Seidlová 2008), která je bezbarvá, netěkavá, krystalická látka (Kutina 1988).

Gibereliny se vytváří s vysokou pravděpodobností ve všech rostlinných orgánech. Rozváděny jsou v rostlině lýkem, ale byly nalezeny i ve dřevě, a tak není význam jejich transportu dodnes objasněn (Procházka et al. 1998). Kutina (1988) tvrdí, že u některých rostlin postupují dřevem i lýkem, z kořenů dřevem a z mladých listů lýkem. Transport je v obou případech stejný, a to asi 5 cm za hodinu.

Auxin už byl dávno známým hormonem, ale pořád nebyl nalezen květní hormon. Po objevu giberelinu se zdálo, že se ho povedlo nalézt, poněvadž hlavní funkcí giberelinu je

prodlužovací růst. Navíc je schopen překonat růžicovitý charakter růstu, dostat rostlinu do výšky a vyvolat u ní kvetení, a tím zapříčiní vytvoření květního hormonu, který se nazývá florigen (Seidlová 2008).

Nejnámější fyziologickou reakcí rostlin po ošetření gibereliny je prodlužování stonku. Při vysokých dávkách giberelinů se zvyšuje růst stonku do délky a listy jsou dlouhé a tenké. Při aplikaci malých dávek giberelinů nastává zvýšený růst stonku, avšak nedochází ke změnám jeho tvaru (Kutina 1988). Oproti auxinům jsou gibereliny ovlivňovány pouze nadzemní částí rostlin (Procházka et al. 1998).

Gibereliny účinkují na klíčení obilí, přičemž slouží k probuzení semen a jsou nezbytné pro růst klíčící rostliny. Uložený giberelin mateřskou rostlinou v semenech se uvolňuje při jejich bobtnání a začíná tvorba enzymů v obilce. Hlavně se tvoří alfa-amyláza, která přeměňuje zásobní škrob na cukry (Seidlová 2008).

Podle Procházky et al. (1997) se v zemědělské výrobě využívají gibereliny nejvíce v ovocnářství pro zvýšení nasazování plodů stromů. V zahradnictví mají uplatnění inhibitory biosyntézy giberelinů, jelikož redukuje prodlužovací růst. V rostlinné výrobě pomáhají ke zkrácení stébla u obilnin a ke zvyšování odnožovací schopnosti u ozimé pšenice po špatném přezimování porostu. Vlivu kyseliny giberelové na aktivitu alfa-amylázy se využívá ve sladovnictví ke zvýšení podílu sladu před fermentací.

3.8.1.d Kyselina abscisová (ABA)

Předchozí hormony se projevovaly s účinkem stimulačním na růstové a vývojové procesy. Další popisovaný hormon naopak růstové a vývojové procesy inhibuje (Procházka et al. 1998). V 60. letech minulého století se povedlo objevit frakci způsobující abscisi u bavlíku, vlničku a javoru klenu. A podle uvedeného slova abscisi (opad) byla pojmenována kyselina abscisová (Procházka et al. 1997).

Utváření kyseliny abscisové probíhá v listech, odtud je přemístěna do růstových vrcholků a kořenů. Po uplynutí delší doby je z kořenů vlivem interakce IAA transportována xylémem zpět do nadzemních částí rostliny (Kutina 1988).

Kyselina abscisová se považuje za velmi důležitý fytohormon, který zmenšuje citlivost k nedostatku vody a suchozemským rostlinám zaručuje přežití (Seidlová 2008). Podle Saha et al. (2016) kyselina ovlivňuje reakci rostliny na vysokou teplotu a zasolení. Kyselina působí na otevírání a zavírání průduchů, přičemž při nepatrném zvýšení množství kyseliny abscisové dojde k zavírání průduchů. Množství kyseliny se snižuje, pokud se porost zalije, a průduchy se znovu otevírají. (Seidlová 2008).

Podle Procházky et al. (1998) kyselina abscisová vyvolává syntézu specifických zásobních bílkovin ve zrajících semenech. Působení kyseliny je ve stresových situacích spojeno s tvorbou specifických proteinů, které ochraňují buňku před působením stresových podmínek.

Kyselina abscisová se projevuje také jako antagonist giberelinů. Inhibuje klíčení obilek způsobené giberelinem a procesy spojené proteosyntézy spojené s klíčením. V mladých pletivech podporuje růst do šířky a do délky růst zpomaluje (Seidlová 2008).

Využití v zemědělské výrobě je poměrně úzké. Největších úspěchů ABA se zaznamenává při šlechtění rostlin, které jsou díky této kyselině, vyšlechtěny odrůdy odolné na nedostatek vody a na působení nízkých teplot (Procházka et al. 1998).

3.8.1.e Etylen

Etylen je plynný uhlovodík produkovaný téměř všemi částmi rostlin, o který se vědci zajímali již v 19. století v souvislosti s výzkumem svítiplynu, u něhož znali jeho vliv na opad listů. Ovšem až v roce 1901 zjistil ruský fyziolog Neljubov, který učinil pokus spočívající v působení svítiplynu na růst klíčících rostlin, že růstově aktivní složkou svítiplynu je etylen. Důkaz tvorby etylenu v rostlinách byl prokázán až roku 1934 (Abeles et al. 2012).

Zřetelný nárůst produkce etylenu v rostlině nastává během zrání plodů, stárnutí a opadu plodů a květů (Šetlík et al. 2020). Při biosyntéze etylenu nastává k vzájemnému propojení s jinými fytohormony, s auxinem, cytokininem, kyselinou abscisovou a i s bílkovinami usměrňujícími stres. Z toho vyplývá, že etylen signalizuje stres (Seidlová 2008). Při stresu nebo poranění dochází v průběhu půl hodiny až k několikanásobnému nárůstu produkce etylenu (Šetlík et al. 2020). Samotný etylen působí na klíčení semen, stárnutí listů a opad listů (Kutina 1988).

V rostlinné výrobě se etylen jako plyn nevyužívá, s výjimkou dozrávání ovoce v kontrolované atmosféře. Nejvyššího úspěchu v praxi dosáhl regulátor Ethrel (*ethephon*), ze kterého se etylen uvolňuje v rostlinných pletivech. Uplatňuje se hlavně v obilnářství jako retardant (Procházka et al. 1997).

3.8.2. Syntetické hormony

3.8.2.a. Chlormequat chlorid

Chlormequat chlorid (2-chlorethyltrimethylamoniumchlorid, CCC) je inhibitorem biosyntézy giberelinů a patří do skupiny tzv. amoniové soli. Jedná se o bílou krystalickou látku, která je hydrokopická s typickým zápachem a velmi dobře se rozpouští ve vodě a jiných polárních rozpouštědlech. Po přidání do vody zůstává ve stejné podobě i po půl roce a po zahřátí se rozkládá až při vyšších teplotách (215–240 °C). Po aplikaci postřiku na porost jsou charakteristické žlutobílé skvrny na listech rostliny, které do 7 až 10 dnů zmizí a listy opět zezelenají. Po aplikaci může docházet ke chlorózám a nekrotám na listech, jelikož v tomto případě došlo k předávkování rostliny a vznikla tzv. fytoxicita (Kutina 1988).

Chlormequat chlorid poprvé popsal v roce 1960 N. E. Tolbert z USA a o pět let později byl v Německu společností BASF představen jako Cycocel. Od této doby je již přes 50 let nejpoužívanějším regulátorem růstu na poléhání při pěstování obilnin, zejména pšenice, žita, tritikale a ovsa (Rademacher 2016). Šimka et al. (2010) uvádí, že regulátory u řepky na bázi

chlormequatu chloridu zvyšují zimovzdornost, snižují nadměrný růst nadzemní hmoty, podporují růst kořenů a snižují možnost přerůstání v podzimní období.

Tyto regulátory se aplikují u řepky na porosty vyseté v agrotechnickém termínu setí nebo na bujně rostoucí porosty. Ve fázi třech pravých listů se aplikuje 1 200–1 500 g/ha účinné látky. V případě, že řepka dosahuje více pravých listů, se dávka za každý pravý list zvyšuje o 600 g/ha účinné látky. Nejvyšší aplikovaná dávka nesmí překročit 3 000 g/ha účinné látky, protože vyšší dávky nedosahují požadovaný účinek (Kazda et al. 2007).

Často se aplikují CCC regulátory u řepky v poloviční dávce společně s azoly, což představuje levnější variantu. Tyto tank-mixy nemají fungicidní účinky na rostlinu a dosahují horších výsledků než při aplikaci samotných azolů (Bečka et al. 2013b).

3.8.2.b. Mepiquat chlorid

Mepiquat chlorid inhibuje syntézu giberelinů jako výše uvedený *chlormequat chlorid*. *Mepiquat chlorid* vyvinula společnost BASF v roce 1979 a po uvedení na trh se stal tento regulátor velmi oblíbený. Hlavně se používá na bavlnu, avšak při kombinování s jinými regulátory se hojně využívá i v jiných plodinách (Zeeh et al. 1974; Rademacher 2016). V zemědělství patří mezi nejpoužívanější regulátory růstu, jelikož zvyšuje odolnost vůči polehání a výnosy z pohledu kvality i kvantity (Hoffmann 1992).

Vliv *mepiquatu chloridu* na kořenový systém u řepky olejky zjišťovali v Polsku, přičemž sledovali znaky jako průměr kořenového krčku, délku kořene a hmotnost biomasy kořenů po aplikaci této účinné látky. Zjistili, že u různých odrůd po aplikaci této látky došlo k navýšení průměru kořenového krčku o 11–13 %, u celkové délky kořene byla délka navýšení přibližně o 64–83 % a zvýšení hmotnosti kořenové biomasy bylo o 68–86 % oproti neošetřené variantě (Brachaczek et al. 2018).

3.8.2.c. Azolové regulátory růstu

Azoly patří mezi jedny z nejdůležitějších heterocyklických sloučenin obsahující dusík, které vykazují určité biologické účinky proti bakteriím, malárii, houbám, HIV a zánětům (Zhang et al. 2017). Azoly jako přípravky CCC inhibují syntézu giberelinů (Procházka et al. 1997). Podle Bečky et al. (2013b) po aplikaci azolů u řepky dochází ke zpomalení růstu nadzemní biomasy, stimulaci růstu kořenové hmoty, ochraně rostlin před vlivem stresů atd.

Ve fázi 4–5 pravých listů se aplikuje 0,5 l/ha přípravků s účinnou látkou *tebuconazole* nebo *metconazole*. Se stoupajícím počtem pravých listů na rostlině se dávka zvyšuje o 0,1 l/ha za každý pravý list. Maximální dávka, která se může aplikovat na porost, je 1–1,5 l/ha. Minimální doporučená dávka pro dobrou fungicidní ochranu je stanovena na 1 l/ha v období 5–6 pravých listů řepky (Baranyk et al. 2010). Další druhy azolů využívaných k regulaci jsou *difenoconazole*, *flusilazole*, *paclobutrazol* a *prothioconazole*, tyto látky mají společně s *metconazole* a *tebuconazole* velice dobrý a razantní účinek (Bečka et al. 2013b). Ovšem přípravky se nesmí míchat s hnojivem DAM (Vašák et al. 2000).

Azolové přípravky patří mezi fungicidy působící proti fomové suché hnilobě, hlízence obecné a černí řepkové. Další houbové choroby, na které azoly působí, jsou plíseň šedá, padlí brukvovitých, listová skvrnitost řepky, *Mycosphaerelle* a *Pseudocercospora capsellae* (Vašák et al. 2000).

V Německu byl mezi lety 2012–2015 proveden experiment s aplikací buď samostatných triazolových fungicidů, nebo triazolů s dalšími regulátory růstu na ozimou řepku. Každý rok na konci srpna byly zasety čtyři odrůdy s rozdílnou rezistencí na fomové černání stonku (3 hybridy a 1 linie). Fungicidy s regulátory aplikovali výzkumníci na podzim (BBCH 14-18) a na jaře (BBCH 30-39). Experiment se skládal z pěti variant (*prochloraz/tebuconazole*, *mepiquat/metconazole*, *tebuconazole*, *tebuconazole/prothiokonazole* a *fluxapyroxolu/tebuconazole*). Z výsledků vyplynulo, že aplikace *mepiquatu/metconazolu* byla neúčinnější pro dobré přezimování rostlin. Největší účinnost proti fomovému černání stonku vykazovaly přípravky *prothiokonazole/tebuconazole* a *fluxapyroxadu/tebuconazole*. Nejvyšších výnosů dosahovaly varianty ošetřené kombinacemi *fluxapyroxadu/tebuconazolu*. Kombinace triazolů a regulátory růstu dosahovaly dobrých vlastností k přezimování i proti fomovému černání stonku. Spojení rezistentní odrůdy a ošetření fungicidem nejlépe snížilo napadení fomovým černáním stonku (Zamani-Noor & Knüfer 2018).

3.8.2.d. Trinexapac-ethyl

Trinexapac-ethyl inhibuje syntézu giberelinů (Subedi et al. 2021). Patří mezi velmi používané regulátory růstu do různých plodin, a to z důvodu dobrých vlastností proti poléhání rostlin. V posledních letech bylo zjištěno, že tato látka pomáhá při ochraně proti stresu rostliny (Miziniak et al. 2017). Toto potvrzují Baranyiova & Klem (2015), kteří ve svém pokusu použili na regulaci pšenice účinné látky *chlormequat chloride*, *ethephon*, *trinexapac-ethyl* a fungicid s účinnou látkou *azoxystrobin*. Zjistili, že při reakci rostlin na suchu dochází k snižování obsahu chlorofylu v listech. Za nejlepší účinnou látku proti suchu byl vyhodnocen právě *trinexapac-ethyl*.

Zimolka et al. (2006) ve své publikaci uvádějí, že *trinexapac-ethyl* zpomaluje stárnutí (nejsilněji u pšenice, tritikale a žita, méně však u ječmene).

Dle Ijaze a Honermeiera (2002) dochází u řepky olejky k potenciálnímu zvýšení velikosti semen po aplikaci přípravku Moddus, který obsahuje právě *trinexapac-ethyl*.

3.8.2.e. Ethepon

Ethepon (2-chlorethylfosfonová kyselina) je regulátor růstu na bázi ethylenu využívaný u velkého množství plodin v zemědělství (Bauer et al. 2010).

Po aplikaci *etheponu* na rostlinu je rostlinou absorbován. V případě, že je přítomný v mírně kyselém prostředí, se začíná rozkládat na kyselinu fosforečnou a kyselinu chlorovodíkovou (Rademacher 2015). Při rozkladu dochází ke snížení růstových hormonů auxinů a stimuluje tvorbu ligninu a celulózy. V důsledku toho dochází ke zpomalení prodlužovacího růstu buněk v internodiích (Suchánek 2017). *Ethepon* se využívá samostatně nebo v kombinaci s ostatními regulátory (Rademacher 2015). U ovoce urychluje zrání

a zlepšuje barvu ovoce. U tykvovitých rostlin podporuje kvetení. U okrasných stromů zamezuje vytváření plodů, u tabáku a bavlny urychluje zralost. *Ethefon* se navíc využívá u obilnin a trav ke snížení rizika polehání (Fishel 2006).

Dahnous et al. (1982) prováděli pokus s aplikací *ethefonu* proti polehání u pšenice, ječmene a tritikale. Výsledky jednoznačně ukazují, že aplikace tohoto regulátoru snižuje délku stébla, a tím dochází k omezení polehání.

3.9. Regulace řepky v podzimním období

Na podzim si každý pěstitel řepky ozimé dává za cíl, aby byl porost optimálně připraven na přezimování (posílení kořenového systému) a vytvoření výnosových předpokladů na jarní období (vytvoření více úzlabních pupenů větví). Toho lze docílit správnou aplikací regulátorů růstu či hnojením dusíkem (Šimka et al. 2010). Kromě již zmíněné výnosové jistoty má regulace velmi dobrý vliv na růstové parametry, mezi něž patří prodloužení kořene, zesílení kořenového krčku, zkrácení listů, zvýšení počtu listů, a taktéž na základě jejich působení dochází k úpravě nadzemní a podzemní biomasy. Za velký přínos je považováno i zvýšení procenta sušiny, které pozitivně ovlivňuje přezimování (Bečka et al. 2013b). Regulátory růstu podporují i tvorbu silnější buněčné stěny, dochází ke zvýšenému ukládání asimilátů a zmenšování prodýchávání zásobních látek. Tímto se zvyšuje odolnost rostlin vůči vyzimování a zároveň se zmírňuje úbytek rostlin na jaře (Baranyk et al. 2010).

Výsledek aplikace regulátorů růstu je ovlivněn počasím na podzim (srážky na podzim). Pro zjištění vlivu regulátoru na počasí byl použit součet srpnových a zářijových srážek. V období extrémního sucha se výnosový efekt dostává do záporných hodnot. Při deštivém podzimu se účinek regulátorů plně neprojeví. V případě, že je podzim srážkově optimální, může přírůstek výnosu být až 570 kg/ha. Pro hodnocení regulace se nemůže přihlížet jen na konečný výnos, ale také hledisko přezimování (Bečka et al. 2013a). S tím souhlasí i Balodis & Gaile (2009), kteří prováděli pokus v Litvě. Ve svém pokusu zkoumali vliv regulátoru (*tebuconazole*) na růstové ukazatele v odlišných podzimech (srážky srpen a září). Zjistili, že po použití regulátoru růstu v sušším i vlhčím podzimu prokazatelně dochází k nárůstu počtu listů na rostlině. Podle výsledků v sušším podzimu byly rostliny vyšší s větší délkou kořene. Ve vlhčím podzimu po aplikaci regulátoru byl zjištěn větší průměr kořenového krčku a vyšší hmotnost rostliny.

Nejvíce ohroženými porosty vyzimováním (kromě slabých a mezerovitých) jsou porosty, které se dostávají na podzim do vyšších vývojových stádií a vytahují se u nich kořenové krčky. V tomto období je řepka velmi citlivá k mrazovým teplotám a u rostlin dochází k úplnému zničení nebo poničení, a proto se musí zabránit vytahování krčků. Další faktory, které způsobují riziko přerůstání, jsou dlouhá vegetační doba na podzim, teplé a vlhké počasí a podzimní hnojení dusíkem. Působení počasí sice nelze ovlivnit, ale pěstitelé mohou zabránit přerůstání porostu, a to vhodným termínem setí a množstvím výsevu. Někteří zemědělci obávající se suchého období zakládají porosty již na začátku srpna, ale tyto časně seté porosty jsou v polovině září ve vývojových fázích odpovídajících konci září či polovině října. K vytahování rostlin přispívá i vyšší hustota porostu, na které mají morforegulátory jen velmi

omezený vliv a ani opakované použití v podzimním období nemá správný účinek (Fiala & Bernardová 2017).

Pro dobré přezimování by porost měl mít silnou listovou růžici s přisedlým listovým krčkem a kratší tmavě zelené listy s 8–10 listy na rostlinu. Kořen by měl být křulový s bohatým vlášením a průměrem kořenového krčku mezi 10–15 mm (Fiala & Bernardová 2017). Podle Vašáka et al. (2000) řepka odolává opakovaným holomrazům do -20 °C, pokud kořenový krček dosahuje vyššího průměru než 8 mm.

Regulátory růstu potřebují pro svoji účinnost denní teploty alespoň 10 °C. Po aplikaci postřiku by měla tato teplota být ještě 14 dní, aby rostlina měla čas na reakci aplikovaného regulátoru. Účinnost aplikovaného přípravku je dána jeho druhem a dostatečnou listovou plochou. Pro správnou aplikaci se v podzimním období doporučuje dávka 200–300 l vody/ha (Málek et al. 2011). Přípravky s morforegulačním účinkem je vhodné aplikovat ve vývojové fázi 4–6 listů řepky. Pro dosažení bezpečného přezimování se považuje tento jeden zásah ve druhé polovině září za dostačující, ovšem jen pokud řepka této vývojové fáze dosáhne (Fiala & Bernardová 2017). Málek et al. (2011) tvrdí, že o aplikaci regulátoru růstu není vhodné pokaždé rozhodnout podle počtu pravých listů. Po zasetí a vzejití řepky nastane vlhké a teplé období, přičemž dojde k velkému odčerpání dodaného dusíku rostlinami. Rostliny potom utvoří velké listové čepele s dlouhými řapíky a dojde k zapojení porostu, a to již při dosažení fáze 5–6 pravých listů. Poté rostliny bojují o světlo a délku dne a k tomu ženou vegetační vrcholy do prodlužovacího růstu. Rostlinám se po zapojení porostu značně omezuje prodlužovací růst kořenů a mají nedostatek prostoru pro vytvoření horizontálně vytvořených listových růžic. Z těchto důvodů se vhodný termín aplikace volí nejen podle počtu pravých listů na řepce, ale i podle celkového dosažení listové pokrývnosti porostu, která by měla být 70–80 %.

Podle Bečky et al. (2013b) u řídkých porostů, což jsou porosty s hustotou do 35 rostlin/m², je podstatné podzimní regulaci neopomenout. U těchto porostů je prokázána nejlepší výnosová odezva. Regulaci je vhodné provést azolem, dusíkem či jejich kombinací, což zvýší výnos v každém roce. Optimální porost (35–60 rostlin/m²) je možné regulovat azolem, u slabších porostů je vhodné aplikovat azol a přihnojit řepku dusíkem. U hustých porostů (nad 60 rostlin/m²) patří zásahy regulátorů k málo efektivním, ale je vhodné aplikovat azol a dusík. U těchto porostů se azol aplikuje hlavně z důvodu rizika vytahování srdéčka a přerůstání, i když na výnos bude mít aplikace regulátoru malý dopad.

Tabulka 1: Regulátory s fungicidním účinkem (Rostlinolékařský portál 2021)

Účinná látka	Množství účinné látky	Termín aplikace	Obchodní názvy přípravků
<i>Tebuconazole</i>	250 g/l	Podzim, jaro	Abilis Ultra, Agrozol, Darcos, Erasmus, Horizon 250 EW, Chepozol, Lynx, Mystic, Orius 25 EW, Ornament 250 EW, Staccato, Teb-azol, Tebkin, Tebucur 250 EW, TebuGUARD, Tebusha 25 % EW, Tebusip, Teson, Tyberius
	430 g/l	Podzim, jaro	Bounty, Spekfree, Starpro
	500 g/l	Podzim, jaro	Bukat 500 SC, Zizan 500 SC
	750 g/kg	Podzim, jaro	Buzz Ultra DF
<i>Metconazole</i>	60 g/l	Podzim, jaro	Artina 60, Caramba, Conatra 60 EC, Endotor MetcoGuard, Metfin, Metcon 60, Plexeo 60, Sirena, Turret 60,
<i>Prothioconazole</i>	300 g/l	Podzim, jaro	Pabi 300 EC, Patel 300 EC, Pecari 300 EC, Phabia 300 EC, Protendo 300 EC, Spectre Maxx, Tartaros
<i>Prothioconazole,</i> <i>Tebuconazole</i>	80 g/l	Podzim, jaro	Corinth, Folicur Extra, Tilmor
	160 g/l		
	125 g/l 125 g/l	Podzim, jaro	Prosaro 250 EW, Traper
<i>Difenoconazole</i>	250 g/l	Podzim, Jaro	Difcor 250 EC, Difo, Garance
		Jaro	Dafne 250 EC, Illa 250 EC
<i>Difenoconazole</i>	100 g/l	Podzim, jaro	Dirigent, Magnello
<i>Tebuconazole</i>	250 g/l		

<i>Difenoconazole</i>	250 g/l	Jaro	Toprex, Toprex 375 SC
<i>Paclobutrazol</i>	125 g/l		

Tabulka 2: Regulátory bez fungicidního účinku (Rostlinolékařský portál 2021)

Účinná látka	Množství účinné látky	Termín aplikace	Obchodní názvy přípravků
<i>Trinexapac-ethyl</i>	250 g/l	Jaro	Agrosales-Trinexapacethyl, Bonus 250 EC, Combo EC, Dommus, Midget, Moddus, Proteg, Vertico
<i>Mepiquat-chloride</i>	300 g/l	Jaro	Invister 300 SL, Regolato 300 SL
<i>Chlormequat-chloride</i>	720 g/l	Podzim, Jaro	Retacel extra R 68
	750 g/l	Podzim	Celstar 750 SL, Stabilan 750 SL

3.10. Výnos a výnosotvorné prvky u řepky

Mezi hlavní výnosové prvky řepky patří hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na jednu rostlinu a počet šesulí na 1 m². Počet semen na 1 m² vyplývá z počtu šesulí na 1 m², počtu semen v šesuli a hmotnosti tisíce semen (Baranyk et al. 2007).

Rovnoměrné rozložení rostlin na ploše je předpokladem stabilního výnosu. Počet šesulí na rostlinu patří také mezi prvek, který rozhoduje o výnosu. U tohoto prvku rozhoduje přežití pupenů, větví, rostlin a mladých šesulí. Počet semen v šesuli vzájemně souvisí s délkou šesule, proto je vhodným ukazatelem ve šlechtění rostlin pro navyšování počtu semen v šesuli (Diepenbrock 2000).

Z 25–35 % se na výnosu podílí hlavní osa květenství (terminál). Z 50–60 % se na výnosu účastní větve prvního řádu. Rostlina má optimálně 8–12 větví prvního řádu. Zbylou část výnosu z 10–20 % tvoří větve druhého řádu (Vašák et al. 1996).

Výnosový potenciál plodiny je teoretické zhodnocení maximálního výnosu, kterého lze dosáhnout při pěstování rostlin za optimálních fyzikálních a chemických podmínek (Diepenbrock 2000). Podle Vašáka et al. (1996) se teoretický výnos u řepky ozimé pohybuje mezi 5,4–13,2 t/ha, ale ve skutečnosti bývá výnos mezi 3,2–8 t/ha.

Hospodářský výnos semen brukvovitých olejnin je ovlivněn geneticky podmíněnými znaky a vlastnostmi rostlin, které jsou dále upravovány podmínkami prostředí. Na výsledný výnos má výrazný vliv charakter porostu a intenzifikační faktory, do nichž se řadí agrotechnika,

výživa atd. (Novák et al. 1991). Podstatnou redukci výnosotvorných prvků způsobují živočišní škůdci a houbové choroby, kteří redukují počet rostlin na ploše, porušují apikální dominanci atd. Například ze škůdců je to blýskáček řepkový, jenž redukuje počet plodných květů a šesulí, počet semen i HTS. Mezi choroby, které snižují výnos, patří hlízenka obecná, čern řepková, plíseň šedá a fomová hniloba (Baranyk et al. 2007).

V Německu byl ve 34 lokalitách proveden experiment, při němž výzkumníci zjišťovali vliv povětrnostních podmínek během různých stádií vývoje řepky ozimé na výnos semen a oleje, počet semen na m² a HTS. Jednotlivé lokality vykazovaly různé podnebí i půdní podmínky. Podle výsledků je variabilita výnosu ze 40 % ovlivňována povětrnostními vlivy. Při počáteční tvorbě šesulí a semen byl výnos ovlivněn teplotou, slunečním zářením a stresem za suchého období. Počet semen na m² je v této fázi ovlivněn dostupností asimilátů. Po odkvětu byl výnos ovlivněn pouze teplotou. Podle zjištění teplota nejvíce ovlivňuje délku růstových stádií, poněvadž se při nízkých teplotách prodlužuje doba produkce a transport asimilátů do semen. Výnos ozimé řepky vykazoval kompenzační schopnost mezi počtem semen na m² a hmotností 1000 semen (Weymann et al. 2015).

4. Metodika pokusu

Pro experimentální část práce byl využit pokus s regulací řepky ozimé v podzimním období prováděný na pozemcích Výzkumné stanice v Červeném Újezdě při Katedře agroekologie a rostlinné produkce. V této diplomové práci jsou vyhodnoceny růstové a výnosové ukazatele na základě výsledků z pokusu regulace řepky ozimé ve třech po sobě jdoucích ročních (2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020).

4.1. Charakteristika lokality pokusu

Pokusné stanoviště Červený Újezd se nachází 7 km od hranic Prahy. Leží v okrese Praha-západ (souřadnice 50°4'22"N, 14°10'19"E). Červený Újezd se nachází v nadmořské výšce 410 m n. m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje okolo 7,7 °C s průměrným ročním úhrnem srážek okolo 493 mm.

Výzkumná stanice využívá pro polní pokusnictví plochu 6 ha, avšak obhospodaruje 30 ha pozemků, které slouží jako vyrovnávací plochy. Tuto zbylou plochu obdělává Školní statek Lány. Na pozemcích provádějí pokusy studenti a pracovníci Kateder agroekologie a rostlinné produkce, agrochemie a výživy rostlin.

Na stanovišti Červený Újezd se vyskytují hlinité půdy s pH 6,5 a půdním typem luvizem. Charakteristické pro tyto půdy je mírný obsah humusu, neutrální reakce půdy, střední sorpční kapacita a nasycený koloidní komplex. Obsah prvků fosforu a draslíku se jeví jako střední až dobrý.

4.2. Povětrnostní podmínky během vegetací

4.2.1. Povětrnostní podmínky 2017/2018

V srpnu byl normální úhrn srážek a z pohledu teplot se tento měsíc zařazoval mezi silně teplé. Září bylo podle zhodnocení normální. V měsíci říjnu spadlo vysoké množství srážek (oproti dlouhodobému průměru o 232 % více srážek), a tak byl měsíc silně vlhký a též byl považován za silně teplý měsíc. Měsíce listopad a prosinec měly stejnou charakteristiku, jelikož se jednalo o teplé měsíce se srážkami v normálu. Leden se zařadil mezi srážkově vlhké měsíce s úhrnem srážek 27,6 mm. Podle teplotního hodnocení spadl k mimořádně teplým měsícům. V únor byla průměrná teplota -3,81 °C a z hodnocení vyplynulo, že se jedná o studený a silně suchý měsíc. Z obou charakteristik bylo patrné, že březen se zařazuje k normálním měsícům. V měsíci dubnu spadlo pouhých 14 mm srážek, takže byl vyhodnocen jako suchý a mimořádně teplý. V květnu byl také úhrn srážek velmi nízký, proto bylo nutné ho vyhodnotit jako silně suchý a mimořádně teplý. Červen byl sice srážkově normální, ale u teplot byl charakterizován jako silně teplý, poněvadž teplota oproti normálu stoupla o 2,3 °C. Měsíc červenec dostal vyhodnocení silně suchý a mimořádně teplý.

Tabulka 3: Úhrn srážek za ročník 2017/2018

Měsíc	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý průměr (mm)	Odchylka od průměru (mm)	% dlouhodobého průměru úhrnu srážek	Zhodnocení
VIII.	55,5	67,5	-12,0	82,2	normální
IX.	25,0	33,0	-8,0	75,8	normální
X.	61,6	26,5	35,1	232,5	silně vlhký
XI.	29,1	29,9	-0,8	97,3	normální
XII.	22,0	22,3	-0,3	98,7	normální
I.	27,6	21,6	6,0	127,8	vlhký
II.	6,3	21,4	-15,1	29,4	silně suchý
III.	35,8	26,3	9,5	136,1	normální
IV.	14,0	34,9	-20,9	40,1	suchý
V.	24,4	67,2	-42,8	36,3	silně suchý
VI.	74,7	63,5	11,2	117,6	normální
VII.	12,1	58,7	-46,6	20,6	silně suchý

Tabulka 4: Průměrná měsíční teplota za ročník 2017/2018

Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Odchylka od dlouhodobého průměru (°C)	Zhodnocení
VIII.	19,46	17,30	2,16	silně teplý
IX.	12,78	13,40	-0,62	normální
X.	10,64	8,40	2,24	silně teplý
XI.	4,44	3,00	1,44	teplý
XII.	1,31	-0,50	1,81	teplý
I.	2,78	-2,30	5,08	mimořádně teplý
II.	-3,81	-0,80	-3,01	studený
III.	1,76	2,90	-1,14	normální
IV.	13,56	7,60	5,96	mimořádně teplý
V.	16,72	12,90	3,82	mimořádně teplý
VI.	18,33	16,20	2,13	silně teplý
VII.	20,64	17,60	3,04	mimořádně teplý

4.2.2. Povětrnostní podmínky 2018/2019

Srpen patřil mezi silně suché a mimořádně teplé měsíce. Úhrn srážek v tomto měsíci činil pouze 32,4 % z dlouhodobého průměru. Měsíce září a říjen měly stejnou charakteristiku počasí (normální srážkový úhrn a silně teplý měsíc). Listopad byl suchý a teplý. Prosinec byl silně vlhký a oproti dlouhodobému průměru měl o 87,4 % vyšší úhrn srážek. Teplota v prosinci byla průměrně o 3,1 °C vyšší než dlouhodobý průměr (silně teplý měsíc). Měsíce leden, únor, březen, duben a květen byly z pohledu úhrnu srážek vyhodnoceny jako normální. Leden spadl mezi teplotně normální měsíce. Únor byl silně teplý s odchylkou 3,9 °C od dlouhodobého průměru. Březen se zařadil mezi mimořádně teplé měsíce s odchylkou 4,1 °C od dlouhodobého normálu. Duben byl silně teplý. Květen se svojí charakteristikou zařadil mezi studené měsíce s odchylkou -1,6 °C. Červen byl mimořádně teplý se srážkovým úhrnem 41,4 mm, a proto byl vyhodnocen jako suchý. Červenec byl srážkově normální a silně teplý.

Tabulka 5: Úhrn srážek za ročník 2018/2019

Měsíc	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý průměr (mm)	Odchylka od průměru (mm)	% dlouhodobého průměru úhrnu srážek	Zhodnocení
VIII.	21,9	67,5	-45,6	32,4	silně suchý
IX.	38,7	33,0	5,7	117,3	normální
X.	24,2	26,5	-2,3	91,3	normální
XI.	12,7	29,9	-17,2	42,5	suchý
XII.	41,8	22,3	19,5	187,4	silně vlhký
I.	24,8	21,6	3,2	114,8	normální
II.	17,4	21,4	-4,0	81,3	normální
III.	33,1	26,3	6,8	125,9	normální
IV.	22,1	34,9	-12,8	63,3	normální
V.	55,3	67,2	-11,9	82,3	normální
VI.	41,4	63,5	-22,1	65,2	suchý
VII.	52,6	58,7	-6,1	89,6	normální

Tabulka 6: Průměrná měsíční teplota za ročník 2018/2019

Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Odchylka od dlouhodobého průměru (°C)	Zhodnocení
VIII.	21,76	17,30	4,46	mimořádně teplý
IX.	16,03	13,40	2,63	silně teplý
X.	10,61	8,40	2,21	silně teplý
XI.	4,26	3,00	1,26	teplý
XII.	2,58	-0,50	3,08	silně teplý
I.	-0,47	-2,30	1,83	normální
II.	3,08	-0,80	3,88	silně teplý
III.	7,04	2,90	4,14	mimořádně teplý
IV.	10,22	7,60	2,62	silně teplý
V.	11,31	12,90	-1,59	studený
VI.	21,68	16,20	5,48	mimořádně teplý
VII.	20,09	17,60	2,49	silně teplý

4.2.3. Povětrnostní podmínky 2019/2020

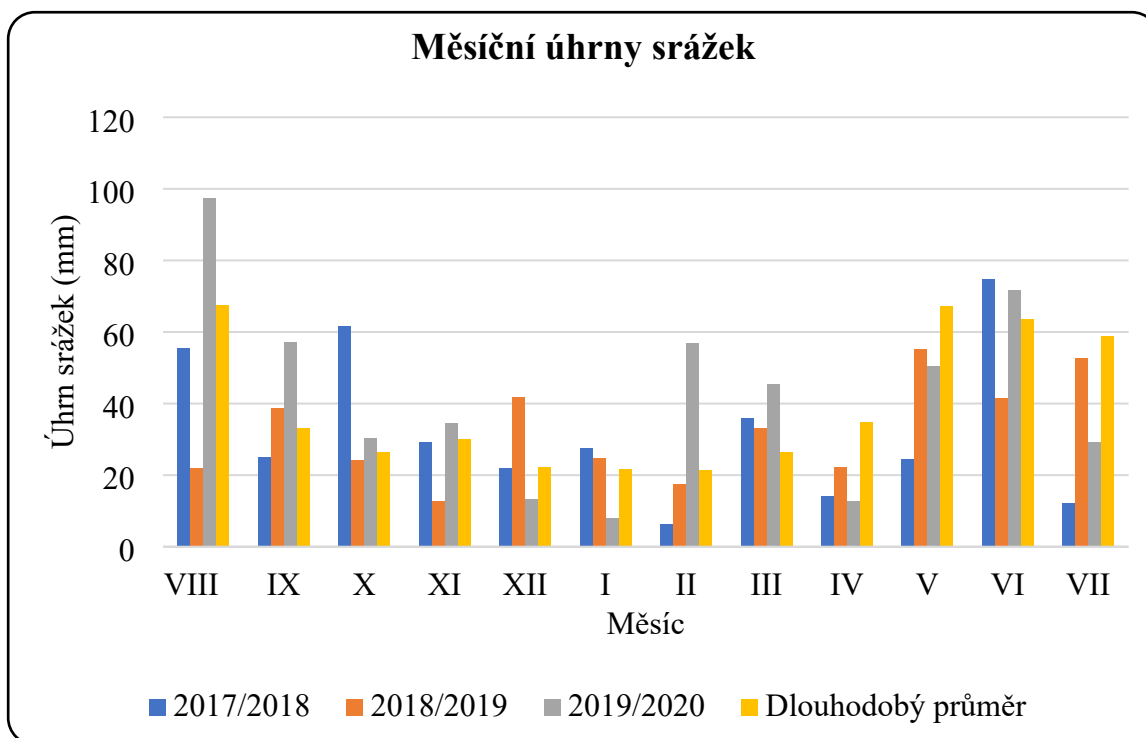
Měsíce srpen a září se zařadily mezi srážkově vlhké. Teplotně byl srpen mimořádně teplý a září teplé. Měsíce říjen, listopad, prosinec se zařadily mezi silně teplé s normálním úhrnem srážek. Leden byl silně teplý a silně suchý, oproti dlouhodobého průměru spadlo o 53 % méně. V únoru spadlo o 166 % více srážek oproti dlouhodobém průměru, a tím byl tento měsíc klasifikován jako mimořádně vlhký a mimořádně teplý. Březen se svojí charakteristikou přiřadil mezi vlhké a teplé měsíce. Duben byl silně suchý a silně teplý. Teplota v dubnu byla průměrně vyšší o 2,6 °C oproti dlouhodobém průměru. Květen patřil z pohledu srážek i teplot k normálním. V červnu byly srážky normální, a tak se teplotně řadil mezi teplé měsíce. Červenec byl klasifikován jako suchý měsíc se srážkovým úhrnem 29,2 mm, což představuje 50 % z dlouhodobého průměru. Teplotně byl červenec vyhodnocen jako teplý.

Tabulka 7: Úhrn srážek za ročník 2019/2020

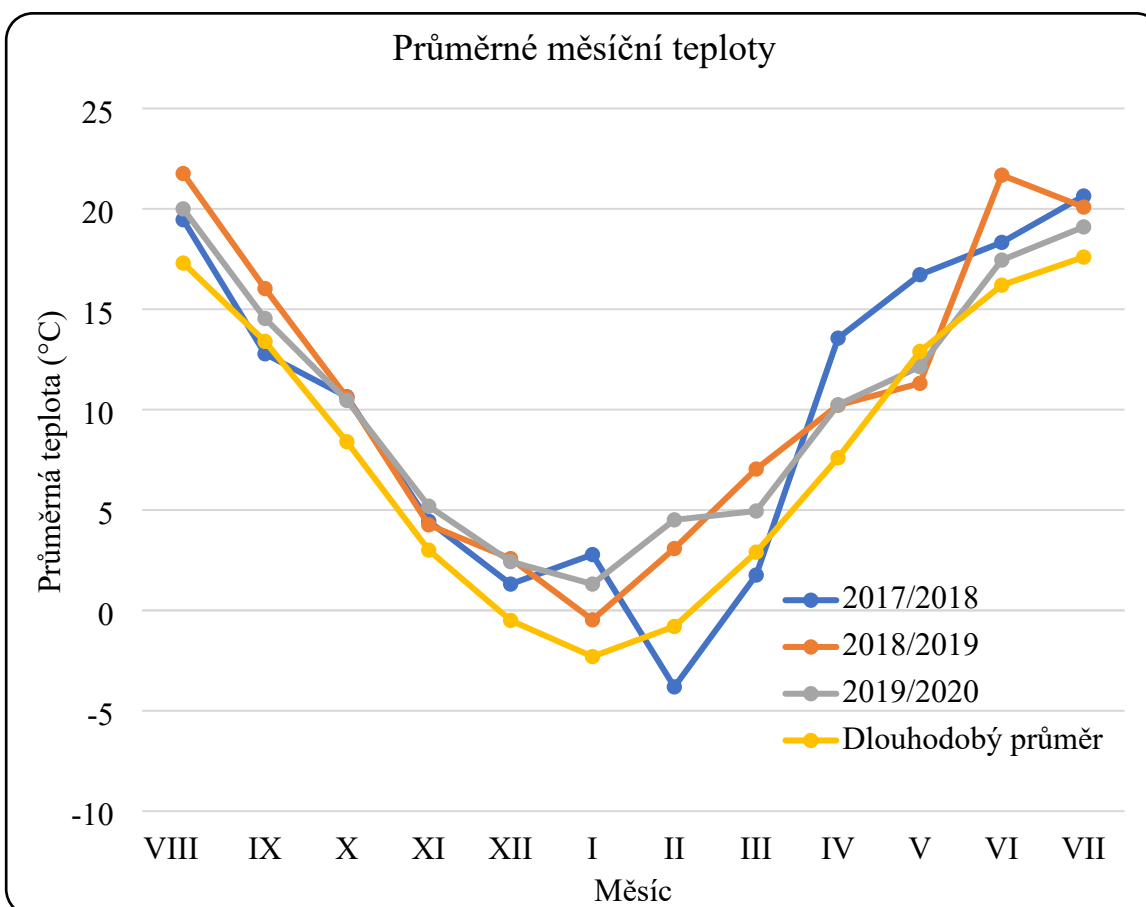
Měsíc	Úhrn srážek (mm)	Dlouhodobý průměr (mm)	Odchylka od průměru (mm)	% dlouhodobého průměru úhrnu srážek	Zhodnocení
VIII.	97,5	67,5	30,0	144,4	vlhký
IX.	57,2	33,0	24,2	173,3	vlhký
X.	30,3	26,5	3,8	114,3	normální
XI.	34,4	29,9	4,5	115,1	normální
XII.	13,3	22,3	-9,0	59,5	suchý
I.	8,0	21,6	-13,6	37,0	silně suchý
II.	56,9	21,4	35,5	265,9	mimořádně vlhký
III.	45,4	26,3	19,1	172,6	vlhký
IV.	12,6	34,9	-22,3	36,1	silně suchý
V.	50,4	67,2	-16,8	75,0	normální
VI.	71,8	63,5	8,3	113,1	normální
VII.	29,2	58,7	-29,5	49,7	suchý

Tabulka 8: Průměrná měsíční teplota za ročník 2019/2020

Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Dlouhodobý průměr (°C)	Odchylka od dlouhodobého průměru (°C)	Zhodnocení
VIII.	20,00	17,30	2,7	mimořádně teplý
IX.	14,54	13,40	1,14	teplý
X.	10,46	8,40	2,06	silně teplý
XI.	5,19	3,00	2,19	silně teplý
XII.	2,43	-0,50	2,93	silně teplý
I.	1,31	-2,30	3,61	silně teplý
II.	4,51	-0,80	5,31	mimořádně teplý
III.	4,95	2,90	2,05	teplý
IV.	10,24	7,60	2,64	silně teplý
V.	12,14	12,90	-0,76	normální
VI.	17,45	16,20	1,25	teplý
VII.	19,10	17,60	1,5	teplý



Graf 2: Měsíční úhrn srážek Červený Újezd (mm)



Graf 3: Průměrné měsíční teploty Červený Újezd (°C)

4.3. Charakteristika pokusu

V pokusu byly hodnoceny tři varianty s regulací řepky na podzim a jedna neošetřená varianta. Jednotlivé varianty a typ aplikovaného přípravku s dávkou jsou zaznamenány v Tabulce 9. Hodnoceny byly ročníky 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020. Každá varianta měla 4 opakování, takže ve výsledku každý ročník bylo založeno 16 pokusných parcel. Rozměr jednotlivých parcel před sklizní činil 1,25 x 9,5 m, tedy celkově měla parcela rozlohu 11,875 m². Před setím nebyly pozemky vyhnojeny fosforem, draslíkem, vápníkem ani hořčíkem. V ročníku 2017/2018 a 2018/2019 byla na pozemky vyseta odrůda Marathon a v ročníku 2019/2020 byl založen pokus na odrůdě LG Architect. Základní agrotechnika v jednotlivých ročnících je popsána v Tabulce 10 (2017/2018), 11 (2018/2019) a 12 (2019/2020). V Tabulce 12 jsou datovány důležité operace, které se týkají tohoto pokusu (aplikace regulátoru, odběry rostlin k hodnocení a sklizeň).

4.3.1. Varianty pokusu

Tabulka 9: Varianty pokusu

Varianta	Regulátor	Typ přípravku
1	Kontrola	Neošetřená kontrola
2	Horizon	Horizon 250 EW (1 l/ha)
3	Horizon + Stabilan	Horizon 250 EW + Stabilan 750 SL (0,5 l/ha + 2 l/ha)
4	Stabilan	Stabilan 750 SL (5 l/ha)

Horizon 250 EW

Regulátor Horizon 250 EW obsahuje 250 g/l *tebuconazolu*. Jedná se o postřikový fungicidní přípravek ve formě vodní emulze. Využívá se u peckovin proti monilióze, u chmele proti padlí chmelovému a u pšenice proti klasovým fuzariózám. Tento přípravek vykazuje růstově-regulační účinek. V řepce se využívá hlavně proti fomové hnilobě, černi řepkové, hlízence obecné a plísni šedé (Anonym1 2021).

Stabilan 750 SL

Stabilan 750 SL obsahuje 750 g/l *chlormequat chloridu*. Využívá se k regulaci růstu u pšenice ozimé, pšenice jarní, žita setého, ovsa, ječmene jarního, ječmene ozimého, košťavy luční, lipnice luční a řepky ozimé. U obilnin se používá ke zvýšení odolnosti proti poléhání. U košťavy luční a lipnice luční je aplikován pro podporu odnožování a tvorbu fertálních stébel. Na řepku ozimou se aplikuje na regulaci růstu a zvýšení jistoty přezimování. U řepky ozimé je nutné provádět aplikaci při teplotách 10 až 25 °C. Přípravek se používá na suchý porost a nesmí se aplikovat před předvídanými srážkami (Anonym2 2021).

4.3.2. Základní agrotechnika pokusu

Tabulka 10: Základní agrotechnika pokusu 2017/2018

Datum operace	Operace	Podrobnější informace k operaci
01. 8. 2017	Sklizeň předplodiny (pšenice)	Sláma rozdrvena a rozptýlena
21. 8. 2017	Seťová orba	Hloubka 22 cm
22. 8. 2017	Předseťová příprava	Kombinátor
22. 8. 2017	Založení porostů (setí)	Hloubka 1,5 – 2 cm, rozteč řádků 12,5 cm, výsevek 50 klíčivých semen na m ² , odrůda Marathon
25. 8. 2017	Aplikace herbicidu	Circuit (dávka 2,5 l/ha)
28. 8. 2017	Aplikace moluskocidu	Vanish Slug Pellets
28. 8. 2017	Aplikace rodenticidu	Stutox II – aplikace lokálně do děr
05. 9. 2017	Aplikace graminicidu	Targa 10 EC (0,5 l/ha)
05. 9. 2017	Aplikace insekticidu	Nurelle D (0,6 l/ha)
19. 2. 2018	Regenerační hnojení (1a)	DASA (dávka 40 kg/N/ha)
15. 3. 2018	Regenerační hnojení (1b)	LAD (dávka 50 kg/N/ha)
23. 3. 2018	Produkční hnojení (2)	LAD (dávka 60 kg/N/ha)
17. 4. 2018	Aplikace insekticidu	Proteus (dávka 0,7 l/ha)
20. 4. 2018	Kvalitativní hnojení (3)	LAD (dávka 30 kg/N/ha)
13. 7. 2018	Sklizeň	Maloparcelková sklízecí mlátička (Wintersteiger)

Tabulka 11: Základní agrotechnika pokusu 2018/2019

Datum operace	Operace	Podrobnější informace k operaci
26. 7. 2018	Sklizeň předplodiny (hrách)	Sláma rozdrvena a rozptýlena
01. 8. 2018	Podmítka	Hloubka 10 cm
20. 8. 2018	Seťová orba	Hloubka 22 cm
20. 8. 2018	Předseťová příprava	Kombinátor
20. 8. 2018	Založení porostů (setí)	Hloubka 1,5 – 2 cm, rozteč řádků 12,5 cm, výsevek 50 klíčivých semen na m ² , odrůda Marathon
23. 8. 2018	Aplikace herbicidu	Quantum a Command (dávka 2 + 0,2 l/ha)

27. 8. 2018	Aplikace rodenticidu	Stutox II – aplikace lokálně do děr, opakovaně
11. 9. 2018	Aplikace insekticidu	Nurelle D (dávka 0,6 l/ha)
18. 9. 2018	Aplikace insekticidu	Karate Zeon (0,1 l/ha)
23. 2. 2019	Regenerační hnojení (1a)	DASA (dávka 40 kg/N/ha)
15. 3. 2019	Regenerační hnojení (1b)	LAD (dávka 50 kg/N/ha)
29. 3. 2019	Produkční hnojení (2)	LAD (dávka 60 kg/N/ha)
29. 3. 2019	Aplikace insekticidu	Nurelle D (dávka 0,6 l/ha)
12. 4. 2019	Kvalitativní hnojení (3)	LAD (dávka 30 kg/N/ha)
25. 4. 2019	Aplikace insekticidu	Proteus (dávka 0,6 l/ha)
27. 7. 2019	Sklizeň	Maloparcelková sklízecí mlátička (Wintersteiger)

Tabulka 12: Základní agrotechnika pokusu 2019/2020

Datum operace	Operace	Podrobnější informace k operaci
29. 7. 2019	Sklizeň předplodiny (pšenice)	Sláma rozdrčena a rozptýlena po pozemku
02. 8. 2019	Podmítka	Hloubka 10 cm
25. 8. 2019	Seťová orba	Hloubka 22 cm
26. 8. 2019	Předseťová příprava	Kombinátor
26. 8. 2019	Založení porostů (setí)	Hloubka 1,5 – 2 cm, rozteč řádků 12,5 cm, výsevek 50 klíčivých semen m ² , odrůda LG Architect
28. 8. 2019	Aplikace herbicidu	Butisan Complete (dávka 2,5 l/ha)
Od 6. 9. 2019 – duben 2020	Aplikace rodenticidu	Stutox II – aplikace lokálně do děr
22. 2. 2020	Regenerační hnojení (1a)	DASA (dávka 40 kg/N/ha)
16. 3. 2020	Regenerační hnojení (1b)	LAD (dávka 50 kg/N/ha)
30. 3. 2020	Produkční hnojení (2)	LAD (dávka 60 kg/N/ha)
08. 4. 2020	Aplikace insekticidu	Nurelle D (dávka 0,6 l/ha)
20. 4. 2020	Kvalitativní hnojení (3)	LAD (dávka 30 kg/N/ha)
07. 5. 2020	Aplikace insekticidu	Proteus (dávka 0,6 l/ha)
27. 7. 2020	Sklizeň	Maloparcelková sklízecí mlátička (Wintersteiger)

Tabulka 13: Data důležitých operací

Ročník	Založení porostu	Aplikace regulátoru	Podzimní odběry
2017/2018	22. 8. 2017	02. 10. 2017	06. 11. 2017
2018/2019	20. 8. 2018	17. 10. 2018	19. 11. 2018
2019/2020	26. 8. 2019	09. 10. 2019	18. 11. 2019

4.4. Vyhodnocení pokusu

4.4.1. Podzimní odběry

V podzimním období byly odebrány z jednotlivých pokusných pozemků rostliny pro hodnocení hmotnosti sušiny kořenů, hmotnosti sušiny listů biomasy, průměru kořenového krčku, délky kořene, délky listů a počtu listů. Data odběrů v jednotlivých ročnících jsou uvedena v Tabulce 13. Z každé pokusné parcely i z opakování bylo vybráno 10 průměrných rostlin, u kterých se následně omyl kořenový systém od zeminy a nečistot. Poté následovalo oddělení kořene od listů a u podzemní části se změřil průměr kořenového krčku (mm) a délka kořene (cm). U nadzemní části byl spočítán počet listů a změřena délka listů. Veškerá nadzemní i podzemní hmota byla následně zvážena na digitálních vahách. Pro zjištění obsahu sušiny v kořenech i listech byly vzorky sušeny po dobu 360 minut v sušárně, a to při teplotě 105 °C a poté se sušina opětovně zvážila. Veškeré změřené, zvážené a spočítané hodnoty byly zaznamenávány do připraveného archu.

4.4.2. Posklizňové hodnocení

Data sklizně v jednotlivých ročnících jsou uvedena v Tabulce 13. Po sklizni byl z jednotlivých variant i z opakování vyhodnocen výnos, olejnatost a hmotnost tisíce semen. Sklizený vzorek z jednotlivých parcel byl zvážen a přepočítán na výnos z 1 ha. Dále byla u vzorků stanovena vlhkost a nečistoty ve vzorku. A celkový výnos se přepočítal na vlhkost 8 % se 2% stavem nečistot. K změření olejnatosti se použila metoda NMR (pulzní jaderná magnetická rezonance), kterou se stanovil obsah vody a oleje v semeni řepky. Do výsledků se udávala olejnatost v sušině. U kvalitativního parametru hmotnost tisíce semen se počítalo 1 000 semen pomocí počítadla semen a tento vzorek byl zvážen.

4.4.3. Statistické zhodnocení

Výsledky z pokusu byly statisticky vyhodnoceny pomocí programu Statistica 12. K hodnocení byla v programu využita analýza rozptylu (ANOVA), a to na hladině významnosti $\alpha=0,05$. K podrobnějšímu hodnocení statistické průkaznosti byl použit Tukeyeho HSD test. K analýze vztahu mezi ukazateli byla aplikována korelační analýza (2D bodový graf).

5. Výsledky

K hodnocení výsledků byla použita data získaná z pokusů s regulací řepky v ročnících 2017/18, 2018/19 a 2019/20. V první části výsledků byly vyhodnoceny povětrnostní podmínky v průběhu podzimní vegetace. Ve výsledcích byly vyhodnoceny výsledky u jednotlivých variant v různých vegetačních letech. Z podzimních odběrů byla hodnocena hmotnost sušiny kořenů a hmotnost sušiny listů, počet listů na rostlině, délka listů, průměr kořenového krčku a délka kořenů. Dále byl vyhodnocen výnos, olejnatost a hmotnost tisíce semen.

5.1. Vyhodnocení povětrnostních podmínek v průběhu podzimní vegetace

Pro vyhodnocení vlivu regulátorů růstu na růstové ukazatele řepky ozimé je důležité i zahrnout vliv úhrnu srážek a průměrné teploty v podzimním období. Celoroční povětrnostní podmínky za jednotlivé ročníky jsou uvedeny v Tabulce 3, 4, 5, 6, 7 a 8.

V Tabulce 14 jsou zaznamenány povětrnostní podmínky v průběhu podzimní vegetace v roce 2017, 2018 a 2019. Jsou v ní uvedeny sumy srážek a teplot od zasetí do aplikace regulátoru, sumy srážek a teplot od aplikace regulátoru do odběru rostlin, součet srážek a teplot od zasetí do odběru.

K vyhodnocení podzimního období posloužil hlavně součet srážek a teplot od zasetí po odběr vzorků. Po porovnání těchto ukazatelů byly stanoveny tři rozdílné podzimní vegetační období.

Podzim 2017 byl vyhodnocen jako optimální, poněvadž jeho součet srážek od zasetí do odběru rostlin byl druhý nejvyšší. Při porovnávání podzimů 2017 a 2019 byl zjištěn u podzimu 2017 poloviční úhrn srážek od zasetí po aplikaci regulátoru oproti podzimu 2019. Teplotně měl tento podzim nejnižší součet teplot od zasetí po odběr rostlin.

Podzim 2018 byl zhodnocen jako suchý. V tomto podzimu byl jednoznačně nejnižší úhrn srážek od zasetí do odběru, ale i od aplikace regulátoru do odběru rostlin. Z pohledu teplot byla u tohoto podzimu dosažena nejvyšší součet od zasetí po odběr rostlin.

Podzim 2019 byl vyhodnocen jako mírně vlhký. Součet srážek od zasetí do odběru byl nejvyšších ze všech sledovaných podzimů. Před aplikací regulátorů byl měsíc září charakterizován jako vlhký s nejvyšším úhrnem srážek od zasetí do aplikace regulátoru za všechny hodnocené podzimy. Od zasetí do odběru rostlin bylo v tomto případě dosaženo druhé nejvyšší sumy průměrných teplot.

Tabulka 14: Povětrnostní podmínky v průběhu podzimní vegetace

Podzim	2017	2018	2019
Suma srážek od zasetí do aplikace regulátoru (mm)	42,1	51,5	83,4
Suma srážek od aplikace regulátoru do odběru (mm)	62,3	24,8	31,2
Součet srážek od zasetí do odběru (mm)	104,4	76,3	114,6
Suma průměrných teplot od zasetí do aplikace regulátoru (°C)	578,8	910,1	646,6
Suma průměrných teplot od aplikace regulátoru do odběru (°C)	348,0	255,9	337,1
Součet teplot od zasetí do odběru (°C)	926,8	1166,0	983,7
Hodnocení podzimní vegetace	Optimální	Suchý	Mírně vlhký

5.2. Hmotnost sušiny kořenů

Tabulka 15 ukazuje hmotnost sušiny kořenů u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 dosáhly nejlepšího výsledku varianty Horizon a Horizon + Stabilan. Oproti Kontrole došlo k navýšení hmotnosti sušiny o 3,4 %. Nejhorší hmotnosti sušiny kořenů bylo dosaženo u varianty Stabilan s hodnotou 21,8 g/10 rostlin. Neošetřená varianta měla o 9,6 % vyšší hodnotu než varianta Stabilan.

V suchém podzimu 2018 byla hmotnost sušiny přibližně o 90 % nižší než v optimálním podzimu 2017. Nejvyšší hodnoty dosáhla varianta Horizon + Stabilan s hodnotou 3,3 g/10 rostlin. Nejblíže se této variantě přiblížila varianta Horizon, která měla o 24,2 % nižší hmotnost sušiny kořenů. A dokonce došlo u varianty Horizon + Stabilan oproti Kontrole k navýšení o 57,1 %. Nejnižší výsledek byl vyhodnocen u varianty Stabilan, stejně jako v optimálním podzimu 2017.

V mírně vlhkém podzimu 2019 bylo nejvyšší hmotnosti dosaženo u varianty Horizon + Stabilan s hodnotou 22,9 g/10 rostlin. Druhého nejvyššího výsledku dosáhla varianta Stabilan. Nejhorší hmotnost sušiny kořenů byla zjištěna u varianty Horizon, která vykázala o 9 % nižší

hmotnost než Kontrola.

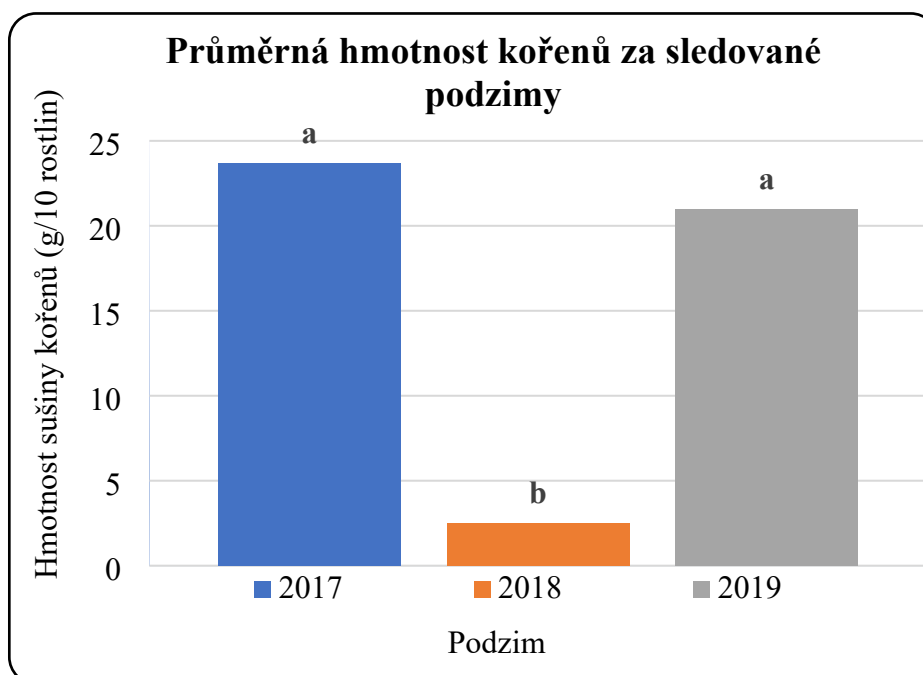
Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v žádném ze sledovaných podzimů (viz Tab. 15).

Tabulka 15: Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin)

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	23,9 a	2,1 a	20,7 a
Horizon	24,7 a	2,5 a	19,0 a
Horizon + Stabilan	24,7 a	3,3 a	22,9 a
Stabilan	21,8 a	2,0 a	21,4 a

*Pokud se nachází ve sloupci stejná písmena, pak se varianty statisticky průkazně neliší. Ovšem pokud jsou písmena odlišná, varianty se statisticky průkazně liší na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

V suchém podzimu 2018 byla průměrná hmotnost sušiny kořenů (2,5 g/10 rostlin) statisticky prokazatelně nižší než výsledky v optimálním podzimu 2017 (23,7 g/10 rostlin) a v mírně vlhkém podzimu 2019 (21,0 g/10 rostlin), (viz Graf 4).



Graf 4: Průměrná hmotnost sušiny kořenů za sledované podzimy (g/10 rostlin)

5.3. Hmotnost sušiny listů

Tabulka 16 zobrazuje hmotnost sušiny listů u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 dosáhla nejvyšší hmotnosti sušiny listů varianta Horizon + Stabilan, přičemž oproti Kontrolě došlo k navýšení hmotnosti listů o 3,3 %. Druhá nejvyšší hmotnost byla u neošetřené varianty. Na třetím místě se nacházela varianta Horizon, která měla

o 3,8 % nižší hmotnost sušiny listů než Kontrola. S nejnižší hmotností sušiny listů se umístila varianta Stabilan s 90,1 g/10 rostlin.

V suchém podzimu 2018 byla hmotnost sušiny listů přibližně o 60 % nižší než v mírně vlhkém podzimu 2019. Nejvyššího výsledku dosáhla varianta Horizon + Stabilan s hodnotou 15 g/10 rostlin. Druhá nejvyšší hmotnost sušiny listů byla naměřena u varianty Horizon. Nejblíže se této variantě přiblížila varianta Kontrola s hodnotou 10,6 g/10 rostlin. Na posledním místě se umístila varianta Stabilan, která měla o 7,5 % nižší hmotnost sušiny listů než neošetřená varianta.

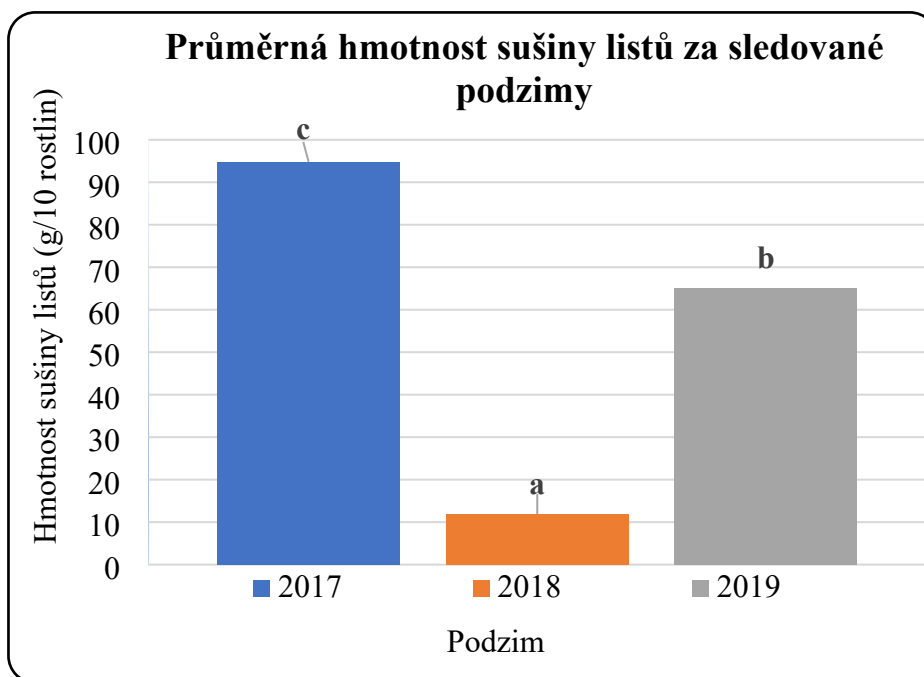
V mírně vlhkém podzimu 2019 byla nejvyšší hmotnost sušiny listů naměřena u varianty Kontrola s hodnotou 68,6 g/10 rostlin. Nejvíce se této variantě přiblížila varianta Stabilan. Třetího nejvyššího výsledku dosáhla varianta Horizon, která měla oproti Kontrolě o 9,2 % nižší hmotnost sušiny listů. Nejnižší výsledek byl u varianty Horizon + Stabilan, která v předchozích podzimech dosahovala naopak nejvyšších výsledků.

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v žádném ze sledovaných podzimů (viz Tab. 16).

Tabulka 16: Hmotnost sušiny listů (g/10 rostlin)

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	96,5 a	10,6 a	68,6 a
Horizon	92,8 a	12,0 a	62,3 a
Horizon + Stabilan	99,7 a	15,0 a	61,3 a
Stabilan	90,1 a	9,8 a	68,1 a

Mezi sledovanými podzimy jsou statisticky průkazné rozdíly v hmotnosti sušiny listů. V optimálním podzimu 2017 byla průměrná hmotnost sušiny listů 94,8 g/10 rostlin, v suchém podzimu 2018 bylo dosaženo 11,9 g/10 rostlin a v mírně vlhkém podzimu byla 65,1 g/10 rostlin (viz Graf 5).



Graf 5: Průměrná hmotnost sušiny listů za sledované podzimy (g/10 rostlin)

5.4. Počet listů na rostlině

V Tabulce 17 jsou zaznamenány počty listů na rostlině u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 byl nejvyšší počet listů u varianty Horizon + Stabilan, přičemž oproti Kontrole došlo k navýšení počtu listů o 10,4 %. Nejvíce se této variantě přiblížila varianta Stabilan s hodnotou 8,4 listů. Třetího nejvyššího výsledku dosáhla varianta Horizon, u které došlo k navýšení oproti Kontrole o 1,3 %. Neošetřená varianta se umístila na posledním místě v počtu listů na rostlině.

V suchém podzimu 2018 dosáhla nejvyšší počtu listů varianta Horizon + Stabilan s výsledkem 7,6 listu na rostlinu. Druhý nejvyšší počet listů byl u variant Kontrola a Horizon. Nejhorší výsledek byl zjištěn u varianty Stabilan, která měla oproti variantě Kontrola o 1,4 % nižší počet listů.

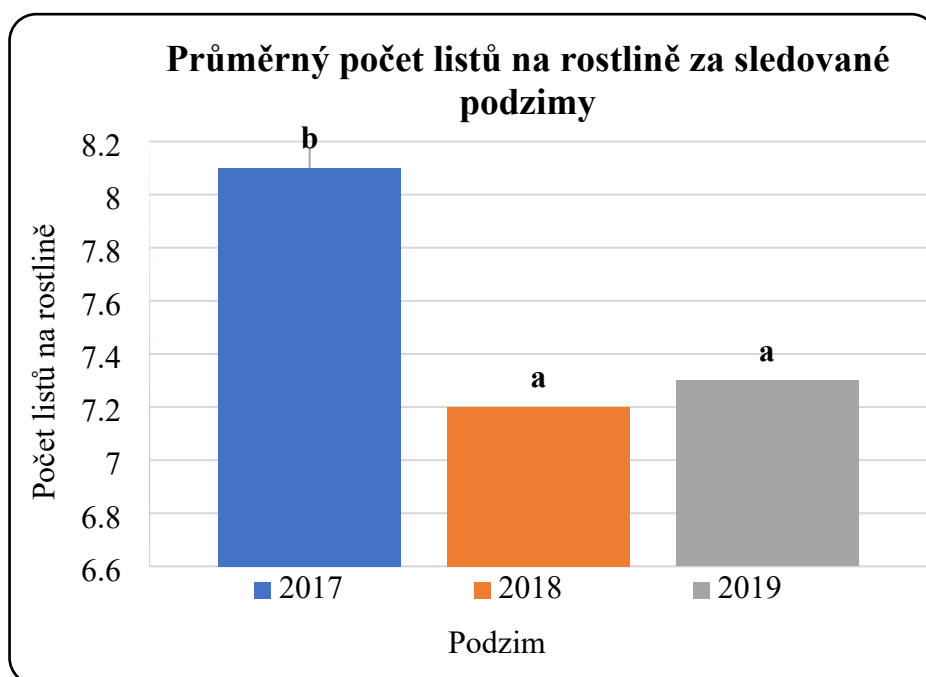
V mírně vlhkém podzimu 2019 se umístila na první místě varianta Horizon + Stabilan, stejně jako v předchozích podzimech. Druhý nejlepší výsledek byl zjištěn u varianty Stabilan, u které došlo oproti Kontrole k navýšení o 8,8 %. Třetí nejvyšší výsledek byl zjištěn u varianty Horizon (7,2 listů). Nejnižší počet listů byl u varianty Kontrola.

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v žádném ze sledovaných podzimů (viz Tab. 17).

Tabulka 17: Počet listů na rostlině

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	7,7 a	7,1 a	6,8 a
Horizon	7,8 a	7,1 a	7,2 a
Horizon + Stabilan	8,5 a	7,6 a	7,6 a
Stabilan	8,4 a	7,0 a	7,4 a

V optimálním podzimu 2017 byl průměrný počet listů na rostlině (8,1 listů) statisticky prokazatelně vyšší než výsledky v suchém podzimu 2018 (7,2 listů) a v mírně vlhkém podzimu 2019 (7,3 listů), (viz Graf 6).



Graf 6: Průměrný počet listů na rostlině za sledované podzimy

5.5. Délka listů

V Tabulce 18 jsou uvedeny délky listů u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 bylo dosaženo nejdelších listů u varianty Kontrola (34,1 cm). Nejvíce se této variantě přiblížila varianta Stabilan, která měla oproti Kontrolě o 4,1 cm kratší listy. Třetí nejdelší listy měla varianta Horizon + Stabilan. A nejkratší listy byly zjištěny u varianty Horizon (28,1 cm).

V suchém podzimu 2018 měly listy délku přibližně třetinovou délky listů v optimálním podzimu 2017. Nejdelších listů bylo dosaženo u varianty Horizon + Stabilan. Nejvíce se této variantě přiblížily varianty Horizon a Stabilan, které měly délku listů 9,8 cm. Nejkratší listy byly zjištěny u varianty Kontrola.

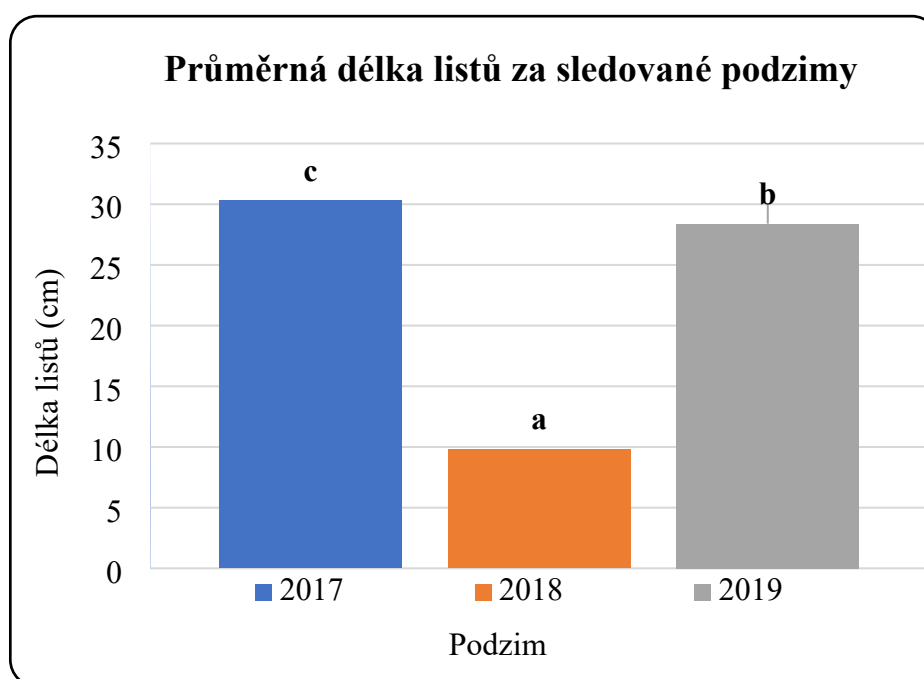
V mírně vlhkém podzimu 2019 dosáhla nejdelších listů varianta Kontrola (jako v optimálním podzimu 2017). Druhé nejdelší listy měla varianta Stabilan, která oproti Kontrole měla kratší listy o 0,8 cm. S nejkratšími listy byla vyhodnocena varianta Horizon + Stabilan, která oproti Kontrole měla listy kratší o 20,3 %.

V optimálním podzimu 2017 je statisticky průkazný rozdíl mezi variantou Kontrola a variantami Horizon, Horizon + Stabilan, Stabilan. V mírně vlhkém podzimu 2019 je statisticky průkazný rozdíl mezi variantou Horizon + Stabilan a variantami Kontrola, Horizon, Stabilan. V suchém podzimu 2018 nejsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly (viz Tab. 18).

Tabulka 18: Délka listů (cm)

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	34,1 b	9,6 a	31,0 a
Horizon	28,1 a	9,8 a	28,7 a
Horizon + Stabilan	28,7 a	9,9 a	24,7 b
Stabilan	30,2 a	9,8 a	29,2 a

Mezi jednotlivými sledovanými podzimí jsou statisticky průkazné rozdíly v průměrné délce listů. V optimálním podzimu 2017 dosáhla průměrná délka listů 30,3 cm, v suchém podzimu 2018 byla 9,8 cm a v mírně vlhkém podzimu 2019 byla 28,4 cm (viz Graf 7).



Graf 7: Průměrná délka listů za sledované podzimí (cm)

5.6. Průměr kořenového krčku

V Tabulce 19 jsou uvedeny průměry kořenových krčků u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 dosáhla nejvyššího průměru kořenového krčku varianta Horizon + Stabilan (11,4 mm). Na druhé pozici se v Tabulce 19 umístily varianty Kontrola a Horizon. Nejhorší výsledek byl zjištěn u varianty Stabilan, která oproti Kontrolě měla o 0,9 % nižší průměr kořenového krčku.

V suchém podzimu 2018 měly varianty o 65 % nižší průměry kořenových krčků než v optimálním a mírně vlhkém podzimu. Nejnižší průměr kořenového krčku dosáhla varianta Kontrola s hodnotou 3,2 mm. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u varianty Horizon + Stabilan, která měla o 31,3 % vyšší průměr krčku než Kontrola. Druhý nejvyšší výsledek byl u varianty Stabilan (3,9 mm). Na třetím místě se umístila varianta Horizon, která měla o 18,8 % vyšší průměr kořenového krčku než Kontrola.

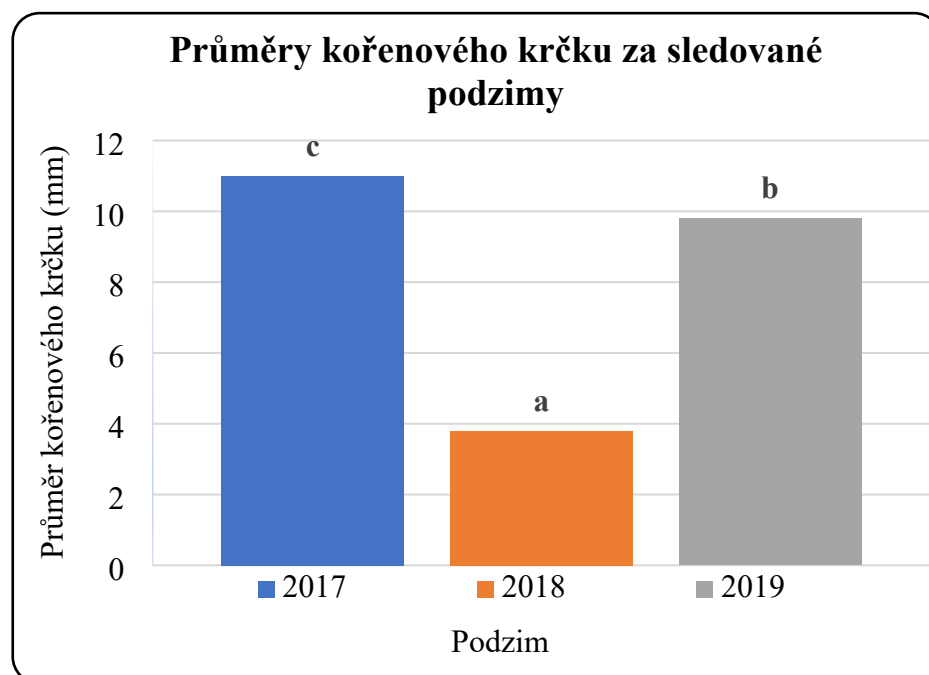
V mírně vlhkém podzimu 2019 dosáhla nejlepšího výsledku varianta Stabilan (10 mm), která měla oproti Kontrolě o 2 % vyšší průměr kořenového krčku. Nejvíce se variantě Stabilan přiblížila varianta Horizon + Stabilan s hodnotou 9,9 mm. Nejhorší výsledek byl zjištěn u varianty Horizon, která oproti Kontrolě dosáhla o 3,1 % nižší průměr krčku.

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v optimálním podzimu 2017 a v mírně vlhkém podzimu 2019. V suchém podzimu 2018 je statisticky průkazně nižší průměr kořenového krčku u varianty Kontrola oproti variantě Horizon + Stabilan (viz Tab. 19).

Tabulka 19: Průměr kořenového krčku (mm)

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	10,9 a	3,2 a	9,8 a
Horizon	10,9 a	3,8 ab	9,5 a
Horizon + Stabilan	11,4 a	4,2 b	9,9 a
Stabilan	10,8 a	3,9 ab	10,0 a

Mezi jednotlivými sledovanými podzimy jsou statisticky průkazné rozdíly v průměru kořenového krčku za tři podzimy. V optimálním podzimu 2017 byl zjištěn průměr kořenového krčku 11 mm, v suchém podzimu 2018 byl 3,8 mm a v mírně vlhkém podzimu 2019 byl 9,8 mm (viz Graf 8).



Graf 8: Rozdílné průměry kořenového krčku za sledované podzimy (mm)

5.7. Délka kořene

Tabulka 20 ukazuje délku kořenů u variant v jednotlivých podzimech.

V optimálním podzimu 2017 dosáhla největší délky kořene (tank-mix) varianta Horizon + Stabilan. Oproti Kontrole měla varianta delší kořen o 3,8 %. Nejblíže se této variantě přiblížila varianta Stabilan, která měla o 0,3 cm delší kořen. Na třetím místě se v Tabulce 20 umístila varianta Kontrola s hodnotou 23,7 cm. Nejkratší kořen byl zjištěn u varianty Horizon.

V suchém podzimu 2018 byla průměrná délka kořenů přibližně o 27 % nižší než v optimálním podzimu 2017 a v mírně vlhkém podzimu 2019. Nejvyšší hodnoty dosáhla varianta Horizon + Stabilan (stejně jako v optimálním podzimu 2017). Na druhém místě se v Tabulce 20 umístila varianta Horizon s délkou 17,8 cm. Poté následovala varianta Stabilan (16,5 cm). Nejkratší kořen byl zjištěn u varianty Kontrola.

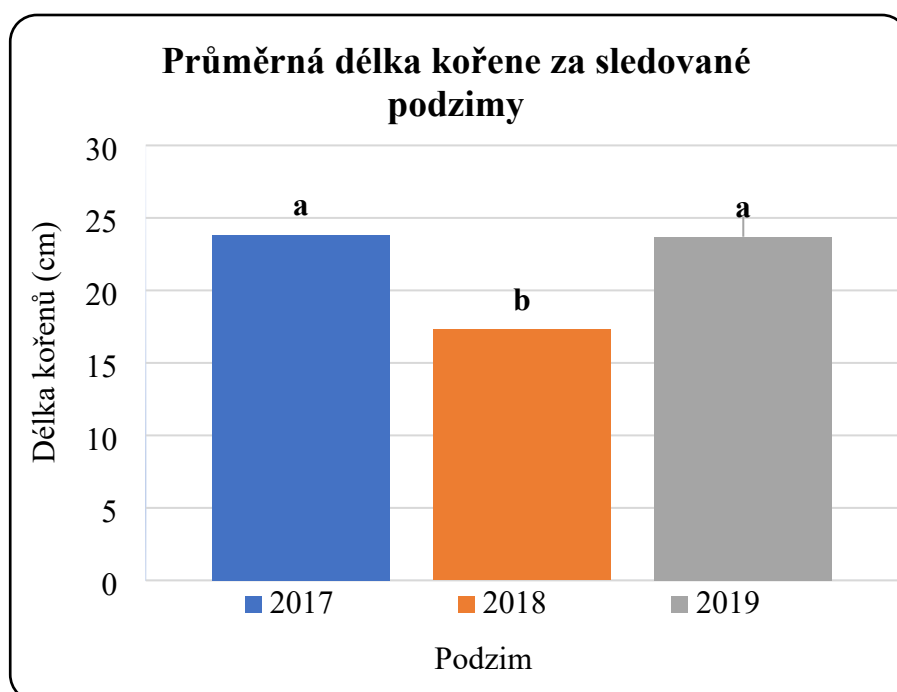
V mírně vlhkém podzimu 2019 byla zjištěna největší délka kořene u varianty Horizon + Stabilan, stejně jako v předchozích podzimech. Na druhém místě se v Tabulce 20 umístila varianta Horizon s délkou 23,7 cm. Třetí pozici obsadila varianta Stabilan, která měla oproti Kontrole pouze o 1,7 % delší kořen. Nejhoršího výsledku bylo dosaženo u varianty Kontrola (23,2 cm).

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v optimálním podzimu 2017 a mírně vlhkém podzimu 2019. V suchém podzimu 2018 je statisticky průkazně nižší délka kořene u varianty Kontrola oproti variantě Horizon + Stabilan (viz Tab. 20).

Tabulka 20: Délka kořene (cm)

Varianta	Podzim 2017	Podzim 2018	Podzim 2019
Kontrola	23,7 a	16,1 a	23,2 a
Horizon	22,5 a	17,8 ab	23,7 a
Horizon + Stabilan	24,6 a	18,6 b	24,3 a
Stabilan	24,3 a	16,5 ab	23,6 a

V suchém podzimu 2018 byla průměrná délka kořene (23,8 cm) statisticky prokazatelně nižší než výsledky v optimálním podzimu 2017 (17,3 cm) a v mírně vlhkém podzimu 2019 (23,7 cm), (viz Graf 9).



Graf 9: Průměrná délka kořene za sledované podzimy (cm)

5.8. Výnos

Tabulka 21 ukazuje výnos u jednotlivých variant ve sledovaných ročnících.

V ročníku 2017/2018 dosáhla nejvyššího výnosu varianta Kontrola. Druhý nejvyšší výsledek měla varianta Horizon s hodnotou 5,04 t/ha. Nejblíže se variantě Horizon přiblížila varianta Stabilan, u které byl výnos nižší o 6,7 % oproti Kontrolě. Nejhoršího výsledku dosáhla varianta Horizon + Stabilan.

Ve druhém pokusném ročníku 2018/2019 byl opět nejvyšší výnos u varianty Kontrola. Po neošetřené variantě druhý nejvyšší výnos dosáhla varianta Horizon. Oproti Kontrolě měla nižší výnos o 6,5 %. Následovala varianta Horizon + Stabilan (2,92 t/ha). Nejnižší výnos byl zjištěn u varianty Stabilan

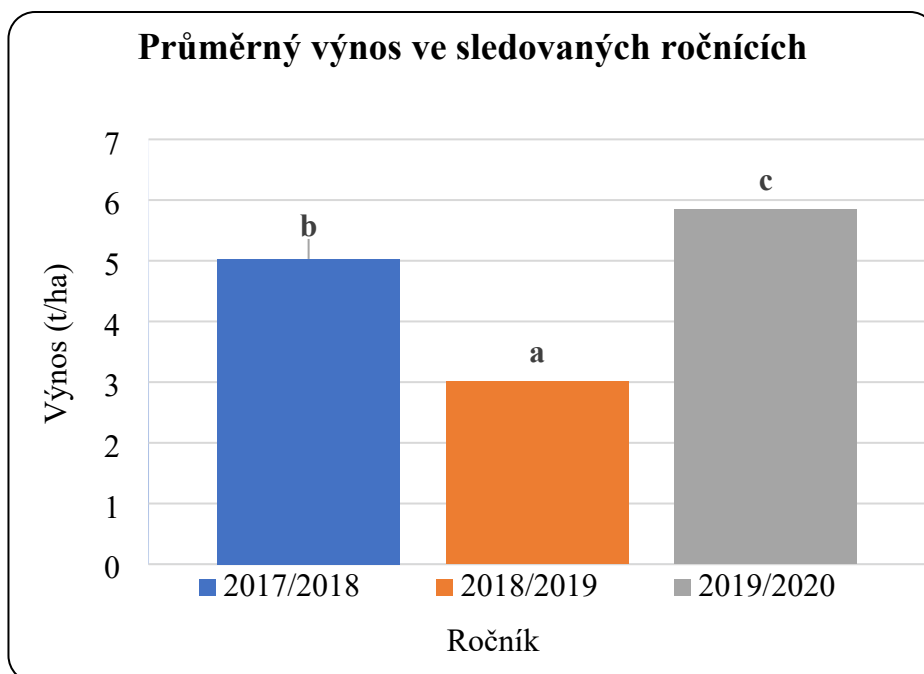
V ročníku 2019/2020 byly výnosy nejvyšší ze všech sledovaných ročníků. Nejlepšího výnosu dosáhla varianta Horizon s 6,04 t/ha. Na druhém místě se v Tabulce 21 umístila varianta Horizon + Stabilan. Nejblíže se této variantě přiblížila varianta Kontrola, která měla o 0,02 t/ha nižší výnos. Nejnižší výnos byl zjištěn u varianty Stabilan, která dosáhla o 1,9 % nižší výnos oproti Kontrolě.

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v žádném ze sledovaných ročníků (viz Tab. 21).

Tabulka 21: Výnos (t/ha)

Varianta	Ročník 2017/2018	Ročník 2018/2019	Ročník 2019/2020
Kontrola	5,34 a	3,22 a	5,81 a
Horizon	5,04 a	3,01 a	6,04 a
Horizon + Stabilan	4,74 a	2,92 a	5,83 a
Stabilan	4,98 a	2,88 a	5,70 a

Mezi jednotlivými sledovanými ročníky jsou statisticky průkazné rozdíly v průměrných výnosech. Statisticky nejvyšší průměrný výnos byl prokázán v ročníku 2019/2020 (5,84 t/ha). V ročníku 2017/2018 byl průměrný výnos 5,03 t/ha a v ročníku 2018/2019 dosáhl průměrný výnos 3,01 t/ha (viz Graf 10).



Graf 10: Průměrný výnos ve sledovaných ročnících (t/ha)

5.9. Olejnatost

Tabulka 22 ukazuje olejnatost u jednotlivých variant v jednotlivých ročnících.

V ročníku 2017/2018 nejvyšší olejnatosti dosáhla varianta Kontrola. Na druhém místě se v Tabulce 22 umístila varianta Stabilan. Nejvíce se jí přiblížila varianta Horizon, u které oproti Kontrolě byla naměřena o 0,44 % nižší olejnatost. Nejnižší olejnatost byla změřena u varianty Horizon + Stabilan s výsledkem 44,78 %.

V ročníku 2018/2019 byla nejvyšší olejnatost 40,83 % změřena u varianty Horizon. Na druhém místě v olejnatosti se v Tabulce 22 umístila varianta Horizon + Stabilan, u které olejnatost činila 40,48 %. Za ní následovala varianta Kontrola. Nejnižší olejnatosti bylo dosaženo u varianty Stabilan, která měla oproti Kontrolě o 0,19 % nižší olejnatost.

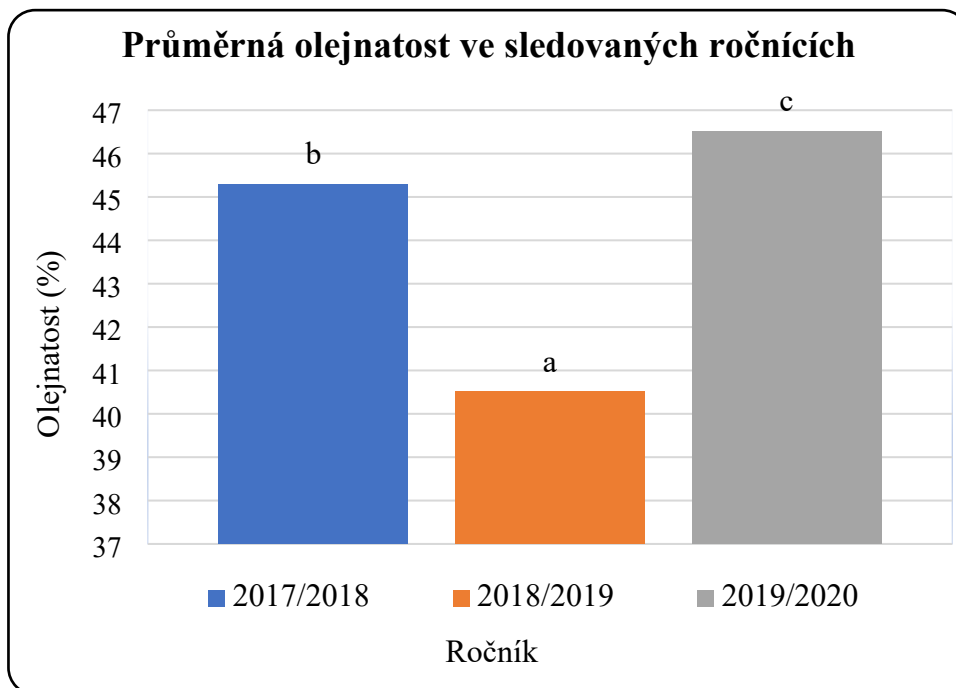
V ročníku 2019/2020 byly rozdíly olejnatosti v setinách. Nejvyšší olejnatost byla u varianty Horizon, stejně jako v ročníku 2018/2019. S malým rozdílem se jí přiblížila varianta Kontrola s výsledkem 46,57 %. Další pozici obsadila varianta Horizon + Stabilan a v těsné návaznosti byla varianta Stabilan, která měla oproti Kontrolě nižší obsah oleje o 0,15 %.

V ročníku 2017/2018 je mezi variantami Kontrola a Horizon + Stabilan statisticky průkazný rozdíl. Ve zbývajících ročnících nejsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly (viz Tab. 22).

Tabulka 22: Olejnatost (%)

Varianta	Ročník 2017/2018	Ročník 2018/2019	Ročník 2019/2020
Kontrola	45,68 b	40,45 a	46,57 a
Horizon	45,24 ab	40,83 a	46,61 a
Horizon + Stabilan	44,78 a	40,48 a	46,49 a
Stabilan	45,44 ab	40,26 a	46,42 a

Mezi jednotlivými sledovanými ročníky jsou statisticky průkazné rozdíly v průměrné olejnatosti. Statisticky nejvyšší průměrná olejnatost byla prokázána v ročníku 2019/2020 (46,52 %). V ročníku 2017/2018 byla průměrná olejnatost 45,29 % a v ročníku 2018/2019 dosáhla průměrná olejnatost 40,51 % (viz Graf 11).



Graf 11: Průměrná olejnatost ve sledovaných ročnících (%)

5.10. Hmotnost tisíce semen

Tabulka 23 ukazuje hmotnost tisíce semen u jednotlivých variant v jednotlivých ročnících.

V ročníku 2017/2018 nejvyšší hmotnosti tisíce semen dosáhla varianta Horizon s hodnotou 3,910 g. Nejblíže se této variantě přiblížila varianta Stabilan, která měla oproti Kontrole o 3,4 % vyšší HTS. Na třetím místě se v Tabulce 23 umístila varianta Horizon + Stabilan s hodnotou 3,801 g. Nejhorší výsledek byl zjištěn u varianty Kontrola. V tomto podzimu byly dosaženy nejnižší hodnoty hmotnosti tisíce semen ze všech sledovaných ročníků.

V ročníku 2018/2019 první příčku tabulky obsadila varianta Kontrola s HTS 4,869 g. Na druhé pozici se umístila varianta Horizon, která měla oproti Kontrole o 3,9 % nižší HTS. Variantě Horizon se nejvíce přiblížila varianta Stabilan s výsledkem 4,637 g. Nejnižší HTS byl zjištěn u varianty Horizon + Stabilan, oproti Kontrole došlo ke snížení HTS o 5,3 %.

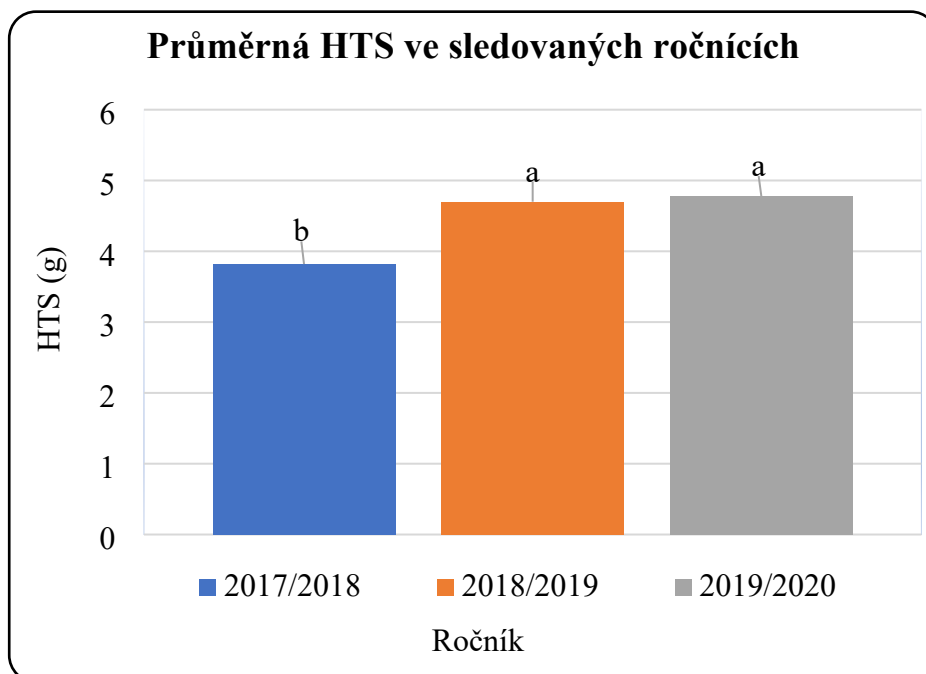
V ročníku 2019/2020 byly výsledné pozice variant stejné jako v ročníku 2018/2019. Nejlepšího výsledku dosáhla varianta Kontrola s hodnotou 4,870 g. Nejvíce se variantě Kontrola přiblížila varianta Horizon, která měla HTS nižší o 11 g. Třetí příčku v Tabulce 23 obsadila varianta Stabilan s výsledkem 4,743 g. Nejhoršího výsledku dosáhla varianta Horizon + Stabilan, která měla oproti variantě Kontrola o 2,6 % nižší HTS.

Mezi variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly v žádném ze sledovaných ročníků (viz Tab. 23).

Tabulka 23: Hmotnost tisíce semen (g)

Varianta	Ročník 2017/2018	Ročník 2018/2019	Ročník 2019/2020
Kontrola	3,718 a	4,870 a	4,869 a
Horizon	3,910 a	4,679 a	4,858 a
Horizon + Stabilan	3,801 a	4,613 a	4,667 a
Stabilan	3,844 a	4,637 a	4,743 a

V ročníku 2017/2018 byla průměrná hmotnost tisíce semen (3,82 g) statisticky prokazatelně nižší než výsledky v ročníku 2018/2019 (4,7 g) a v ročníku 2019/2020 (4,78 g), (viz Graf 12).



Graf 12: Průměrná HTS ve sledovaných ročnících (g)

5.11. Celkové průměrné zhodnocení za všechny ročníky

V Tabulce 24 jsou statisticky vyhodnoceny výsledky podzimních odběrů za všechny hodnocené ročníky. U sledovaných znaků (hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů, počet listů a průměr kořenového krčku) nejsou zaznamenány mezi variantami statisticky významné rozdíly. Naopak u délky listů a délky kořenů jsou zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Statisticky průkazný rozdíl u délky listů je mezi variantou Kontrola, Horizon + Stabilan a Stabilan. U tohoto znaku je statisticky průkazný rozdíl i mezi variantou Kontrola a Horizon. U sledovaného znaku délka kořene je statisticky průkazný rozdíl mezi variantou Kontrola a Horizon + Stabilan

Tabulka 24: Souhrnné hodnocení podzimních odběrů za všechny ročníky

Varianta	Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin)	Hmotnost sušiny listů (g/10 rostlin)	Počet listů (ks)	Délka listů (cm)	Průměr kořenové ho krčku (mm)	Délka kořene (cm)
Kontrola	15,6 a	58,6 a	7,2 a	24,9 c	8,0 a	21,0 a
Horizon	15,4 a	55,7 a	7,4 a	22,2 ab	8,1 a	21,3 ab
Horizon + Stabilan	16,9 a	58,7 a	7,9 a	21,1 a	8,5 a	22,5 b
Stabilan	15,1 a	56,0 a	7,6 a	23,1 b	8,2 a	21,5 ab

Tabulka 25: Legenda nejlepších a nejhorších výsledků ukazatelů pro lepší připravenost porostů na přezimování

Nejlepší	Nejhorší
----------	----------

Tabulka 26 zobrazuje souhrnné hodnocení výnosu a kvalitu sklizeného produktu za všechny sledované ročníky. U těchto hodnocených znaků nebyl žádný statisticky průkazný rozdíl mezi variantami.

Tabulka 26: Souhrnné hodnocení výnosu a kvality za všechny ročníky

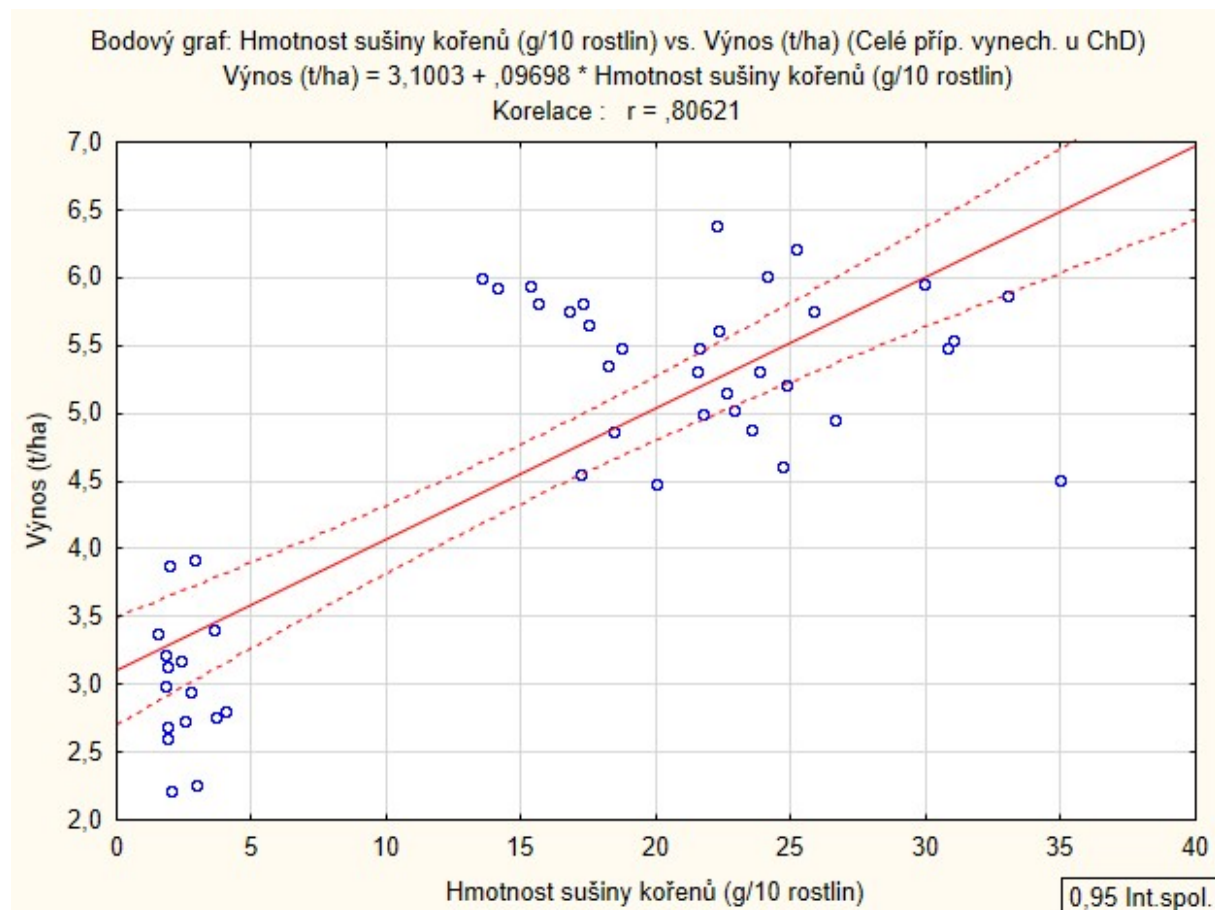
Varianta	Výnos (t/ha)	Olejnatost (%)	Hmotnost tisíce semen (g)
Kontrola	4,79 a	44,24 a	4,486 a
Horizon	4,70 a	44,23 a	4,482 a
Horizon + Stabilan	4,50 a	43,92 a	4,360 a
Stabilan	4,52 a	44,04 a	4,408 a

Tabulka 27: Legenda nejlepších a nejhorších výsledků výnosů a kvality

Nejlepší	Nejhorší
----------	----------

5.12. Vztah mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů

Pro vyhodnocení závislosti mezi výnosem (t/ha) a hmotností sušiny kořene (g/10 rostlin) byla použita korelační analýza (viz Graf 13).

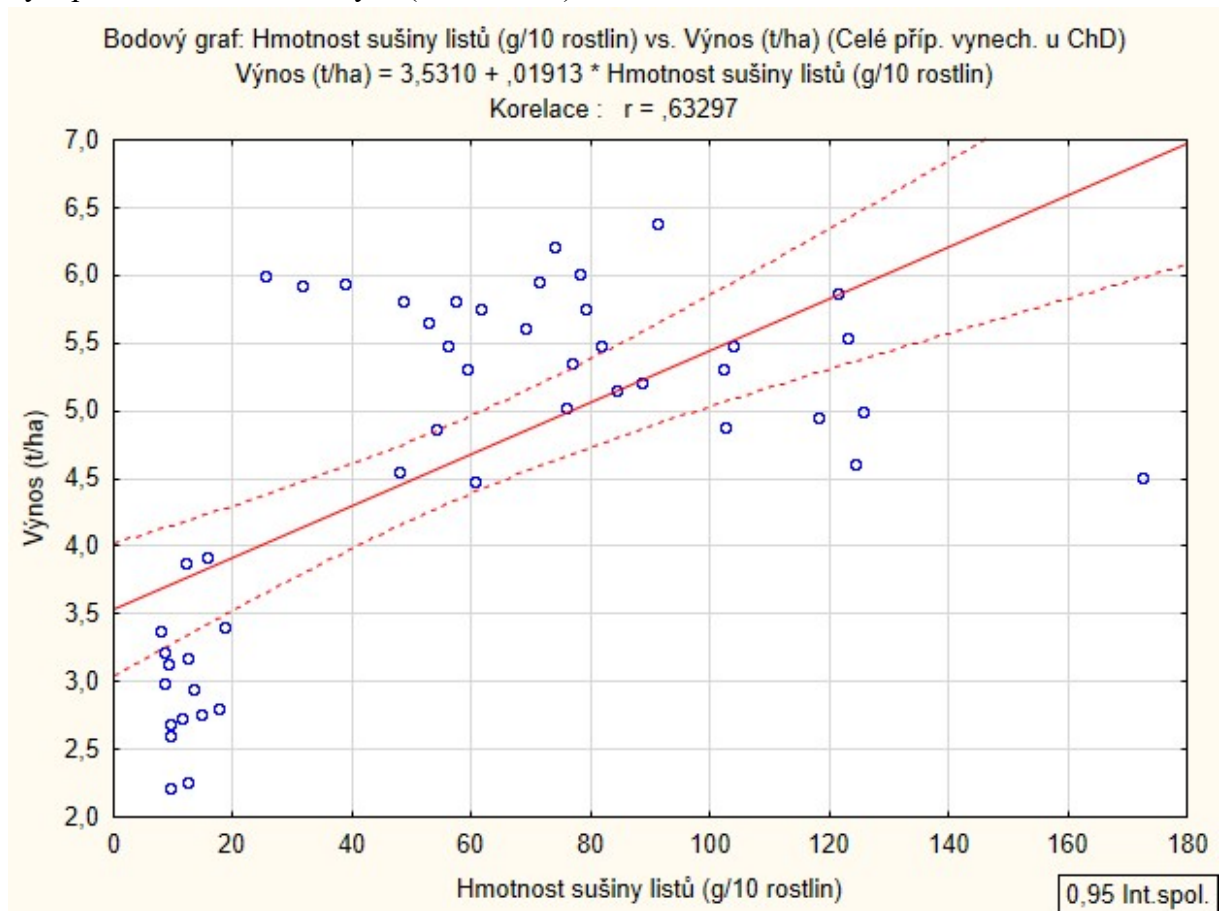


Graf 13: Korelace mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů

Z výsledku korelace mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů lze vyhodnotit koeficient korelace ($r=0,80621$). Jedná se tedy o silnou závislost mezi hodnocenými znaky. Výsledný koeficient determinace je 0,65. Takže je výnos ovlivněn hmotností sušiny kořenů z 65 %.

5.13. Vztah mezi výnosem a hmotností sušiny listů

Pro vyhodnocení závislosti mezi výnosem (t/ha) a hmotností sušiny listů (g/10 rostlin) byla použita korelační analýza (viz Graf 14).

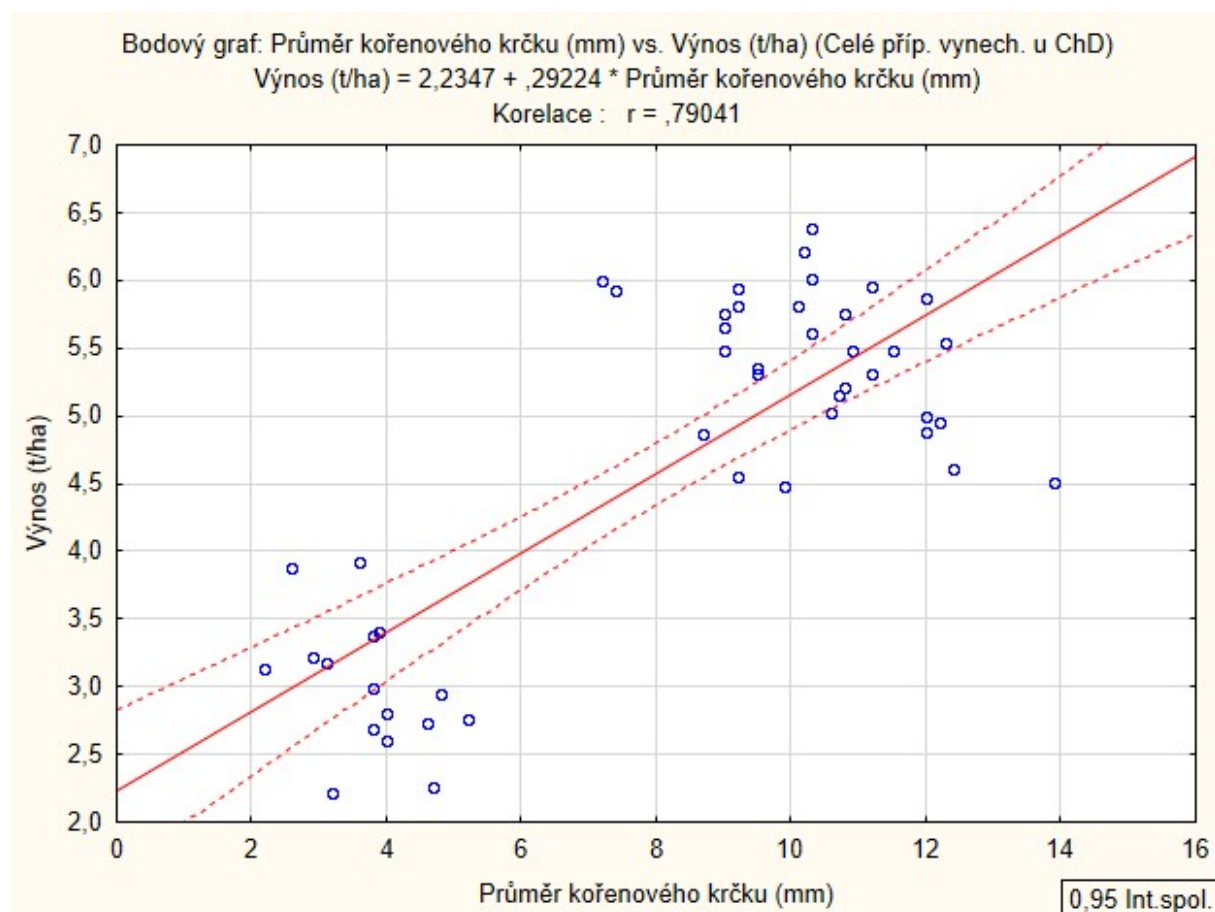


Graf 14: Korelace mezi výnosem a hmotností sušiny listů

Z výsledku korelační analýzy mezi výnosem a hmotností sušiny listů lze vyhodnotit koeficient korelace ($r=0,63297$), tudíž probíhá mezi ukazateli silná závislost. Výsledný koeficient determinace je 0,401. Výnos je tedy ovlivněn hmotností sušiny listů ze 40 %.

5.14. Vztah mezi výnosem a průměrem kořenového krčku

Pro vyhodnocení závislosti mezi výnosem (t/ha) a průměrem kořenového krčku (mm) byla použita korelační analýza (viz Graf 15).



Graf 15: Korelace mezi výnosem a průměrem kořenového krčku

Z výsledku korelační analýzy mezi výnosem a průměrem kořenového krčku lze vyhodnotit koeficient korelace ($r=0,79041$), přičemž mezi ukazateli probíhá silná závislost. Výsledný koeficient determinace je 0,6247. Z tohoto vyplývá, že výnos je ovlivněn průměrem kořenového krčku z 62,5 %.

5.15. Ekonomické zhodnocení použitých regulátorů

Pro celkové zhodnocení pokusu bylo zvoleno vyhodnocení ekonomiky použitých regulátorů v jednotlivých ročnicích. Celková ekonomika je uvedena v Tabulce 27. Tržby z prodeje byly vypočítány násobkem výnosu a průměrnou výkupní cenou v daném roce sklizně. Průměrná výkupní cena ve sklizňovém roce 2018 činila 9 284 Kč, v roce 2019 byla 9 431 Kč a v roce 2020 činila 9 884 Kč (ČSÚ 2021). Cena za aplikaci přípravku byla stanovena na 200 Kč/ha. V této ekonomice byla cena za aplikaci hodnocena pouze k samostatné aplikaci regulátorů, v praxi by se tato cena mohla dělit z důvodů dalšího použití prostředků na ochranu rostlin, listových hnojiv atd. Ceny aplikovaných regulátorů byly převzaty z ceníku přípravků

na ochranu rostlin (E-agro 2020). Za regulátor Horizon 250 EW byla v ceníku uvedena částka 917 Kč/l a za Stabilan 750 SL 125 Kč/l. Po odečtení výdajů za aplikaci a přípravku od tržby z prodeje byla získána konečná tržba u dané varianty. Pro zjištění ekonomického přínosu bylo zapotřebí odečíst konečnou tržbu od tržby Kontrola.

U ročníku 2017/2018 a 2018/2019 nebyl zjištěn žádný ekonomický přínos oproti neošetřené variantě. V obou těchto ročnících došlo k největší ztrátě u varianty Horizon + Stabilan. V ročníku 2019/2020 byl dosažen ekonomický přínos u varianty Horizon oproti Kontrole v hodnotě 1 156 Kč/ha. Jinak v tomto ročníku další dvě varianty nedosáhly oproti neošetřené variantě žádaného ekonomického efektu.

Tabulka 27: Ekonomické zhodnocení pokusu

Ročník	Varianta	Výnos (t/ha)	Tržba z prodeje (Kč/ha)	Výdaje aplikace + přípravek (Kč/ha)	Tržba – (Výdaje na aplikaci + přípravek) (Kč/ha)	Ekonomický přínos oproti variantě Kontrole (Kč/ha)
2017/2018	Kontrola	5,34	49 577	0	49 577	0
	Horizon	5,04	46 791	1 117	45 674	-3 903
	Horizon + Stabilan	4,74	44 006	908,5	43 097,5	-6 479,5
	Stabilan	4,98	46 234	825	45 409	-4 168
2018/2019	Kontrola	3,22	30 368	0	30 368	0
	Horizon	3,01	28 387	1 117	27 270	-3 098
	Horizon + Stabilan	2,92	27 539	908,5	26 630,5	-3 737,5
	Stabilan	2,88	27 161	825	26 336	-4 032
2019/2020	Kontrola	5,81	57 426	0	57 426	0
	Horizon	6,04	59 699	1 117	58 582	1 156
	Horizon + Stabilan	5,83	57 624	908,5	56 715,5	-710,5
	Stabilan	5,70	56 339	825	55 514	-1 912

Tabulka 28: Legenda k ekonomickému zhodnocení pokusu

Kontrola	Zisk	Ztráta
----------	------	--------

6. Diskuze

Diplomová práce se zabývala vyhodnocením růstových parametrů, výnosu a kvality sklizeného produktu po aplikaci regulátorů růstu ve třech klimaticky rozdílných podzimech. Z výsledků pokusu je patrné, že rozdíly v jednotlivých podzimech na růstové ukazatele po aplikaci regulátorů na podzim jsou odlišné. Z pohledu povětrnostních podmínek se nejvíce z pohledu nízkých srážek a vysokých teplot odlišoval podzim 2018 od podzimu 2017 a 2019.

Na řepku ozimou aplikují zemědělci regulátory na podzim z důvodu lepší připravenosti porostů na přezimování. Zimy 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020 byly mírné, ale pořád se vyplatilo mít připravené porosty na přezimování. Podle výsledků této práce byly vyšší výnosy oproti Kontrole zjištěny pouze v ročníku 2019/2020. Toto zjištění nižší výnosů, přisuzují právě mírným zimám, kdy nedošlo k poškození porostů u neošetřené varianty. Toto potvrzuje Plachká (2014), která popisuje pokus s hodnocením přezimování řepky po aplikaci regulátorů. Do zmíněného pokusu byl zařazen regulátor Caryx (morforegulátor s vedlejším působením proti Phomě), účinná látka *metconazole* a *tebuconazole*. Porosty byly pod sněhovou pokrývkou a s extrémními výkyvy teplot v zimním období. U variant neošetřených došlo pouze k 16% přezimování rostlin, u ošetřených variant od 30 až 43,3% přezimování. Nejlepší přezimování bylo zjištěno po aplikaci přípravku Caryx s 43,3 % (dávka 1 l/ha) a s 38,5 % (dávka 0,7 l/ha).

Nejlepší výsledky pro dobrou regulaci po zhodnocení tříletých průměrů byly u varianty, na kterou byla aplikována kombinace přípravků Horizonu a Stabilanu. Podobného výsledku docílili i autoři Zamani-Noor & Knüfer 2018, kteří zkoumali vliv regulátorů růstu na přezimování a fungicidní ochranu řepky. Zkoušeli různé kombinace azolů a dalších regulátorů. Pro nejlepší přezimování porostů vycházela varianta s *mepiquatem* a *metconazole*. Toto zjištění souhlasí s výsledky v této práci, akorát se jednalo o jiný typ azolu a jinou kvarterní amoniou sůl. Výhodou aplikace samostatných azolových regulátorů není jen regulační účinek, ale i zajištění fungicidní ochrany. Podle Vašáka et al. (2000) je aplikace regulátorů CCC do ozimé řepky výhodná, pokud je řepka vyseta časně, v půdě je vyšší obsah dusíku a předpokládá se teplé podzimní období. Toto tvrzení nemohu potvrdit, protože v této práci nebyl hodnocen obsah dusíku v půdě.

Ve všech sledovaných ročních byla nejvyšší hmotnost sušiny kořenů zjištěna u varianty, na kterou byla aplikována kombinace Horizonu a Stabilanu. Podle Fialy & Bernardové (2017) dochází po použití morforegulátorů k navýšení hmotnosti kořenů oproti Kontrole. V předkládané diplomové práci bylo zjištěno, že v optimálním a suchém podzimu nedošlo k navýšení hmotnosti sušiny kořenů u varianty Stabilan oproti Kontrole. A v mírně vlhkém podzimu byla nejnižší hmotnost sušiny kořenů u varianty Horizon. Toto zjištění bylo dosti překvapivé, protože v optimálním a suchém podzimu dosáhl Horizon dobrých výsledků.

V optimálním podzimu dosáhla nejnižší hmotnosti sušiny listů varianta Stabilan. V mírně vlhkém a suchém podzimu nejlépe zapůsobila na hmotnost sušiny listů varianta Horizon + Stabilan. Nejnižší hmotnost sušiny listů byla zjištěna v suchém podzimu, kdy byly srážky nízké a teploty vysoké. S tím souhlasí Raza et al. (2017), kteří uvádí, že sucho snižuje především růst nadzemní biomasy, ale i velikost listové plochy u ozimé řepky na podzim. Podle

Vincenca & Vašáka (2000) je ideální hmotnost sušiny listů na podzim 200–250 g/m². V případě suchého podzimu tato hmotnost nebyla dosažena. V optimálním a mírně vlhkém podzimu byla hmotnost sušiny listů vyšší než podle ideálního doporučení.

U ukazatele počtu listů došlo po aplikaci všech použitých regulátorů k nárůstu počtu listů, což je žádané pro lepší přezimování porostů. Akorát v suchém podzimu 2018 došlo k mírnému snížení počtu listů u varianty Stabilan oproti Kontrole. S účinkem azolů souhlasí i Balodis & Gaile (2009), kteří prováděli pokus v Litvě. V tomto experimentu zkoumali vliv regulátoru (*tebuconazole*) na růstové ukazatele v odlišných podzimech. Dokázali, že po použití regulátoru růstu v odlišných podzimech z pohledu povětrnostních podmínek prokazatelně dochází k nárůstu počtu listů na rostlině.

Naopak délka listů po použití regulátorů růstu byla v této diplomové práci ovlivněna povětrnostními podmínkami na podzim. V případě optimálního a mírně vlhkého podzimu došlo po použití regulátoru ke zkrácení listů. Naopak v suchém podzimu byly listy po aplikaci regulátorů delší. Fiala & Bernardová (2017) uvádí, že pro dobré přezimování jsou lepší kratší listy. Podle výzkumu Béréše et al. (2019) dochází k prodloužení listů, pokud by porosty byly přihnojeny dusíkem na podzim.

Po použití samostatného azolu nedošlo v optimálním a mírně vlhkém podzimu k žádnému navýšení průměru kořenového krčku oproti neošetřené variantě. Pouze v suchém podzimu došlo k zvýšení průměru kořenového krčku po použití azolu. Balodis & Gaile (2011) provedli čtyřletý pokus s aplikací fungicidů s regulačním účinkem (*metconazole*) s rozdílným datem výsevu a s různým výsevkem. Ve všech ročnicích byly založeny dvě odrůdy (liniová a hybridní). Aplikace azolu proběhla u různých termínu výsevu od začátku září po začátek října. Zjistili, že aplikace azolu v rozdílných podzimech u obou odrůd snížila průměr kořenového krčku. Pouze v roce, kdy byly srážky v září extrémně nízké, došlo k mírnému navýšení průměru kořenového krčku u liniové odrůdy. Tito autoři došli k podobnému výsledku jako v této diplomové práci, akorát jejich výsledek byl zjištěn na liniové odrůdě. Vašák et al. (2000) uvádějí, že pro přezimování porostů při holomrazech (-20 °C) je žádoucí alespoň 8 mm průměr kořenového krčku. V suchém podzimu sice regulátory zvětšily průměr kořenového krčku, ale ten je pro přezimování v silných holomrazech nedostačující.

Ve všech podzimech nejlépe zapůsobil na délku kořene tank-mix Horizon + Stabilan, dokonce délka kořene v suchém podzimu byla po aplikaci Horizon + Stabilan oproti neošetřené variantě statisticky průkazně rozdílná. I u varianty Stabilan došlo k výrazném prodloužení kořene ve všech sledovaných podzimech. Kjellström & Kirchmann (1994) hodnotili délku kořenů u řepky a zjistili, že v sušších podmínkách je kořen řepky delší než ve vlhčích podmínkách. Toto tvrzení se v předkládané práci nepotvrdilo. Kořen byl v sušším podzimu oproti optimálnímu podzimu přibližně o 30 % kratší, ale v mírně vlhkém podzimu dosahovala délka kořene stejných hodnot jako v optimálním podzimu.

Nejnižších výnosů bylo dosaženo u ročníku 2018/2019, u kterého byl podzim charakterizován jako suchý. Navíc se výnosy po aplikaci regulátorů v suchém podzimu dostaly oproti neošetřené variantě do záporných hodnot. Toto potvrzují ve své publikaci i Bečka et al. (2013a). Scarisbrick et al. (1985) provedli pokus zaměřující se na vliv azolu na výnos při jarní

a podzimní aplikaci za čtyřleté období. Zjistili, že aplikace regulátorů na podzim zvýšila výnos jen v jednom ročníku. V ostatních ročnících k navýšení výnosu nedošlo z důvodu suchých období při založení porostů. V České republice podle Českého statistického úřadu bylo nejnižších výnosů dosaženo v ročníku 2018/2019 s průměrným výnosem 3,05 t/ha. V ročníku 2017/2018 byl průměrný výnos 3,4 t/ha a v ročníku 2019/2020 byl dosažen průměrný výnos 3,38 t/ha (ČSÚ2 2021). Raza et al. (2017) uvádějí, že sucho je nejškodlivější abiotický stresový faktor, který snižuje klíčení semen a růst kořenů. Autoři upozorňují, že citlivější na sucho je reprodukční než vegetativní růst. Sucho způsobuje snížení počtu větví na rostlinu, počtu semen na rostlinu, hmotnosti tisíce semen a výnosu. Podle pokusu v této diplomové práci se v suchém podzimu 2018 opravdu projevila nižší klíčivost a vzházivost porostů. Porosty v tento podzim byly řídké a dlouhé období se čekalo, než rostliny dosáhnou potřebné růstové fáze pro aplikaci regulátorů. V závěru práce se Raza et al. (2017) zmiňují, že dopad sucha na rostlinu se snižuje po použití regulátorů růstu.

Katai (2011) provedl pokus s regulací řepky u dvou odrůd na podzim a na jaře při různých hustotách porostu. Zjišťoval výnos po různých kombinacích regulátorů. Navýšení výnosu při samotné regulaci na podzim významný efekt nepřineslo, ale po provedení podzimní i jarní regulace došlo k podstatnému navýšení výnosu oproti variantám, na které byl aplikován pouze podzimní regulátor.

U olejnatosti v jednotlivých ročnících mezi variantami nebyl shledán významný rozdíl mezi variantami. Avšak mezi ročníky byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Nejnižší olejnatost byla dosažena v ročníku 2018/19 s hodnotami mezi 40,2–40,9 % olejnatosti v sušině. Podle Pančíkové (2019) poklesla v tomto ročníku průměrná olejnatost v České republice na 35 až 40 %. Z toho vyplývá, že pěstitelé u řepky olejky dostávali cenové srážky za nižší olejnatost (250 Kč/t), na což nebyli v minulosti zvyklí. Dokonce se ani olejnatost s odstupem sklizně nezvyšovala. Podle těchto údajů by se dalo tvrdit, že takto nízké hodnoty HTS ovlivnilo suché a velmi teplé období v letních měsících.

Po podzimní aplikaci regulátorů v optimálním podzimu 2017 byly u hmotnosti tisíce semen vyhodnoceny jako nejlepší všechny varianty s regulátory oproti neošetřené variantě. V ostatních sklizňových ročnících byla veškerá hmotnost tisíce semen nižší než neošetřená varianta. Při porovnání byla v ročníku 2017/2018 zaznamenána nejnižší HTS oproti ostatním ročníkům. S vysokou pravděpodobností za nízké HTS mohly nízké srážky v jarním období v roce 2018. Podle výsledků pokusu Pitse et al. (2008) po podzimní aplikaci regulátoru Caramba došlo po vyhodnocení hmotnosti tisíce semen k nižší hmotnosti oproti neošetřené variantě. Tento výsledek byl potvrzen i v pokusu v Červeném Újezdě, a to v ročnících 2018/19 a 2019/2020. Podle Baranyka et al. (2010) se HTS řepky pohybuje okolo 3,75–6,5 g. Většina HTS se ve výsledcích této diplomové práce pohybovala v tomto intervalu, ale v ročníku 2017/2018 byla HTS nižší než 3,75 g u varianty Kontrola. Diepenbrock (2000) ve své publikaci zmiňuje důležitou informaci, že obecně existuje slabá korelace mezi hmotností tisíce semen a výnosem. Tomu odpovídají i poznatky v této diplomové práci.

Ve výsledcích práce byl také hodnocen vztah mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů, mezi výnosem a hmotností sušiny listů a mezi výnosem a průměrem kořenového krčku. Ve

všech zmiňovaných vztazích vyšla po korelační analýze silná závislost. To nesouhlasí s výsledkem od Bečky et al. (2013a), kteří provedli korelační analýzu mezi výnosem a hmotností sušiny kořenů na podzim za tříleté období a zjistili střední závislost mezi ukazateli. Podle výsledků v této práci je výnos závislý na hmotnosti sušiny kořenů z 65 %, avšak podle Bečky et al. (2013a) pouze z 33 %.

Po zhodnocení ekonomiky byl zjištěn ekonomický přínos pouze u varianty Horizon v ročníku 2019/2020 (+1156 Kč). To nepotvrzují výsledky Baranyka et al. (2007), kteří prováděli pokus s aplikací regulátorů Horizon, Caramba a Stabilan za tříleté období. Zjistili, že aplikace všech regulátorů, oproti Kontrole přinesla navýšení tržeb. V této diplomové práci se pravděpodobně navýšení tržeb oproti Kontrole neprojevovala, z důvodu mírných zim.

7. Závěr

- Povětrnostní podmínky na podzim měly při použití regulátorů růstu vliv na růstové ukazatele.
- Při vyhodnocení byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi všemi podzimy u hmotnosti sušiny listů, délky listů a průměru kořenového krčku.
- U hmotnosti sušiny kořenů byly nejlepší výsledky ve všech podzimech zjištěny u varianty Horizon + Stabilan a v optimálním podzimu 2017 i u varianty Horizon.
- U hmotnosti sušiny listů byl zjištěn nejlepší výsledek po regulaci v optimálním podzimu 2017 u varianty Stabilan. V suchém podzimu 2018 a mírně vlhkém podzimu 2019 nejlepší výsledek k přezimování u varianty Horizon + Stabilan.
- U ukazatele počtu listů se zjistil ve všech podzimech nejvyšší počet listů po aplikaci Horizon + Stabilan.
- Výsledky u délky listů se nejvíce rozcházejí. V optimálním podzimu 2017 dopadla nejlépe varianta Horizon. V mírně vlhkém podzimu 2019 byly nejkratší listy u varianty Horizon + Stabilan. V suchém podzimu 2018 se u délky listů žádný efekt po použití regulátoru nedostavil.
- Největší průměr kořenového krčku byl dosažen v optimálním podzimu 2017 a v suchém podzimu 2018 u varianty Horizon + Stabilan. V mírně vlhkém podzimu 2018 nejlepšího výsledku dosáhla varianta Stabilan.
- Nejdelších kořenů bylo dosaženo ve všech podzimech u varianty Horizon + Stabilan.
- Po statistickém vyhodnocení byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi všemi ročníky u výnosu a olejnatosti.
- Reakce regulátorů růstu na výnos se projevila pouze v ročníku 2019/2020 u Horizonu a u kombinace Horizon + Stabilan. V ostatních ročnících se zvýšení výnosu po aplikaci regulátoru nezjistilo, naopak došlo k jeho snížení.
- U olejnatosti byla zjištěna vysoká variabilita mezi ročníky i mezi variantami, pouze v ročníku 2017/2018 byl mezi variantou Kontrola a variantou Horizon statisticky průkazný rozdíl.
- Navýšení po aplikaci regulátorů oproti Kontrolě bylo u hmotnosti tisíce semen v ročníku 2017/2018. U ročníků 2018/2019 a 2019/2020 toto navýšení nebylo dosaženo.
- Nejlepší regulace porostu na podzim v průměru za tři sledované podzimy byla zjištěna u kombinace přípravků Horizon + Stabilan.
- Po porovnání vztahů mezi ukazateli je výsledný výnos silně závislý na hmotnosti sušiny kořenů, hmotnosti sušiny listů a průměru kořenového krčku na podzim.
- Z ekonomického hlediska aplikace regulátorů dosáhla záporných hodnot. Pouze v ročníku 2019/2020 u varianty Horizon došlo k navýšení zisku o 1 156 Kč oproti variantě Kontrola.

Hypotéza 1: V případě suchého podzimu je účinek regulátorů na růstové ukazatele a výnos řepky malý a opatření není efektivní.

Tato hypotéza byla částečně potvrzena. Po aplikaci regulátorů v suchém podzimu byly výnosy nižší oproti neošetřené variantě. Podle statistického vyhodnocení byla zjištěna efektivnost použití regulátorů v suchém podzimu u délky kořenů a průměru kořenového krčku. U ostatních ukazatelů se statisticky účinnost neprojevila.

Hypotéza 2: Použití regulátorů růstu na podzim zvyšuje hmotnost a délku kořenů a šířku kořenového krčku.

Hypotéza byla částečně potvrzena. V případě průměru kořenového krčku a délky kořenů byla tato hypotéza potvrzena. V případě hmotnosti sušiny kořenů nebyla hypotéza potvrzena, pouze u varianty Horizon + Stabilan došlo k navýšení hmotnosti sušiny kořenů. Nejlepších výsledků u těchto ukazatelů bylo dosaženo u varianty Horizon + Stabilan (tank-mix).

Hypotéza 3: Azolový regulátor má na utváření optimálního habitu rostlin před zimou lepší účinek než CCC regulátor.

Podle výsledků byla hypotéza částečně potvrzena. Azolový regulátor lépe zapůsobil na hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů a délku listů. Regulátor Stabilan měl lepší výsledky u počtu listů, průměru kořenového krčku a délky kořene.

Doporučení pro praxi:

Regulaci porostů bych doporučil provádět vždy, a to z důvodu lepší připravenosti porostů na přezimování. Navýšení výnosu bylo prokázáno pouze po aplikaci regulátorů v mírně vlhkém podzimu a po aplikaci regulátorů v ostatních podzimech k navýšení výnosu nedošlo. Je tedy na zvážení pěstitele, jestli je ochoten o toto možné snížení výnosu přijít se zárukou lepšího připravení porostů na přezimování. V případě, že by porosty nepřezimovaly, by mohlo dojít k fatálním škodám a porost by bylo nutné zaorat.

Příprava porostů na dobré přezimování:

V optimálním podzimu byla vyhodnocena jako nejlepší varianta kombinace Horizon + Stabilan. Dobrých výsledků dosáhla i varianta Horizon.

V suchém podzimu je podle výsledků nejlepší aplikovat kombinaci Horizon + Stabilan (hmotnost sušiny kořenů, hmotnost sušiny listů, počet listů, průměr kořenového krčku a délka kořene), ale pokud by nastaly v zimě silné holomrazy, nemusí být efekt regulace dostatečný.

V mírně vlhkém podzimu dosáhla nejlepších výsledků regulace varianta Horizon + Stabilan.

8. Literatura

Abeles FB, Morgan PW, Saltweit ME. 2012. Ethylene in plant biology. Academic press, California.

Ajanovic A. 2011. Biofuels versus food production: Does biofuels production increase food prices? Energy economics group **36**: 2070-2076.

Al-Shehbaz IA. 1984. The tribes of cruciferae (Brassicaceae) in the southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum **65**: 343-373.

Anonym. 2020. Brukvovit . Kv tena  R. Available from: <http://www.kvetenacr.cz/celed.asp?IDceled=3> (accessed December 2020).

Anonym1. 2021. Horizon 250 EW. Agromanul.cz. Available from: <https://www.agromanul.cz/cz/pripravky/fungicity/fungicid/horizon-250-ew> (accessed March 2021).

Anonym2. 2021. Stabilan 750 SL. Agromanul.cz. Available from: <https://www.agromanul.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/stabilan-750-sl> (accessed March 2021).

Balodis O, Gaile Z. 2009. Influence of agroecological factors on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) autumn growth. Pages 36-43 in Treija S, Skuja I, editors. Reseach for rural development. Latvia university of agriculture.

Balodis O, Gaile Z. 2011. Fungicide as growth regulator application effect on winter oilseed rape (*Brasscia napus* L.) autumn growth. Agraarteadus J. Agric. Sci., Latvia. 7-12.

Baranyiva I, Klem K. 2015. Reaction of selected types of plant growth regulator for water stress on winter wheat. Available from: https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2015/articles/63_baranyiova_1116.pdf (accessed March 2021).

Baranyk P, F bry A. 1999. History of the rapeseed (*Brassica napus* l.) growing and breeding from middle age Europe to Canberra. International rapeseed congress. Available from: https://www.researchgate.net/publication/307868799_Main_Properties_of_Canola_Oil_Components_A_Descriptive_Review_of_Current_Knowledge (accessed December 2020).

Baranyk P, et al. 2007.  repka – p stov n  – využití – ekonomika. Profi press, s.r.o., Praha.

Baranyk P, et al. 2010. Olejniny. Profi press, s.r.o., Praha

Bauer N, Kolberg D, Hacker K, Wieland D, Barth A, Anastassiades M. 2010. CVUA Stuttgart. Available from: https://www.eurl-pesticides.eu/library/docs/srm/EPRW10_Cvuas_EthephonPM034.pdf (accessed March 2021).

- Bažanta M. 2013. Bionafta a směsná motorová nafta. Biom.cz Available from: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/bionafta-a-smesna-motorova-nafta> (accessed December 2020).
- Bernardová M. 2020. Řepka ozimá – složitost pěstování aneb „Řepka za politiky nemůže“. Agromanual.cz, České Budějovice.
- Bhatla SC. 2018. Auxins. IN: Plant Physiology, Development and Metabolism. Springer, Singapore.
- Brát J, Baranyk P. 2016. Řepkový olej a co jste o něm možná nevěděli. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha – Březiněves.
- Brát J, Baranyk P et al. 2019. Mýty a fakta o pěstování a zpracování řepky olejky v ČR. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Brát J, Doležal M. 2020. Vyznejte se v rostlinných olejích a tucích! Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha-Březiněves.
- Bečka D, Šimka J, Cihlář P, Prokinová E, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2013a. Řepka ozimá inovace pěstitelská technologie. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá – pěstitelský rádce. Kurent s.r.o., Praha.
- Bečka D, Vašák J, Šimka J. 2013 b. Regulace a hnojení řepky ozimé na podzim. Agromanual.cz, Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/regulace-a-hnojeni-repky-ozime-na-podzim> (accessed December 2020).
- Beillouin D, Schauburger B, Bastos A, Ciais P, Makowski D. 2020. Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018. Philosophical transactions B. The royal society. **375**: 1-13.
- Berry PM, Spink JH. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yields: Past and future. Journal of Agricultural Science **144**: 381–392.
- Béreš J, Bečka D, Tomášek J, Vašák J. 2019. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. Plant, Soil and Environment **65**: 435-441.
- Bischoff KL. 2016. Chapter 40 – Glucosinolates. Efficacy, Safety and Toxicity. 551-554. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802147-7.00040-1>
- Blakeslee JJ, Peer WA, Murphy AS. 2005. Auxin transport. Current opinion in plant biology **8**: 494-500.
- Bouxin A. 2018. Feed & Food Statistical Yearbook. Available from: <http://www.Fefac.eu> (accessed 19-12-2019) IN: Long C, Rösch C, de Vries S, Schols H, Venema K. 2020. J. Agric. Food Chem. **68**: 11011-11025.

Brachaczek A, Kaczmarck J, Jedryczka M. 2018. Impact of mepiquat chloride on root development system in oilseed rape. *Interrated control in oilseed crops*. **136**: 166-168.

Bullock DG. 1992. Crop rotation. *Critical reviews in plant sciences* **11**: 309-326.

Burroughs WJ, Crowder B, Robertson T, Vallier-Talbotová E, Whitaker R, Zillman J. 1999. *Počasí*. Nakladatelství Václav Svojtka, Praha.

CHMÚ – Český hydrometeorologický ústav. 2021. Základní meteorologická terminologie. Available from: <https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/meteorologicka-terminologie> (accessed March 2021).

Christen O, Sieling K. 1995. Effect of different preceding crops and crop rotations on yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of agronomy and crop science* **174**: 265-271.

Cwalina-Ambroziak B, Stępień A, Kurowski TP, Głosek-Sobieraj M, Wiktorski A. 2016. The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems. *Archives of agronomy and soil science* **62**: 1722-1732.

Čepro. 2020. Biopaliva. Čepro. Available from: <https://www.ceproas.cz/produkty-a-sluzby/biopaliva> (accessed December 2020).

Černý J, Kováčik J, Kulhánek M, Balík J. 2015. Hnojení řepky na podzim. *Agromanual.cz*, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-repky-na-podzim> (accessed December 2020).

ČSÚ 2021. Indexy zemědělských cen výrobců Available from: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-zemedelskych-vyrobcu-rok-2020> (accessed January 2021).

ČSÚ1 2021. Vývoj osevních ploch řepky v ČR. Available from: https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr (accessed May 2021).

ČSÚ2 2021. Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin v letech 2009–2020. Available from: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2020> (accessed March 2021).

Dahnous K, Vigue GT, Law AG, Konzak CF, Miller DG. 1982. Height and yield response of selected wheat, barely and triticale cultivars to ethephon. *Agronomy Journal* **74**: 580-582.

Diepenbrock W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field crops research* **67**: 35-49.

Doležal K, Strnad M. 2017. Cytokinin – regulátory růstu rostlin, které dokážou mnohem více než jen regulovat dělení buněk. *Živa* **4**: 149-152.

Dunlap JR, Kresovich S, Mcgee RE. 1986. IN: Sauer M, Robert S, Kleine-Vehn J. 2013. Auxin:

simply complicated Journal of experiment botany. **64**: 2565-2577

E-agro. 2020. Ceník chemických přípravků na ochranu rostlin. E-agro, Rakovník. Available from: <https://www.e-agro.cz/cenik-velke-chemie/> (accessed January 2021)

Fiala T, Bernardová M. 2017. Regulace řepky ozimé. Agromanuál, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/regulace-repky-ozime> (accessed December 2020).

Fishel F. 2006. Plant growth regulators. EDIS 2006. <https://doi.org/10.32473/edis-pi139-2006>.

Gaspar T, Kevers C, Penel C, Greppin H, Reid DM, Thorpe TA. 1996. Plant Hormones and Plant Growth Regulators in Plant Tissue Culture. In *Vitro Cellar & Developmental Biology Plant* **32**: 272-289.

Gunstone FD, Hamilton RJ. 2001. Oleochemical Manufacture and Applications. CRC Press LLC, USA.

Hawking GP, Deng Z, Kubik TJ, Johnson-Flanagan AM. 2002. Characterization of freezing tolerance and vernalization in Vern-, a spring-type Brassica napus line derived from a winter cross. *Planta* **216**: 220-226.

Henrych K. 2013. Bionafta a její používání v provozu. Zemědělec. Available from: <https://www.zemedelec.cz/bionafta-a-jeji-pouzivani-v-provozu-2/> (accessed December 2020).

Hoffmann G. 1992. Use of plant growth regulators in arable crops: survey and outlook Progress in plant regulation. 798-808.

Hollinger SE, Angel JR. 2009. Weather and Crops. Available from: <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter01.pdf> (accessed March 2021).

Hooley R. 1994. Gibberellins: perception, transduction and responses. *Plant molecular biology* **26**: 1529-1555.

Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, Nogueir M, van der Linden PJ, Maskell K, Johnson CA. 2001. Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge university press, Cambridge.

Intersucho. 2021. Intersucho. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Brno. Available from: <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/intenzita-sucha/> (accessed March 2021).

Ijaz M, Honermeier B. 2012. Effect of triazole and strobilurin fungicides on seed yield formation and grain quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) *Field crops research*. **130**: 80-86.

Karl TR, Trenberth KE. 2003. Model global climate change. *Science*. **302**: 1719-1723.

Kazda et al. 2007. Stanovisko k pesticidům řepka, slunečnice a hořčice. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.

- Katai Z. 2011. The effect of regulator use on the yield and certain agronomical characteristics of winter coleseed (*Brassica napus* L.). *Növénytermelés* **60**: 83-96.
- Kjellström CG, Kirchmann H. 1994. Dry matter production of oilseed rape (*Brassica napus*) with special reference to the root system. *The Journal of Agricultural Science*. **123**: 327-332.
- Knutsen HK et al. 2016. Erucic acid in feed and food. European food safety authority. PLOS (e04593) <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4593>.
- Kobzová E. 1998. Počasí. Nakladatelství Rubico, Olomouc.
- Kordrostami M, Mafakheri M. 2020. Rapeseed: Biology and Physiological Responses to Drought Stress. The Plant family Brassicaceae. 263-276. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6345-4_8.
- Koprna R, Havel J. 2002. Využití olejnin pro potravinářské účely. *Úroda*. Available from: <https://www.uroda.cz/vyuziti-olejnin-pro-potravinarske-ucely/> (accessed December 2020).
- Jursík M, Soukup J, Holec J, Andr J. 2011. Růstové herbicidy (syntetické auxiny). Listy cukrovarnické a řepařské. Available from: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/88-92.pdf (accessed December 2020).
- Kutina J. 1988. Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Malina J. 2013. Přednost řepky: mnohostranné využití. *Zemědělec*, Profi press. Available from: <https://www.zemedelec.cz/prednost-repky-mnohostranne-vyuziti-2/> (accessed December 2020).
- Málek B, Herda G, Říha K, Škeřík J, Šaroun J, Kazda J, Baranyk P, Volf M. 2011. Stanovisko k pesticidům řepka. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Miziniak W, Matysiak K, Kaczmarek S. 2017. Studies on trinexapac-ethyl dose reduction by combined application with adjuvants in spring barely. *Journal of Plant Protection Research*. **57**: 36-42.
- Morgan JD, Hayward A, Alamery S, Tollenaere R, Mason AS, Campbell E, Patel D, Lorenc MT, Yi B, Long Y, Meng J, Raman R, Raman H, Cindy L, Edwards D, Batley J. 2014. A high-throughput SNP array in the amphidiploid species *Brassica napus* shows diversity in resistance genes. *Functional&Integrative Genomics*. **14**: 643-655
- Muška A. 2020. Jak se dříve pěstovala řepka. *Úroda* **68**: 36-37.
- Novák J, Bechyně M, Kováčik A. 1991. Genetické zdroje, biologie a produkce jarních olejnin. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Novák J, Skalický M. 2017. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Power print, Praha.

- Lee C, Lee G. 2005. Humidity sensors: A review. *American Scientific Publishers* **3**: 1-14.
- Lin L, Allemekinders H, Dansby A, Campbell L, Durance-Tod S, Berger A, Jones PJ. 2013. Evidence of health benefits of canola oil. *Nutrition Reviews* **71**: 370-385.
- Liška M. 2017. Pěstování řepky v Evropské Unii a ve světě. *Úroda.cz* Available from: <https://www.uroda.cz/pestovani-repky-v-evropske-unii-a-ve-svete/> (accessed March 2021).
- Ogas J. 2000. Gibberellins. *Curent Biology* **10** (2).
- Olesen JE, Trnka M, Kersebaum KC, Skjelvag AO, Seguin B, Peltonen-Sainio P, Rossi F, Kozyra J, Micale F. 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* **34**: 96-112.
- Orlovius K. 2003. Oilseed rape. Kirkby EA, UK.
- Pančíková J. 2019. Sklizeň řepky v roce 2019. *Úroda.cz*. Available from: <https://www.uroda.cz/sklizen-repky-v-roce-2019/> (accessed March 2021).
- Petr J et al. 1987. Počasí a výnosy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Petříková V. 1999. Rostliny pro energetické účely. Česká energetická společnost, Praha.
- Pits N, Kubasci K, Tys J. 2008. Influence of application of plant growth regulators and desiccants on a yield and quality of winter oilseed rape. *Int. Agrophysics* **22**: 67-70.
- Plachká E. 2014. Podzimní regulace řepky olejky ozimé. Informační měsíčník BASF pro české a slovenské zemědělce. Říjen. Available from: <https://docplayer.cz/7982240-Agrotip-podzimni-regulace-rustu-repky-olejky-fungicidni-osetreni-kukurice-informace-o-novem-pripravku-corum-reportaze.html> (accessed March 2021).
- Prančl Jan. 2012. Brukev řepka olejka. Available from: <https://botany.cz/cs/brassica-napus/> (accessed December 2020).
- Procházka S, et al. 1997. Regulátory rostlinného růstu. Academia, Praha.
- Procházka S, et al. 1998. Fyziologie rostlin. Akademie České republiky, Praha.
- Przybylski R, Mag T. 2002. Canola/rapeseed oil. *Vegetable oils in food technology, composition and uses*. Blackwell Publishing Ltd. Editor Gundstone FD.
- Pullens JWM, Sharif B, Trnka M, Balek J, Semenov MA, Olesen JE. 2019. Risk factors for european winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meterology* **272-273**: 30-39.
- Rademacher W. 1989. Gibberellins: metabolic pathways and inhibitors of biosynthesis. IN: Böger P et al. 1989. Target sites of herbicide action. CRC press.
- Rademacher W. 2015. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of plant growth regulation*. **34**: 845-872.

- Rademacher W. 2016. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual plant reviews* **49**: 359-403.
- Ramos M, Dias APS, Puna JF, Gomes J, Bordado JC. 2019. Biodiesel Production Processes and Sustainable Raw Materials. ADEQ, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, R. Conselheiro Emídio Navarro, **1**: 1959-2007.
- Raymer PL. 2002. Canola: An Emerging Oilseed Crop. Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria. 122-126.
- Raza MAS, Shahib AM, Saleem MF, Khan IHK, Ahmad S, Ali M, Iqbal R. 2017. Effects and management strategies to mitigate drought stress in oilseed rape (*Brassica napus* L.): review. *Zemdirbyste-Agriculture*, **104**: 85-94.
- Richardson et al. 2009. Climate Change-Global Risks, Challenges and Decisions: Synthesis Report. 1st ed. København: Museum Tusulanum. IN: Baranyiva I, Klem K. 2015. Reaction of selected types of plant growth regulator for water stress on winter wheat. Available from: https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2015/articles/63_baranyiova_1116.pdf (accessed March 2021).
- Rostlinolékařský portál 2021. Rostlinolékařský portál-brukev řepka olejka. Available from: http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c56f9c5 (accessed March 2021).
- UFOP. 2001. IN: Orlovius K. 2003. Oilseed rape. Kirkby EA, UK.
- Sah SK, Reddy KR, Li J. 2016. Abscisic stress tolerance in crop plants. *Front. Plant Science* **7**: 1-26.
- Scarisbrick DH, Addo-Quaye AA, Daniels RW, Mahamud S. 1985. The journal of agricultural science. **105**: 605-612.
- Seidlová F. 2008 Fytohormony, jak s rostlinami cvičí hormony. *Vesmír, Praha* **87**: 532-533.
- Suchánek J. 2017. Ochrana pšenice proti polehání. *Agromanual.cz*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/ochrana-pšenice-ozime-proti-polehani> (accessed March 2021).
- Šetlík I, Seidlová F, Šantrůček J. 2020. Fyziologie rostlin – Regulátory růstu. Available from: <https://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/kap02.pdf> (accessed December 2020).
- Šimka J, Bečka D, Vašák J. 2010. Regulace růstu a hnojení dusíkem na podzim u různých výsevků řepky ozimé (*Brassica napus* L.) Pages 62-66 in Bečka D, Vašák J, Zupalová H, Kosek Z, editors. Sborník z konference „prosperující olejniny“. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Subedi M, Karimi R, Wang Z, Graf RJ, Mohr RM, Odonovan JT, Brandt S, Beres BL. 2021. Winter cereal responses to dose and application timing of Trinecapac-ethyl. <https://doi.org/10.1002/csc2.20472>

- Tesser R, Vitiello R, Russo V, Turco R, Serio MD, Lin L, Li C. 2020. Oleochemistry products. Industrial oil plant. 201-268. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4920-5_8.
- Trenberth KE. 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate research*. 47: 123-138.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi press s. r. o., Praha.
- Vašák J, Kuchtová P, Baranyk P, Fábry A, Zupalová H, Mikšík V. 1996. Tvorba a redukce výnosu řepky ozimé. Available from: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/62/140456/VKBFZM96.pdf (accessed December 2020).
- Vašák J, et al. 2000. *Řepka*. Ing. František Savov – AGROSPOJ, Praha.
- Vincenc J, Vašák J. (2000): Doporučení pro osev. In: Bečka D, Vašák J, Kroutil P, Štranc P. 2004. Autumn growth and development of different winter oilseed rape varieties types at three input levels. *Plant soil environment* 4: 168-174.
- Viner D, James L, Walace M, Walace C. 2006. Recent and future climate change and their implications for plant growth. *Plant Growth and climate change*. Blackwell publishing Ltd.
- Vles RO, Bijster GM, Timmer WG. 1978. Nutritional Evaluation of Low-Erucic-Acid Rapeseed Oils. *Toxicological Aspects of Food Safety*. 1:23-32.
- Wang N, Li F, Chen B, Xu K, Yan G, Qiao J, Li J, Gao G, Bancroft J, Meng J, King GJ, Wu X. 2014. Genome-wide investigation of genetic changes during modern breeding of *Brassica napus*. *Theor Appl Genet*. 127: 1817-1829.
- Warwick SI. 2011. Brassicaceae in agricultura. IN: Schmidt R., Bancroft I (eds) *Genetics and Genomics of the Brassicaceae*. *Plant Genetics and Genomics: Crops and Models*, vol 9. Springer, New York. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4419-7118-0_2.
- Weymann W, Böttcher U, Sieling K, Kage H. 2015. Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field crops research* 173: 41-48.
- Woodward AW, Bartel B. 2005. Auxin: regulation, action and interaction. *Annals of Botany* 95: 707-735.
- Zamani-Noor N, Knüfer J. 2018. Effects of host plant resistance and fungicide application on phoma stem canker, growth parameters and yield of winter oilseed rape. *Crop Protection* 112: 313-321.
- Zeeh B, König KH, Jung J. 1974. Development of a new plant growth regulator with biological activity related to CCC. *Kemia (Helsinki)* 9: 621-623.
- Zeman L, et al. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi press, Praha.

Zhang S, Xu Z, Gao Ch, Ren QCh, Chang L, Lv ZS, Feng LS. 2017. Triazole derivatives and their anti-tubercular activity. *European journal of medicinal chemistry* **138**: 501-513.

Zimolka J, et al. 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. Profi press, Praha.

9. Seznam použitých zkratek a symbolů

- tzv. – takzvaně
- mm – milimetr
- cm – centimetr
- m – metr
- % – procenta
- „00“ – dvounulová
- °C – stupeň Celsia
- kg – kilogram
- g – gram
- t – tuna
- ha – hektar
- pH – jednotka kyselosti a zásaditosti
- t/ha – tuna na hektar
- m² – metr čtvereční
- l/ha – litr na hektar
- kg/ha – kilogram na hektar
- kg/N/ha – kilogram dusíku na hektar
- rostlin/m² – rostlin na metr čtvereční
- l vody/ha – litr vody na hektar
- g/ha – gram na hektar
- g/l – gram na litr
- g/kg – gram na kilogram
- g/10 rostlin – gram na 10 rostlin
- CO₂ – oxid uhličitý
- α – alfa
- μmol/g – mikromol na gram
- m n. m. – metry nad mořem
- Kč/ha – korun na hektar
- Tab. – tabulka
- atd. – a tak dále
- např. – například
- g/m² – gram na metr čtvereční