

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Porovnání předpěstované sadby u salátu hlávkového
(*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) v řízených podmínkách
skleníku**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nad'a Sejkorová

Obor studia: Produkční zahradnictví

**Vedoucí práce: RNDr. Milan Skalický, Ph.D.
Konzultant: doc. Ing. Bc. Martin Koudela, Ph.D.**

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání předpěstované sadby u salátu hlávkového (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) v řízených podmínkách skleníku" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26. dubna 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Milanu Skalickému, Ph.D. vedoucímu diplomové práce a konzultantu doc. Ing. Bc. Martinu Koudelovi, Ph.D., především za odborné vedení, trpělivost a ochotu při konzultacích.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Zbyňku Slezáčkovi z firmy Gramoflor, který byl ochoten poskytnout potřebný materiál pro zpracování práce a doc. Ing. Františku Hnilíčkoví, Ph.D. za odborné rady a věnovaný čas při pokusech v laboratoři. Zároveň chci poděkovat své rodině, která mi byla oporou po celou dobu mého studia.

Porovnání předpěstované sadby u salátu hlávkového (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) v řízených podmínkách skleníku

Souhrn

Cílem této práce bylo porovnání dvou odrůd hlávkového salátu a jejich vzcházivost, rychlost pěstování, až po prodejní velikost sadby. Pro experiment byly zvoleny dvě odrůdy hlávkového salátu: 'Král Máje 1' a 'Maršálus'.

Pokus probíhal v řízených podmínkách skleníku soukromého zahradnictví ve dvou typech substrátu a dvou typech sadbovačů. Použité substráty byly od firmy AGRO CS a.s. výsevní substrát Profi a od firmy Gramoflor výsevní substrát Gramosemi CC 20. Práce se zabývá rozdílem pěstování sadby v kónických sadbovačích, které jsou naplněny substrátem klasickým způsobem a druhý je naplněn v paperpotech, které jsou v sadbovačích s vyvýšeným dnem.

Byl sledován vývoj růstu s pravidelným měřením výšky rostlin, počtu pravých listů a šířky listu. V posledním měření v den sklizně byl zaznamenán i průměr kořenového krčku a hmotnost nadzemní a kořenové části, které byly následně použity pro laboratorní hodnocení.

V laboratorních podmínkách byly zjišťovány tyto obsahové látky: chlorofyl a, b, karotenoidy, dusičnany, vitamín C, sušina a doplňkově bylo využito též spalné kalorimetrie.

Po statistickém vyhodnocení lze konstatovat, že použití substrátu mělo průkazný vliv na vývoji sadby salátu. Substrát Gramosemi CC 20 od firmy Gramoflor se výrazně podílel na rychlejším nárůstu čerstvé hmoty.

Analýzy obsahových látek dusičnanů a obsahu vitamínu C byly měřeny přístrojem RQflex 10 od firmy Meck na principu reflektometrie.

Sledovaný obsah dusičnanů se v nejvyšších hodnotách pohyboval u varianty 8 'Král Máje 1' v substrátu Gramosemi CC 20 s obsahem 156,6 mg NO₃/kg a nejnižší u varianty 7 'Král Máje 1' v substrátu Profi s obsahem 80 mg NO₃/kg.

Obsah vitamínu C se stanovoval krátce po sklizni. Nejnižší obsah byl u varianty 5 - odrůdy 'Maršálus' v substrátu Profi 370 mg/kg a nejvyšší obsah byl 606 mg/kg u varianty 2 - odrůdy 'Maršálus', substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech.

U stanovení obsahu sušiny byl nejvyšší obsah v nadzemní části naměřen u varianty 3 odrůdy 'Král Máje 1', substrát Profi a technologií paperpot s obsahem 11,05 % a naopak nejnižší obsah sušiny v nadzemní části byl 6,57 % u varianty 6 - odrůdy 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20. V kořenové části nejvyšší obsah sušiny byl u varianty 7 - odrůdy 'Král Máje 1' v Profi substrátu s 11,93 % a nejnižší u varianty 2 - odrůdy 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech s obsahem 7,49 %.

Klíčová slova: hlávkový salát (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), paperpot, sadbovač, substrát, sušina

Comparison of seedlings in lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) in controlled greenhouse conditions

Summary

The aim of this work was to compare two varieties of lettuce and their emergence, growing speed, up to the sales size of seedlings. For the experiment were selected two varieties of lettuce: 'Král Máje 1' and 'Maršálus'.

The experiment took place in controlled conditions of a private gardening greenhouse in two types of substrate and two types of planters. The substrates used were from AGRO CS a.s. sowing substrate Profi and from the company Gramoflor sowing substrate Gramosemi CC 20. The work deals with the difference between growing seedlings in conical planters, which are filled with substrate in the classic way and the other is filled in paperpots, which are in planters with a raised bottom.

The development of growth was monitored with regular measurements of plant height, number of true leaves and leaf width. In the last measurement at day harvest was recorded and a root diameter of the neck and the mass above ground and root portions which were then used for laboratory evaluation.

Under laboratory conditions were determined following constituents: chlorophyll a, b, carotenoids, nitrates, vitamin C, solids, and additionally also been used combustion calorimetry.

After statistical evaluation can be stated that the use of the substrate had a significant effect on the development of seedlings of lettuce. Substrate 20 grams CC from Gramoflor significantly contributed to the rapid increase in fresh matter.

Analysis of contents of nitrate and vitamin C content was measured RQflex device 10 from Merck principal reflectometry.

The monitored nitrate content was in the highest values in variant 8 'Král Máje 1' in substrate Gramosemi CC 20 with content 156.6 mg NO₃ / kg and the lowest in variant 7 'Král Máje 1' in substrate Profi with content 80 mg NO₃ / kg.

The content of vitamin C was determined shortly after harvest. The lowest content was in variant 5 – variety 'Maršálus'v substrate Profi 370 mg / kg and the highest content was 606 mg / kg in two variants – variety 'Maršálus', substrate 20 g CC paperpots.

When determining the dry matter content, the highest content in the aboveground part was measured in variant 3 of the variety 'Král Máje 1', substrate Profi and paperpot technology with a content of 11.05% and vice versa the lowest dry matter content in the aboveground part was 6.57% in variant 6 - variety 'Maršálus' in the substrate Gramosemi CC 20. In the root part the highest dry matter content was in variant 7 - variety 'Král Máje 1'v Profi substrate with 11.93% and the lowest in variant 2 - variety 'Maršálus' in substrate Gramosemi CC 20 paperpos with a content of 7.49%.

Keywords: lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), paperpot, planter, substrate, dry matter

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Salát hlávkový	10
3.1.1 Charakteristika	10
3.1.2 Historie	11
3.1.3 Botanická charakteristika.....	11
3.1.4 Odrůdy	12
3.2 Vzcházivost sadby	12
3.2.1.1 Klíčení	12
3.2.1.2 Vzcházivost.....	13
3.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu sadby	13
3.2.2.1 Teplota	13
3.2.2.2 Světlo	14
3.2.2.3 Voda.....	14
3.2.2.4 Kyslík a oxid uhličitý.....	14
3.3 Předpěstování a výsadba sadby	15
3.3.1 Substráty	16
3.3.2 Nároky na živiny a hnojení.....	16
3.3.3 Typy sadbovačů	17
3.3.3.1 Plastové sadbovače	17
3.3.3.2 Paperpot	17
3.4 Nutriční hodnota	19
3.5 Vybrané obsahové látky	19
3.5.1 Chlorofyl a, b	19
3.5.2 Karotenoidy	20
3.5.3 Dusičnany	20
3.5.4 Kyselina askorbová.....	20
3.5.5 Spalná kalorimetrie	21
4 Metodika	22
4.1 Rostlinný materiál	22
4.2 Substrát	22
4.3 Sadbovače	23
4.4 Založení pokusu	24
4.5 Způsob sklizně	26
4.6 Morfologické analýzy	28

4.7	Metodika laboratorních rozborů	29
4.7.1	Stanovení chlorofylu a, b a karotenoidů	29
4.7.2	Stanovení dusičnanů	31
4.7.3	Stanovení vitamínu C.....	32
4.7.4	Stanovení sušiny	33
4.7.5	Stanovení spalné kalorimetrie.....	34
4.7.6	Vyhodnocení výsledků	35
5	Výsledky.....	37
5.1	Hodnocení jednotlivých parametrů.....	37
5.1.1	Hodnocení výšky rostliny	37
5.1.2	Průběžné hodnocení výšky rostliny	38
5.1.3	Hodnocení počtu pravých listů	40
5.1.4	Hodnocení šířky listu	42
5.1.5	Průběžné hodnocení šířky listu	43
5.1.6	Hodnocení průměru kořenového krčku	46
5.1.7	Hodnocení obsahu sušiny	47
5.1.8	Hodnocení chlorofylu a, b a karotenoidů.....	49
5.1.9	Hodnocení dusičnanů.....	51
5.1.10	Hodnocení vitamínu C	51
5.1.11	Hodnocení spalné kalorimetrie	52
6	Diskuze	57
7	Závěr	60
8	Literatura	61

1 Úvod

Jednou z hlavních součástí výživy člověka je zelenina. Dodává tělu potřebné vitamíny i minerální látky. Mezi nejvíce pěstovaný druh listové zeleniny patří hlávkový salát, který má nízkou kalorickou hodnotu a zároveň vysoký sytící efekt. Spotřebiteli je nejvíce vyhledáván především v zimním a jarním období, kdy ostatní zelenina v tuzemských podmínkách ještě není k dispozici. Pěstitel by měl brát v úvahu jeho kratší vegetační dobu ve které by neměl přehnožovat rostliny minerálními hnojivy z důvodu kumulace většího množství dusičnanů, které může ve větší míře způsobovat zdravotní poruchy.

Hlávkový salát (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) se řadí do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*) a pěstuje se jako jednoletá rostlina. Její původ je s největší pravděpodobností z plevelného zdomácnělého druhu lociky kompasové (*Lactuca serriola*).

V rámci teoretické části jsou shrnuty poznatky o vzházivosti a předpěstování sadby hlávkového salátu.

Klíčivost je jedna z hlavních vlastností, která rozhoduje o konečné kvalitě a výnosu rostlin. Tyto testy se provádí ve speciálních, kontrolních laboratořích, kde musí rozhodnout o tom, zda je osivo vhodné pro výsev.

Dále jsou zde uvedeny vnější faktory, které mohou ovlivnit kvalitu sadby. Do této skupiny patří teplota, světlo, voda, kyslík a oxid uhličitý. Popsána je i příprava předpěstování co se týče vhodného substrátu.

Tato práce se zabývá rozdílem pěstování sadby v kónických sadbovačích, které jsou naplněny substrátem klasickým způsobem a druhý je naplněn paperpoty, které jsou v sadbovačích s vyvýšeným dnem.

Zkratky autorů vědeckých jmen taxonů byly pro přehlednost vypuštěny, nomenklatura následuje zdroj Pladias – databáze české flóry a vegetace (www.pladias.cz).

Pokud není uvedeno jinak, jsou fotografie, obrázky a tabulky uvedené v předmětné diplomové práci autorské.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem této práce je porovnání dvou odrůd sadby salátu hlávkového a jejich vzcházivost, rychlost pěstování po prodejní velikost sadby.

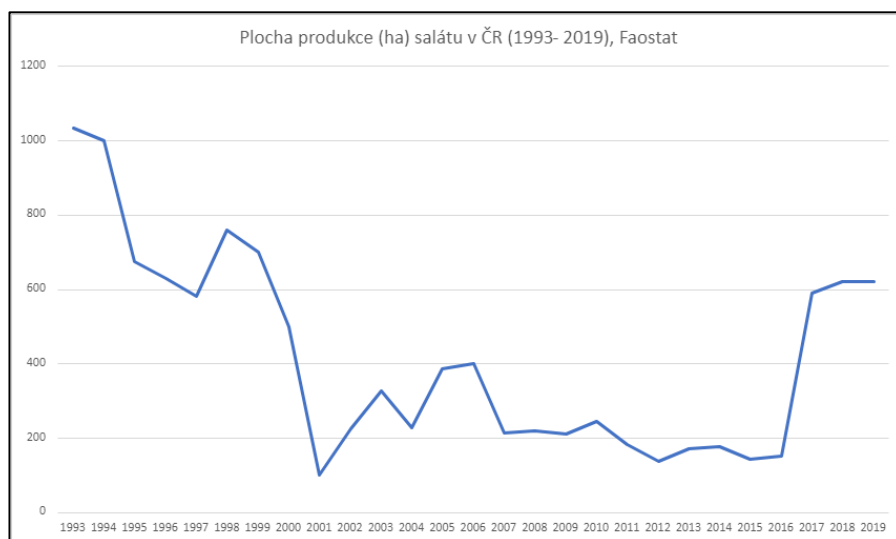
Hypotéza: Odrůda, způsob pěstování a použitý substrát ovlivní rychlost pěstování sadby a její vybrané parametry (hmotnost a výška nadzemní části, hmotnost kořenů, průměr kořenového krčku, obsah sušiny).

3 Literární rešerše

3.1 Salát hlávkový

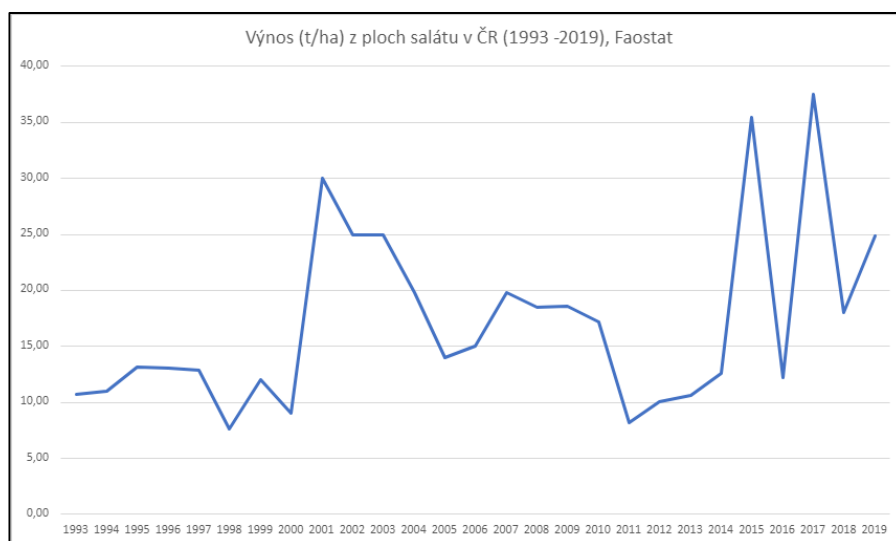
3.1.1 Charakteristika

Ve světovém měřítku se salát (*Lactuca*) vyznačuje jako nejdůležitější a nejčastěji pěstovaný druh listové zeleniny. Počátky pěstování a konzumace se datují již ve starověku. Podle některých dostupných údajů je celková plocha hlávkového salátu větší než celková plocha všech ostatních druhů listové zeleniny. V některých zemích dokonce konzumace hlávkového salátu přesáhla 10 % ostatních druhů listové zeleniny (Konvalina 2007). Vývoj plochy produkce a výnosu hlávkového salátu v České republice za rok 1993 až 2019 prezentují obr.1 a 2.



Obr. 1. Plocha produkce (ha) salátu v ČR (1993–2019)

Zdroj dat: <http://www.fao.org/faostat>



Obr. 2. Výnos (t/ha) z ploch salátu v ČR (1993–2019)

Zdroj dat: <http://www.fao.org/faostat>

3.1.2 Historie

Rodový název *Lactuca* pochází z latinského slova „lac“ což znamená mléko. Na řezu salátu se vylučuje mléčná šťáva a ta následně po zaschnutí hnědne (Vogel 1996). Obsahuje hořčinu (lactucin), která slouží jako obrana proti žravým a savým škůdcům (Petříková et al. 2012).

Bartoš et al. (2000) i Pekárková (2002) uvádí, že kulturní formy nejspíše pocházejí z planě rostoucí středomořské lociky kompasové (*L. serriola*). Ta se od dnešních salátů liší zejména tužšími listy a dvouletostí. Roste především v teplejších oblastech Středomoří, v Etiopii, Západní Indii i jinde Pekárková (2002). Druh vznikl buď mutací z druhu *Lactuca serriola* či hybridizací příbuzných druhů locik. Mezi *Lactuca sativa* a *Lactuca serriola* byla pozorována příležitostná spontánní hybridizace, která byla i pomocí experimentu potvrzena (Grulich 2004).

Skorňakov (1985) charakterizuje hlávkový salát jako plodinu, kterou pěstovali již Řekové a Římané okolo roku 550 př.n.l. Římané, ale znali jiný salát, který netvořil pravé hlávky a od těch dob se jmenuje římský. V těchto dobách byl pěstován v zahradách lactucariích.

Skorňakov (1985) a Pekárková (2002) se shodují, že za vývojové centrum salátu hlávkového se považuje oblast dnešního Nepálu a Kašmíru. Dnešní formy byly poprvé popsány až v 16. století.

V 17. století ve Francii došlo k odlišení mezi tzv. listovým salátem a pravým hlávkovým. Salát byl první historicky doloženou rychlenou zeleninou (Skorňakov 1985).

Bartoš et al. (2000) doplňuje, že se vyvinul z po staletí probíhajícího přírodního výběru z původní stonkové formy.

3.1.3 Botanická charakteristika

Kulturní formy salátu se především řadí do čeledi *Asteraceae* neboli hvězdnicovité.

Na druhou stranu novější systémy řadí salát do čeledi *Cichoriaceae* – čekankovité. Tato čeleď se vyznačuje typickými článkovanými mléčnicemi v pletivech. Listy jsou bezpalistnaté, střídavé či v přízemní růžici. Květy v úboru jsou vždy jazykovité. Plodem je nažka s chmýrem či bez něho. Jejich zásobní látkou je inulin (Novák & Skalický 2012).

Petříková et al. (2004) popisuje hlávkový salát jako jednoletou zeleninu s krátkou vegetační dobou, kterou lze na poli pěstovat v průběhu vegetace. Pekárková (2002) doplňuje, že se jedná o chladuvzdornou rostlinu, která snáší i slabý mráz.

Vytváří růžici listů a s postupem času zavíjí pevnou hlávku hladkých, široce vejčitých listů s výraznými žebry.

Kořenová soustava se skládá z hlavního kúlovitého kořene s velkým množstvím kořenového vlášení. Hlavní kořenová masa může v dobře prokypřené ornici dosahovat hloubky až 25 cm (Petříková et al. 2012).

Dle Grulicha (2004) se saláty dělí do čtyř skupin: hlávkové, římské, listové a chřestové. První nejvíce pěstované jsou hlávkové saláty (*L. s. var. capitata*), které tvoří pevně zavinutou hlávku křehkých listů. Mnoho kultivarů, se ale nehodí pro pěstování v letním období, kdy vybíhají do květu. Do druhé skupiny patří římské saláty (*L. s. var. longifolia*), které mají pevně zavinuté, tužší, podlouhlé listy a tvoří pevnou hlávku. Tato skupina je naopak vhodná pro pěstování v létě, protože jsou odolnější vůči vybíhání a vyhovuje jim teplé stanoviště. V ČR se

pěstují spíše výjimečně. Další skupinou jsou listové saláty (*L. s. var. crispata*), které vytváří nezavinutou hlávkou kracovitých, zkadeřelých listů. U některých kultivarů je možné se setkat s prodlouženou lodyhou. U nás se pěstují pouze pro domácí spotřebu. Poslední skupinu tvoří kultivary (*L. s. var. angustana*), kde se využívá zdužnatělá lodyha, která se konzumuje v tepelně upravené formě. Pěstování v našich podmínkách je zřejmé pouze z pokusů.

3.1.4 Odrůdy

U pěstovaných druhů, které mají geneticky vysokou variabilitu, existuje celá řada odrůd, které se liší ohledně nároků na stanoviště. Volba správné odrůdy často rozhoduje o celkovém výnosu. To především platí pro salát, u kterého se odrůdy dělí podle umístění na stanoviště jako jsou skleníkové, pařeništní a venkovní. Dále se dělí na odrůdy dle termínu výsevu do pěti kategorií – rychlený, raný, letní, ozimý a celoroční. V praxi se toto pěstování nesmí zaměňovat. I barevností nám salát může rozšířit sortiment. Nabízí nám světle až tmavě zelenou, ale i červené a hnědé barvy (Pekárková 2002).

Petříková et al. (2012) konstatuje, že v některých zemích je hlávkový salát označován jako salát máslového typu Buttersalat. Rozdíl mezi odrůdami máslového typu a ledovým salátem jsou odrůdy přechodného typu 'Batavia'. Listy jsou méně křupavé než u ledových salátů. Dalším novým typem je 'Frisby', které vzniklo křížením mezi hlávkovým a listovým salátem. Oproti tomu typ 'Krulsalat' vznikl z hlávkového a dubolistého salátu.

Cílem novošlechtění je především rezistence, odolnost vybíhání do květu, větší uchovatelnost, intenzivnější barva, velikost hlávky a uniformita. Vyšlechtění nové odrůdy trvá přibližně sedm let.

Všechny odrůdy ať se jedná o domácí druhy nebo zahraniční, musí projít srovnávacími zkouškami, kde se ověřují vlastnosti, které má odrůda v popisu. Po úspěšném dokončení zkoušek jsou odrůdy zařazeny do Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize (Pekárková 2002). K 15. 6. 2020 bylo zapsaných 80 odrůd hlávkového salátu včetně odrůd salátu ledového (www.eagri.cz).

Při výběru odrůdy je nutné brát v potaz nejen termín pěstování, barvu a velikost hlávky, ale i deklarovanou rezistenci vůči plísním, případně rezistenci proti mšicím.

Z výsledků pěstování salátu v systému IPZ (Integrované pěstování zeleniny) vyplynulo, že je možné pěstovat bez jakékoliv chemické ochrany. Vysoké procento tržní sklizně je především u jarních kultur. Jedinou ochranou je zde použita netkaná textilie proti mšicím (Petříková et al. 2004).

3.2 Vzcházivost sadby

3.2.1.1 Klíčení

Klíčení je vývojový proces, kdy se mění embryo a další části semene v klíčnou rostlinu. Stejně jako pro živé organismy, tak i pro rostliny je nejvíce důležitá voda. Od formování, zrání, přes období klidu až po bobtnání i klíčení. Ihned po nabobtnání se zvyšuje intenzita dýchání semene, spotřebovává se spousta energie a klesá obsah sušiny. Přeměny v semenech jsou směřovány hlavně k rozpadu polymerních sloučenin, což jsou bílkoviny, tuky a polysacharidy.

Produkty rozpadu se dále využívají k biosyntéze při tvorbě nových buněk, pletiv klíčků a kořínků (Jablonský 2005).

3.2.1.2 Vzházivost

Základním kritériem kvality osiva je procento klíčivosti. Zajištění kvality osiva při certifikaci musí splňovat stanovené limitní hodnoty, specifické dle botanických druhů či rodů. Hodnocení probíhá v laboratorních podmínkách, kde dochází k rozdílným výsledkům. Při těchto testech musí být zohledněn polní faktor, protože polní a laboratorní podmínky nejsou stejné. Polní faktor se vyjadřuje indexem polní vzházivosti, který ukazuje podíl semen, která vzejdou z celkového počtu vyšetřovaných klíčivých semen v konkrétních podmínkách. Za optimálních podmínek dosahuje index hodnot 0,8 a 0,9 popřípadě i vyšší, což odpovídá 80 až 90 % relativní vzházivosti.

Rychlé vzházení napomáhá k mnohem lepšímu zakořenění rostlin. Rostliny, které vzejdou později bývají méně konkurenceschopné, nežli ty co vzešly dříve. Pokud máme porost s vyrovnaným vzházením, lépe se ošetřuje během vegetace a sklizeň je poté vyrovnanější. Rozdíl nastává v případě, pokud je nižší klíčivost, tak je možné ji eliminovat výsevkem, kdežto vyrovnanost a rychlost vzházení se ovlivnit nedá (Hosnedl 2003).

3.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu sadby

Semena nám vyklíčí tehdy, pokud pro ně vytvoříme příznivé podmínky. Mezi něž patří teplota, světlo, dostatek vody a kyslíku (Jablonský 2005).

3.2.2.1 Teplota

Velký vliv na celkovou kvalitu sadby má teplota. Zvýšení teploty probíhá v době klíčení. Po vzejtí je to vystřídáno za pokles teploty o 5 °C. Tato fáze trvá do doby vytvoření prvních pravých listů. Poté se mírně zvýší a začíná se střídát mezi dnem a nocí. Rozdíl musí být minimálně o 3 °C. Při teplotách kolem 4 až 7 °C u mnoha zelenin dochází k nežádoucí jarovizaci, která dělá přechod do generativní fáze na úkor tvorby dostatečného množství listů. Ke konci dopěstování sadby musíme teplotu snížit, abychom sadbu začaly otužovat a nebyl poté pro rostlinu takový šok na vysazeném stanovišti. Důležité je také sledovat teplotu půdy, (substrátu) a závlahové vody. Obě teploty souvisí se vzdušnou vlhkostí a mohou ji i překračovat. V době zakořeňování řízkovanců může být teplota substrátu i o 2-4 °C vyšší, než teplota vzduchu (Pokluda & Kobza 2011).

Borthwick & Robbins (1928) pozorovali, že klíčení salátu je za určitých teplot nad optimální hodnotou potlačeno. Tato překážka může být způsobena odrůdovou charakteristikou. Jedna odrůda může uspokojujivě vyklíčit, kdyžto jiné odrůdě může teplota zcela zabránit v klíčení. Celkově osivo vyžaduje vyšší teplotu, aby se zabránilo klíčení starého osiva, než je tomu u čerstvého osiva. Čerstvě sklizené semeno je takové, které není starší než pět týdnů. U většiny odrůd dochází při 30 °C téměř k úplnému selhání klíčení osiva bez ohledu na to, zda je čerstvé či staré.

Gray (2015) upřesňuje, že ledový salát dokázal dobře vyklíčit i při 30 °C, což u salátu hlávkového bránilo v klíčení. Pro jeho vyklíčení je vhodná teplota od 15 do 22 °C. Při vysokých

teplotách se mohou semena dostat do dormance, takže nevyklíčí. Nejčastěji k tomu dochází několik hodin po výsevu.

3.2.2.2 Světlo

Světlo většinou nebývá podmínkou klíčení, ale může ho ovlivnit. Většina druhů semen se vůči světlu chovají indiferentně. To znamená, že klíčí stejně na světle i ve tmě. Co se týče salátu hlávkového, je zde výjimka a u nich vyklíčí 90 až 100 % na světle, za to ve tmě téměř žádné (Kawollek & Kawollek 2010).

Vliv má i vlnová délka světla, kdy u klíčení nažek salátu je možné podpořit světle červeným nebo zbrzdít tmavě červeným světlem. (Jablonský 2005).

U většiny druhů sadby zeleniny začíná úroveň osvětlení na 3000 lx a výše. Důležitější než intenzita světla, je ale úroveň radiace, která by se měla pohybovat okolo 50 až 150 W/m².

Na přisvětlování se ve skleníku používají vysokotlaké výbojky nebo modernější a zároveň nejdražší způsob, jsou fluorescenční lampy, které vyzařují bílé a modré světlo a omezují infračervené záření.

Další možností jsou přirozené podmínky osvětlení, kdy jako první by měla proběhnout kontrola čistoty pláště skleníku, omezit všechny možné stínící vrstvy a případně zvážit pěstování ranějších odrůd, kde díky kratší době předpěstování se nám i sníží požadavky na světlo (Pokluda & Kobza 2011).

3.2.2.3 Voda

Voda je základním faktorem pro bobtnání a klíčení semen. Rychlost absorpce je největší, když semena přijdou do styku s vodou. Největší úroveň hydratace je v embryu, pokud v něm stoupne obsah vody nad 60 %, kdy začíná aktivace metabolických pochodů a příprava objemového růstu buněk (Procházka et. al. 1998).

Nejvhodnější pro závlahu nejen sadby, ale i následného pěstování je měkká voda do 10°dH (německé stupně tvrdosti) s přiměřenou teplotou. Před samotným zahájením zavlažování je důležité provést chemický rozbor. Nejdůležitější je rovnoměrná k sazenicím, abychom dopěstovali uniformní sadbu (Pokluda & Kobza 2011).

3.2.2.4 Kyslík a oxid uhličitý

Nezbytnou podmínkou pro klíčení je kyslík, bez kterého by nám semena nevyklíčila. Na začátku procesu spotřeba kyslíku velmi narůstá naopak po dokončení hydratace pletiv stagnuje nebo se příjem kyslíku jen nepatrně zvyšuje (Houba & Hosnedl 2002). Pokud se v prostředí hromadí oxid uhličitý a jeho obsah je nad 35 % semena mohou až uhynout. Proto je důležité, aby semeno nebylo po celou dobu namočené ve vodě (Jablonský 2005).

3.3 Předpěstování a výsadba sadby

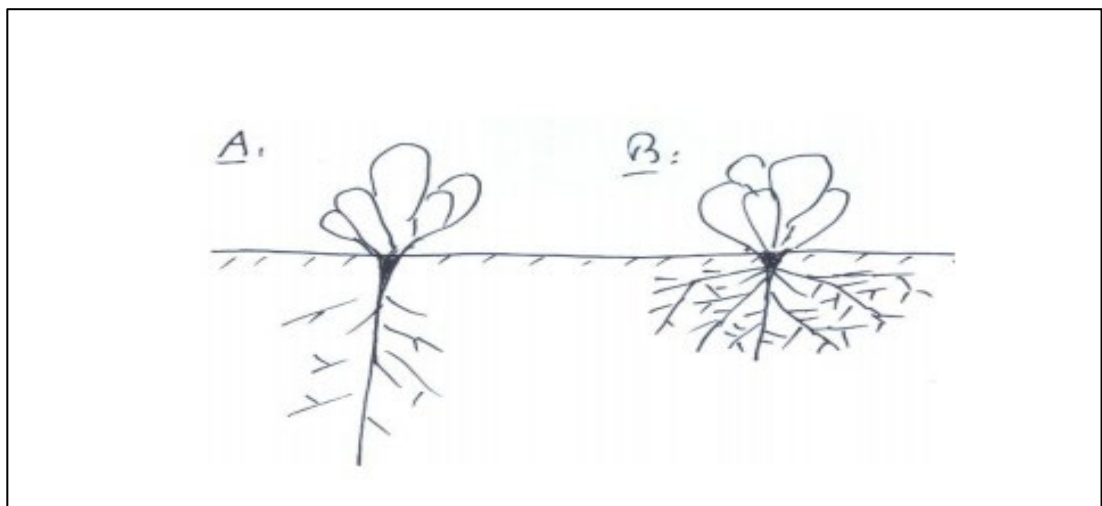
Salát velmi rychle klíčí. Aby se podpořil rychlý růst potřebuje rovnoměrně zásobenou půdu vláhou a živinami. Má také vysoké nároky na intenzitu světla, tudíž potřebuje osluněné stanoviště (Pekárková 2000).

Bartoš et al. (2000) uvádí, že si klíčivost uchovává pouze krátce a to 1 až 2 roky. S tím se neshoduje Malý et al. (1998), který udává 3 až 4 roky. HTS (hmotnost tisíce semen) činí 0,8 - 1,2 g. Obsahuje 5,5 – 6,0 % sušiny, 2,7 % glycidů, 1,5 % bílkovin, 0,3 % lipidů, 0,9 % vlákniny, 0,9 % popelovin, je také bohatý na spoustu vitamínů, ale i bioflavonoidů. Nejvíce cenný je obsah jeho chuťových látek (Bartoš et al. 2000).

Salát se pěstuje z předpěstované sadby. Délka předpěstování je závislá na ročním období a odrůdě. Pohybuje se od 3 do 10 týdnů.

Pěstování z přímého výsevu je méně časté především kvůli vyšším nákladům na odplevelení a jednocení, které přesahují náklady spojené s předpěstováním sadby a následnou výsadbou. Velkou nevýhodou je i nerovnoměrný růst rostlin (Petříková et al. 2012).

Předpěstovávat se může sadba pomocí přepichování nebo se rovnou vysévá obalované osivo do sadbovačů. Přepichovaná sadba má silnější a bohatší kořenový systém – viz obr. 3.



Obr. 3. Vývin kořenového systému: (A) – nepřesazený, (B) přesazený salát
Zdroj: Upraveno dle Konvalina et al. (2007)

Vzešlé rostliny se přepichují ve stádiu děložních lístků. Přepichování nám umožňuje vyřadit jedince, které jsou napadeny houbovou chorobou padáním klíčících rostlin nebo jsou už moc vytáhlé (Dolejší 1986). Výhodná je tato metoda v zimním období, kdy nepotřebujeme tolik prostoru na předpěstování, ale hlavně z důvodu úspory energie. Kvůli vysoké manuální práci tento způsob ztrácí na atraktivitě a je využíván spíše pro maloprodej nebo vlastnímu užití (Konvalina 2007).

Pro nejranější pěstování sadby jsou vhodné balíčky o rozměrech 40 či 50 mm. Při pozdějším pěstování na velikosti tolik nezáleží. Používají se sadbovače se 160 buňkami. V dnešní době už je častější použití obalovaného osiva, které se přímo osévá do sadbovače a následně se zasypává pískem či vermikulitem. Dle Bartoše et al. (2000) je možné použít i sadbovače s 260 buňkami přímo osévaných podtlakovým secím zařízením. Petříková et al.

(2004) uvádí, že při pokusu pěstování v sadbovačích s počtem 96 a 160 buněk, sazenice u 96 buněk neposkytly ranější sklizeň. Naopak u výsadby menších rostlin byl substrát méně prokořenělý, proto se sadbovač se 160 buňkami jeví jako lepší varianta. Důležité je především, aby v době výsadby byl dobře prokořeněný kořenový bal a sazenice nebyly přerostlé. Petříková et al. (2012) dodává, že by sazenice měla mít 4 až 6 pravých listů a mají být předem dobře otužené.

Klíčení nejlépe probíhá při teplotě 14 - 18 °C. Za slunečného počasí se sadba předpěstuje při teplotách do 20 °C ve dne a o 5 °C nižší v noci, za podmračeného počasí se teploty snižují až na 10 °C ve dne a 6 °C v noci. Závlaha musí být rovnoměrná a často je spojena v týdenním intervalu s přihnojováním vodorozpustnými hnojivy. U nejranější sadby v březnu se délka předpěstování pohybuje kolem devíti týdnů. Pro pozdější výsadby se délka zkracuje na 3 - 4 týdny.

Otužená sadba se musí před výsadbou řádně zalít a následně se vysazuje na záhony o šířce 1,3 - 1,5 m. Sazenice se vždy vysazují mělce, aby se zeminou nezahrulo srdéčko růžice (Pekárková 2000). Hlubokou výsadbou bychom zvýšili nebezpečí napadení houbovými chorobami. Nejranější odrůdy se vysazují do sponu 25 × 30 cm. Letní odrůdy poté 30 × 30 cm či 30 × 35 cm i více. Záleží především na odrůdě (Petříková et al. 2012).

3.3.1 Substráty

Z hlediska biochemického jsou substráty definovány jako základní prostředí pro život mnoha organismů.

K předpěstování sadby se používají výsevni substráty. Ty mají malé množství živin a většinou se nehnojí. Vyšší koncentrace solí totiž snižuje klíčivost a vzcháživost rostlin (Vaněk et al. 2012). Substráty pro výsev a množení se skládají z rašeliny a písku 1:1 nebo rašeliny s perlitem 2:1. Je zde i upravené pH a celkově jemná struktura 0-7 mm. Jsou vhodné pro výsevy a předpěstování sadby zeleniny i květin. Použitý materiál také nesmí obsahovat semena plevele ani zárodky patogenů (Pokluda & Kobza 2011). Slezáček (2021) dodává, že bezplevelnosti se docílí propařením rašeliny pomocí horké páry pod tlakem.

Účelem substrátu pro produkci sadby je zajistit kvalitní růst rostlin v krátké době s nízkými náklady (Filgueira 2003). Dle Júniora & Visconti (1991) by měl substrát dobře zadržovat vodu a živiny, měl by poskytnout dobré provzdušnění a také odolnost proti ztrátě struktury kořenového balu, což je velmi důležité hlavně u přesazování rostlin.

3.3.2 Nároky na živiny a hnojení

Listová zelenina má krátkou vegetační dobu, ačkoliv neodčerpává velké množství živin, přesto vyžaduje dobrou zásobu přijatelných živin v půdě. Vaněk et al. (2012) uvádí, že z provedených pokusů je zřejmé, že příjem dusíku a draslíku je rovnoměrný po ujetí a zakořenění sazenic salátu a odpovídá přírůstkům biomasy hlávek.

V nadzemních orgánech salát velmi akumuluje nitráty, především při omezeném růstu. U rychlených odrůd salátu je obzvláště důležité brát v potaz množství dusíku, které je v půdě. Dusíkem se hnojí před setím a sázením, během vegetace pouze v případě špatného vývinu rostlin či vlivem počasí. U odrůd, které mají delší vegetační dobu je možné pomocí přihnojení

LAV (ledek amonný s vápencem) v dávce 20 kg N/ha urychlit růst rostlin, ale je to možné nejpozději 4 týdny před sklizní.

3.3.3 Typy sadbovačů

Oba níže zmíněné typy sadbovačů patří do kategorie plug systém, který se zavedl ve 2. polovině 20. století v USA a později i v Evropě. Tento systém zavedl generativní množení květin do velkoprodukce. Umožnili tak uplatnění secích a přepichovacích strojů jako náhradu za ruční výsev a přepichování. Rostliny udrží svůj kořenový bal, tvar i velikost dle sadbovače. Co se týče květin, tak více než 80 % všech záhonových je pěstováno tímto způsobem. U nás se tomuto systému říká minisadba, který se používá hlavně u zeleniny (Pokluda & Kobza 2011).

3.3.3.1 Plastové sadbovače

Tato progresivní technologie byla zavedena v Anglii a je vhodná pro předpěstování sadby všech druhů košťálové zeleniny, salátu, celeru i květin.

Používají se typy s počtem buněk T 96, T 160, T 260, T 308 s rozměry buněk od 2,5 x 2,5 cm až 4 x 4 cm, objem jedné buňky se pohybuje od 9 do 41 cm³. Čím máme více buněk, tak platí, že se sadba musí dříve přepichovat. Buňky mají kónický tvar pro snadnější další manipulaci. Ze spodní části mají sadbovače štěrbinu, která umožňuje lepší příjem vzduchu ke kořenům. V buňce musí kořeny vytvořit pevný bal kolem substrátu (Pokluda & Kobza 2011).

3.3.3.2 Paperpot

Dánský výrobce zařízení Ellegaard vyvinul systém Ellepot. Tento systém se u nás nazývá a prodává pod obchodním názvem Paperpot. Stroj Ellepot svaří ekologický papír do nekonečného rukávce dle daného průměru (15-80 mm) a zároveň do něho vtlačuje požadovaný typ substrátu. Je zde možnost výsevních, množárenských či speciálních. Poté se balíčky zkrátí na požadovanou délku. Vkládány jsou do sadbovačů ručně nebo strojově. Používají se typy s počtem buněk T 60, T 84, T 104, T 126 a T 180.

Co se týče balu, ten se skládá z ekologicky rozložitelného papíru. Papír Ellepot Organic 2.0 se skládá ze 100 % plně kompostovatelných a biologicky odbouratelných materiálů. Je založen na přírodních surovinách z lesů s certifikací FSC. Doba rozkladu tohoto papíru je 6-8 týdnů a je ideální pro produkci ekologických plodin. Je vhodné použít i typ papíru Veggie, který je přímo určen pro pěstování salátu, kde je přidán speciální fungicid k ochraně celulózových vláken. Doba jeho rozkladu je kolem 2 měsíců.

Paperpot nám zajišťuje zdravější a rychlejší vývoj kořenů s rovnoměrnějšími rostlinami, zároveň zlepšuje načasování plodin a je zde vyšší uniformita. Mezi další výhody patří rychlejší přesazování a manipulace i úspora nákladů a logistika. Zajišťují nám také vyšší výnosy, protože je tu vyšší míra ujatelnosti rostlin. Oproti klasické technologii je zde snadnější balení a přeprava, především u pěstování sadby zeleniny. Konečný produkt je kvalitnější, protože krásně drží tvar a nerozpadne se nám bal. Používá se nejen u sadby zeleniny, ale i na předpěstování květin, bylinek a ve velké míře okrasných i lesních dřevin.

Velkou výhodou je využití při pěstování salátu v hydroponii, kde paperpot plnohodnotně nahradí plastové květináče a tím pádem je i šetrnější k životnímu prostředí – viz obr. 4. (www.ellepot.dk).



Obr. 4. Předpěstovaná sadba v paperpotech pro využití v hydroponii (vlevo)

Hydroponicky vypěstovaný salát před sklizní (vpravo)

Nevýhodou je vysoká pořizovací cena stroje Ellepot, ale v současné době není problém si na českém trhu objednat konečný produkt Paperpot u vybraných zahradnických firem.

Helle (2017) uvádí, že cena plně automatizovaného stroje (Obr. 5) bez příslušenství se pohybuje kolem 100 000 eur. S dalším příslušenstvím jako je secí linka je cena přibližně 160 000 eur.



Obr. 5. Plně automatizovaný stroj Ellepot s příslušenstvím

Zdroj: www.ellepot.dk

3.4 Nutriční hodnota

Salát se konzumuje v čerstvém stavu, proto je důležitým zdrojem vitamínů. Odvádí nám do těla více živin, než zelenina tepelně upravená (Ashok et al. 2020). Patří mezi nejvíce oblíbenou zeleninu převážně koncem zimy a začátkem jarního období. Má nízkou kalorickou hodnotu a zároveň sytící efekt (Petříková et al. 2012). Je dobrým zdrojem vlákniny, železa, kyseliny listové a vitamínu C. V souvislosti chronických, neurologických onemocnění, aterosklerózy, některých druhů rakoviny a depresí od toho nám pomohou karotenoidy a vitamín C, kteří v těchto oblastech hrají významnou roli (Byers & Perry 1992; Irshad & Chaudhuri 2002; Raison & Miller 2011). Studie in vitro a in vivo prokázaly i snižující hladinu cholesterolu, protizánětlivé a antidiabetické účinky. Listový a římský salát s obsahem folátu je srovnatelný i s jinými bohatými zdroji listové zeleniny. Velký vliv má také zbarvení listů. Červeně pigmentovaný salát obsahuje vyšší fenolické sloučeniny než zelený (Kim et al. 2016).

Salát obsahuje 92-95 % vody, 2 – 2,5 % bezdusíkatých látek, 0,71 % vlákniny, 1,5 % bílkovin, 0,4 % tuku, 1,1 % minerálních látek. Obsah vitamínu C je 60-90 mg, 3-6 mg vitamínu A, 3 mg vitamínu B1 a B2 na 1000 g⁻¹.

Šťáva z listů neboli latex obsahuje i malé množství kyseliny jablečné, šťavelové a citronové (Malý 1998).

Dle Kopce (1998) průměrný obsah vitamínu C je 130 mg/kg, draslíku 3100 mg/kg, vápníku 670 mg/kg, hořčíku 300 mg/kg a sodíku 90 mg/kg.

3.5 Vybrané obsahové látky

3.5.1 Chlorofyl a, b

Chlorofyly jsou nejdůležitějšími fotosyntetickými pigmenty. U rostlin tvoří přibližně 1% sušiny jejich zelených částí (Hejnák et al. 2007). Základní strukturu chlorofylu tvoří porfyrinový systém. Ten je sestaven ze čtyř pyrolových kruhů, které jsou uzavřeny methinovými skupinami. Tímto kruhovým systémem prochází řada konjugovaných dvojných vazeb, které způsobují barevnost molekuly (HESS 83). Čtyři pyrolová jádra jsou navázána na hořčík, který je umístěn v centru molekuly chlorofylu. Jádra jsou zároveň spojená methiovými můstky. Je známo celkem 7 druhů zelených barviv. Patří mezi ně: chlorofyly a, b, c, d, e a bakteriochlorofyly *a* a *b* (Hejnák et al. 2007).

Nejdůležitější je chlorofyl a, který se vyskytuje u všech vyšších rostlin, sinic i řas. Jeho chemický vzorec je C₅₅H₇₂O₅N₄Mg. Chlorofyl b má chemický vzorec C₅₅H₇₀O₆N₄Mg a vyskytuje se u zelených řas, krásnooček, ale i vyšších rostlin. Rozdíl mezi chlorofylem a a chlorofylem b je tvořen pouze rozdílnými skupinami na 3. atomu uhlíku (Procházka et al. 1998). Chlorofyl a má modrozelenou barvu, zatímco chlorofyl b je žlutozelený. Pokud je foton slunečního světla pohlcen chlorofylem b, je jeho energie přenesena na chlorofyl a, který poté pracuje tak, že foton pohltí právě on (Campbell 2006). Co se týče poměru mezi chlorofylem a a chlorofylem b u vyšších rostlin je přibližně 3 : 1, ale není stálý. Pigmenty se v procesu fotosyntézy opotřebovávají, a proto dochází k jejich časté obnově. Celkového množství chlorofylu se denně obnoví přibližně 5-8 %. Závisí to na světle, přítomnosti protochlorofylu a malému množství dvojmocného železa. Pokud rostliny nemají dostatek světla dochází k tomu,

že jsou bílé barvy. Pokud mají bledě žlutou barvu je to způsobeno nedostatkem železa. V tomto případě se jedná o fyziologickou poruchu – chlorózu (Hejtnák et al. 2007).

3.5.2 Karotenoidy

Karotenoidy jsou fotosyntetické pigmenty žluté, oranžové a červené barvy. Jako doplňkové pigmenty absorbují světelné záření o vlnových délkách v oblasti 480-570 nm a tím využívají spektra slunečního záření. Toho nejsou schopny využít chlorofyly (Kincl & Krpeš 2000).

Karotenoidy se dělí do dvou skupin – karoteny a xantofyly. Karoteny jsou uhlovodíky a jsou zbarveny žlutooranžově. Xantofyly vznikají oxidací karotenů. Jejich barva je žlutozelená a jsou více rozšířeny v přírodě než – li karotenoidy. V rostoucích listech je jejich množství až dvojnásobné (Hejtnák et al. 2007). V listech je nejběžnější lutein a neoxantin. Dále jsou zastoupeny i zeaxantin, violaxin a kryptoxantin (Kincl & Krpeš 2000).

3.5.3 Dusičnany

Běžnou přírodní složkou rostlinných buněk jsou dusičnany. Může se stát, že za nevhodných pěstitelských podmínek se mohou hromadit ve větším množství. Obsah dusičnanů je závislý na tom, jak rychle jsou přijímány z půdy a jak rychle se přeměňují na organické látky. Dusičnany jsou přítomny v mnoha druzích potravin. Jako hlavní zdroj dusičnanů v lidské stravě je právě zelenina (Arm & Hadidi 2001). Dennis & Wilson (2003) uvádí, že 75-80 % z celkového počtu denního příjmu potravin pochází ze zeleniny. Spoustu dusičnanů obsahuje především listová zelenina, ale i červená řepa, ředkvička, mrkev a tykve. Naopak málo dusičnanů se vyskytuje u česneku, cibule, plodové zeleniny, hrášku a fazolí (Kopec 2010). Obecně je známo, že vyšší hladina dusičnanů se obvykle nachází v listech, zatímco v menší míře v semenech či hlízách (Alexandr et al. 2008).

Roorda (1984) uvádí, že listová zelenina pěstovaná v zimě ve skleníku má poměrně vysoký obsah dusičnanů. V západní Evropě patří salát mezi nejdůležitější skleníkovou zeleninu. Tamní pokusy ukázaly, že i kdyby se vynechala hnojiva, což by vedlo ke snížení výnosu 10 až 20 %, obsah dusičnanů se sníží v průměru o 10 % v porovnání s běžně hnojenou rostlinou. Údaje ze Švýcarska ukazují, že závisí především na množství slunečního záření přijaté rostlinou. Vždy také závisí i na druhu rostliny.

Přítomnost vitamínu C nám výrazně omezuje negativní vliv dusičnanů na lidské zdraví. Negativní vliv vyšší hladiny dusičnanů v potravinách spočívá v tom, že se za určitých podmínek mohou redukovat na dusitany, které způsobují vážné zdravotní poruchy, a to hlavně u kojenců, malých dětí, ale i dospělých osob (Prugar & Prugarová 1985).

3.5.4 Kyselina askorbová

Významným vitamínem zeleniny s antioxidačním účinkem je kyselina askorbová neboli vitamín C.

Jeho nedostatek vyvolává skorbut, jehož příznaky jsou krvácení dásní, vyšší náchylnost k nemocem, častá únava či srdeční potíže. Při správném dodávání vitamínu C do těla se zvyšuje činnost mozku. Některé látky však mohou jeho příjem narušit. Jedná se o některé antikoncepční pilulky a sedativa (Kopec 2010).

Obsah vitamínu C v ovoci a zelenině může být ovlivněn genetickými vlivy, klimatickými podmínkami, způsoby ošetření, sklizní i správným zacházením po sklizni. Čím vyšší je intenzita světla v průběhu vegetačního období, tím vyšší je obsah vitamínu C v rostlinných tkáních. Obsah vitamínu C lze zvýšit například méně častým zavlažováním. Nejdůležitější je však řízená teplota po sklizni. Při vyšších teplotách a delší době skladování se nám zrychlují jeho ztráty. U listové zeleniny dochází k rychlé ztrátě ihned po sklizni, kdy nemá možnost příjmu vody (Lee & Kader 2000).

3.5.5 Spalná kalorimetrie

Tato metoda byla zjišťována doplňkově, z toho důvodu není podrobněji rozpracována.

Metoda spalné kalorimetrie patří mezi nejvíce propracované odvětví termodynamiky. Z biologického hlediska je nejvíce využívána ekologická energie, která se používá jako jedna z metod stanovující rychlost fotosyntézy spalné kalorimetrie. Pomocí této metody se zjišťuje změna obsahu energie vyprodukované biomasy na základě hodnoty tepelného skoku. Z těchto hodnot se stanovuje obsah brutto a netto. Brutto je množství energie, která je přepočtena na 1g sušiny s popelovinami a netto je energie přepočtena na 1 g sušiny bez popelovin v jednotlivých orgánech rostlin. (Bláha et. al. 2010)

Při hodnocení vhodně kombinuje fyzické vztahy s vlastnostmi živých organismů, přičemž poskytuje přehled o výměně energie mezi rostlinou a jejím prostředím. Pomocí spalné kalorimetrie lze určit mezidruhové rozdíly mezi orgány v rychlosti primárního a sekundárního metabolismu. Nižší energetický obsah bývá ve vegetativních orgánech ve srovnání s generativními. Stonky i listy mají podobné složení organické hmoty a relativně vysoký podíl popelovin, proto jejich obsah výhřevnosti kolísá méně než v reprodukčních orgánech (Hnilička et. al. 2020).

4 Metodika

Pokus byl založen na dvou odrůdách hlávkového salátu, dvou typech substrátu a dvou typech sadbovačů. Na základě toho bylo vydefinováno 8 variant, které jsou uvedeny níže.

Varianty:

- V1. Odrůda 'Maršálus', substrát Profi, technologie paperpot
- V2. Odrůda 'Maršálus', substrát Gramosemi CC 20, technologie paperpot
- V3. Odrůda 'Král Máje 1', substrát Profi, technologie paperpot
- V4. Odrůda 'Král Máje 1', substrát Gramosemi CC 20, technologie paperpot
- V5. Odrůda 'Maršálus', substrát Profi, kónický sadbovač
- V6. Odrůda 'Maršálus', substrát Gramosemi CC 20, kónický sadbovač
- V7. Odrůda 'Král Máje 1', substrát Profi, kónický sadbovač
- V8. Odrůda 'Král Máje 1', substrát Gramosemi CC 20, kónický sadbovač

4.1 Rostlinný materiál

K pokusu byly vybrány 2 odrůdy hlávkového salátu (*Lactuca sativa* var. *capitata*) od společnosti Semo:

- 'Král Máje 1' patří mezi jarní odrůdy salátu se středně velkou, dobře uzavřenou hlávkou a světle zeleným listem. Při nižších teplotách se vyznačuje červenáním okrajů vrcholových listů. Odrůda je středně odolná vůči vybíhání. Tato odrůda je v České republice registrována od roku 1967 (<https://ec.europa.eu/>).
- 'Maršálus' patří do skupiny raných odrůd, která tvoří velké, světle zelené hlávky a má tužší listy. Vyniká vysokou odolností proti přehřívání hlávky, což ho předurčuje pro pěstování v horkém letním období. Jeho výhodou je celoroční polní pěstování. Řadí se mezi profi saláty (www.semo.cz). Tato odrůda je v České republice registrována od roku 2009 (<https://ec.europa.eu/>).

4.2 Substrát

Na pokus byly použity dva typy substrátu.

Výsevní substrát Profi od firmy AGRO CS a.s. Česká Skalice.

Složení substrátu:

- Bílá rašelina – 100 %
- N, P, K (14 – 16 – 18) + ME: 0,70 kg/m³
- Micromax Premium: 100 g/m³
- Zvlhčovací činidlo: 100 ml/m³ (www.agroprofi.cz)

Výsevní substrát GRAMOSEMI CC 20 od firmy Gramoflor.

Složení substrátu:

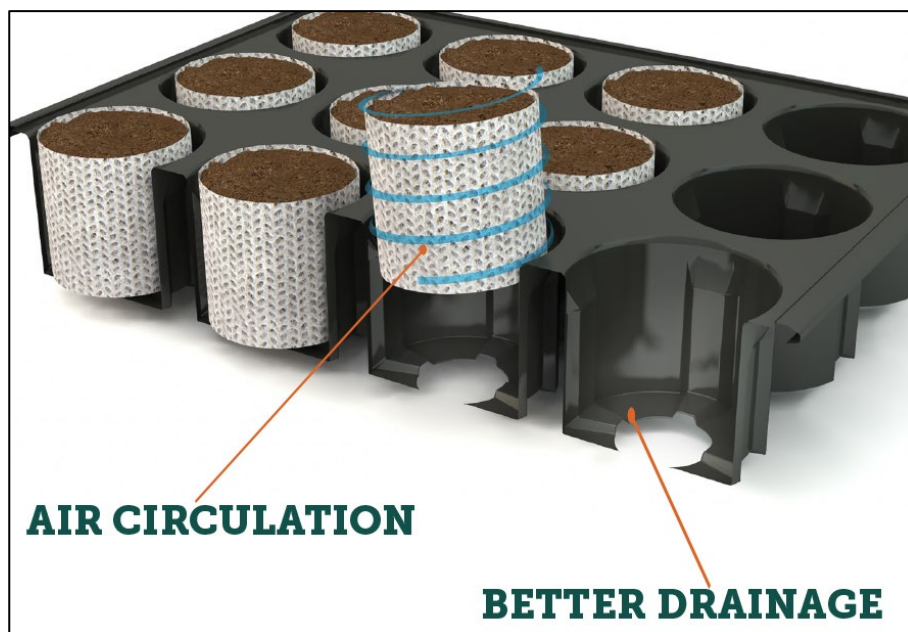
- bílá rašelina - 60 %
- černá rašelina - 20 %
- Cocopeat typ 60 - 20 %
- PG Mix (14 - 10 - 18): 0,80 kg/m³
- smáčedla 900 ml/m³
- gramo MICRO-DEPOT (mikroprvky): 50g/m³
- stabilizátor dusíku: 50 g/m³
- MO•COMBI® - *Trichoderma harzianum*: 100 g/m³
- pH (CaCl₂): 5,4 až 6,2 (Slezáček 2021).

Tento substrát je navíc obohacen o *Trichoderma harzianum*. Ta zahrnuje velké množství izolátů s biokontrolní aktivitou proti fytopatogenům (Kumar et. al. 2017). Ty mohou rostlinám poskytnou další výhody, jako je zvýšení příjmu živin nebo stimulaci různých metabolických procesů, které velmi ovlivňují výnos a kvalitu plodin (El Enshasy et. al. 2020). Nedávné studie ukázaly, že ošetření půdy přípravkem *Trichoderma*, poskytl vyšší výnosy u rockety seté a hlávkového salátu. Byl zde lepší stav výživy listů a vyšší obsah kyseliny askorbové (Fiorentino et al. 2018; Caruso et al. 2020; Di Mola et al. 2020; Roupael et al. 2020).

4.3 Sadbovače

Na pokus byly použity dva typy sadbovačů.

- Plastový sadbovač s kónickým tvarem o rozměru 40 × 60 cm s počtem buněk 160
 - Sadbovač Paperpot typu JP50 104T o rozměru 50 × 28 s počtem buněk 104, výška 30 mm, průměr 25 mm
- Označení T u sadbovače znamená vyzvednuté dno, které slouží především k tomu, aby šel ke kořenům lépe vzduch, který proudí kolem celého paperpotu – viz obr. 6.



Obr. 6. Ukázka cirkulace vzduchu paperpotů a lepší odvodnění díky vyzvednutému dnu
 Zdroj: www.ellepot.dk

4.4 Založení pokusu

Výsev salátu proběhl 1. 3. 2020. Byly zde použity dva druhy substrátu a to výsevní substrát od firmy AGRO CS a druhý výsevní substrát od firmy Gramoflor. Do výsevní misky byl naplněn substrát asi 2 cm pod okraj. Pomocí prkénka se povrch přimáčkl a uhladil. Poté se vytvořila jamka na vložení osiva – viz obr.7. Bylo použito osivo od firmy Semo, které nebylo chemicky ošetřeno. Použity byly odrůdy 'Král Máje 1' a 'Maršálus'. Následně bylo osivo zasypáno Vermiculitem – viz obr. 8., který zlepšuje provzdušňování a zadržuje vlhkost v substrátu a tím napomáhá růstu zdravých kořenů. Poté se výsev řádně zavlažil. Každá výsevní miska byla označena cedulkou s názvem odrůdy, použitého substrátu a datumem výsevu. Takto připraveny byly přemístěny do skleníku. Teplota půdy pro klíčení byla kolem 20 °C a teplota vzduchu 18°C. Vždy se musí zajistit dostatek světla. Pokud tomu tak není rostliny se mohou vytáhnout a zároveň zeslábnout.



Obr. 7. Příprava výsevu 1.3. 2020 (vlevo), Výsev odrůd 1. 3. 2020 (vpravo)



Obr. 8. Výsev experimentu, zasypáno Vermiculitem; 1. 3. 2020

Od 4.3. 2020 už bylo možné pozorovat první mladé listy. 8.3. byly již plně vyvinuty děložní lístky tudíž bylo zapotřebí tyto semenáčky přepichovat do sadbovačů – viz obr. 9.



Obr. 9. Semenáčky před přepichováním 8. 3. 2020 (vlevo) Přepíchané semenáčky v sadbovači a řádně označeny 8. 3. 2020 (vpravo)

Semenáčky se opatrně vyjmuly z výsevní misky. Případné dlouhé kořínky se zkrátily, aby následně mohly vytvořit postranní kořeny. Pikýrovacím kolíkem se rostlina opatrně přimáčkla, ale ne na tolik aby se při tom ohýbaly kořeny. Každý sadbovač byl označen na tři stejně velké plochy, které značily opakování. V každé variantě bylo označeno pomocí čísel 10 rostlin, které byly následně pozorovány – viz obr. 10. a každý týden u nich byly zapsány hodnoty jejich růstu. Týkalo se to celkové výšky rostliny, počtu pravých listů a šířky listu. Na Obr. 11. lze pozorovat rozdíl ve vývoj kořenového systému v paperpotech.



Obr. 10. Průběh růstu 17. 3. 2020



Obr. 11. Vývoj kořenového systému v paperpotech 17.3. 2020 (vlevo) | 20.3.2020 (vpravo)

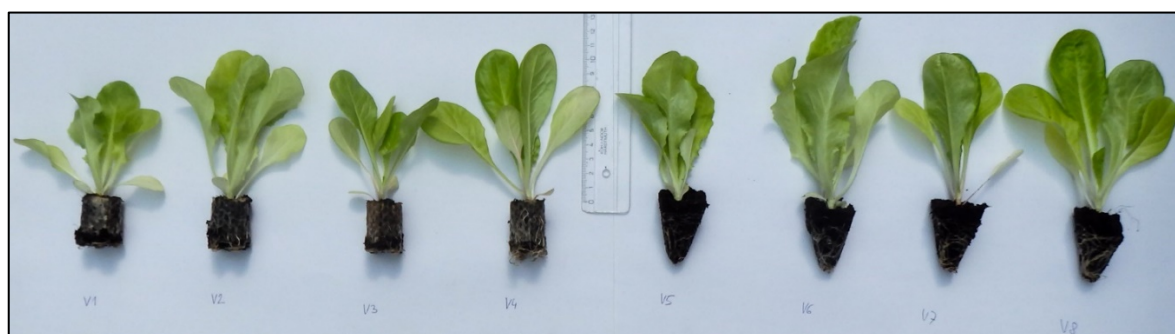
4.5 Způsob sklizně

Sklizně proběhla 12. 4. 2020 – viz obr. 12. Zde probíhalo poslední měření již uvedených parametrů a dále ještě průměr kořenového krčku a délka kořene. Na obr. 13 a 14 je zobrazeno porovnání všech odrůd. Byly zároveň odebrány vzorky pro podrobnější laboratorní hodnocení. Od každé varianty proběhly 3 opakování. Pro vyhodnocení nebyly použity okrajové rostliny. V jedné variantě bylo 10 kusů rostlin a ty byly zároveň rozděleny na dvě části. Nadzemní část i podzemní část byly dále rozříděny po 5 kusech. První byla použita na následné sušení vzorku, druhá byla uložena do chladicího zařízení, aby se uchovala v čerstvém stavu. Na Obr. 15. jsou

vidět odebrané vzorky odrůdy V2 - 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech ve třech opakováních.



Obr. 12. Sadba v prodejní velikosti; 12. 4. 2020.



Obr. 13. Finální porovnání variant; 12. 4. 2020.



Obr. 14. Finální porovnání kořenového systému; 12.4. 2020.



Obr. 15. Porovnání 3 odběrů varianty V2; 12. 4. 2020.

4.6 Morfologické analýzy

Výška rostliny byla měřena měřidlem s přesností 1 mm. Měření probíhalo od hypokotylového krčku do maximální výšky listu.

V týdenním intervalu byl zaznamenáván vývoj pravých listů a jejich počet byl určován vizuálně prostou observací.

Šířka listu byla též měřena měřidlem s přesností 1 mm.

Na měření průměru kořenového krčku bylo použito kalibrované měřidlo s digitálním displejem. Bylo měřeno místo, kde vyrůstaly děložní lístky. Výsledek byl uváděn v mm.

Na měření hmotnosti byly rostliny rozděleny na nadzemní a podzemní část. Podzemní část byla nejprve řádně očištěna a omyta vodou od zbytku substrátu z kořenového balu, v případě paperpotů byl papír opatrně sundán, aby se kořenová část nepoškodila. Následně byly osušeny papírovými ubrousky. Obě části u každé varianty byly rozděleny ještě na dva způsoby stanovení vzorků. 5 kusů bylo použito na měření v čerstvém stavu a 5 kusů bylo určeno na

sušení. Měření hmotnosti rostlin proběhlo pomocí laboratorních vah, které zobrazují hmotnost s přesností na dvě desetinná místa. Vždy byla rostlina zvážena a její hodnota byla zaznamenána v gramech. Zvážené rostliny byly následně rozděleny do označených sáčku, kde byla nadzemní i podzemní část od sebe oddělena.

4.7 Metodika laboratorních rozborů

Byly prováděny rozborů pro stanovení chlorofylu a, b, karotenoidů, dusičnanů, vitamínu C, sušiny a spalné kalorimetrie. Pomocí přístroje RQflex 10 od firmy Merck bylo provedeno měření dusičnanů i vitamínu C na principu reflektometrie.

4.7.1 Stanovení chlorofylu a, b a karotenoidů

Pro stanovení chlorofylu a, b a karotenoidů byla použita navážka 1 g segmentů čerstvých listů salátu, které byly rozkrájeny na menší kousky do třecí misky. Do misky bylo přidáno malé množství křemenného písku, který při roztírání umožnil rozmělnění pletiva. Na špičku lžičky byl přidán $MgCO_3$ pro neutralizaci organických kyselin obsažených v rostlinném pletivu. Poté byl materiál rozetřen na homogenní kaši a po částech 10 cm^3 byl přidáván aceton – viz obr. 16. Po vyextrahování pigmentů do acetonu byl přefiltrován extrakt do odměrné baňky a ke zbytku ve třecí misce bylo přidáno 10 cm^3 acetonu. Postup se opakoval do té doby, než veškeré pigmenty přešly do acetonu – viz obr. 17.

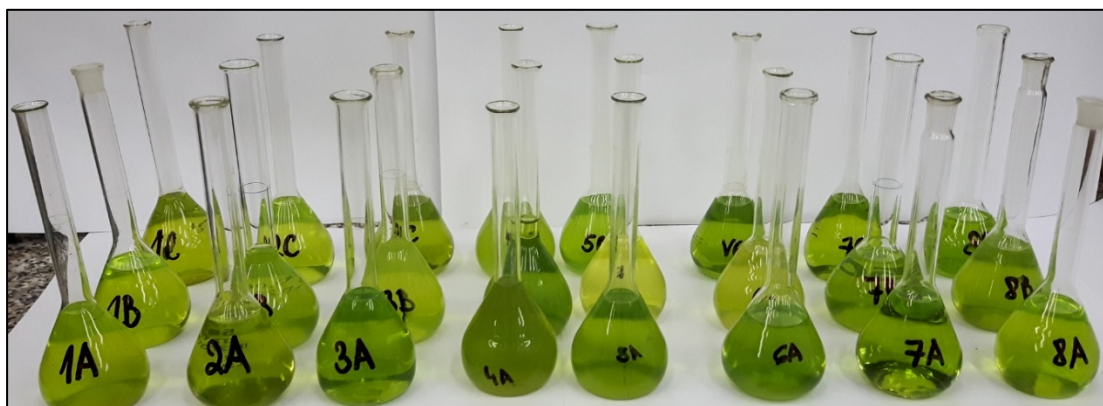


Obr. 16. Salát na menší kousky s přidáním křemenného písku a $MgCO_3$ (vlevo) | Do homogenní kaše byl přidán aceton (vpravo)



Obr. 17. Přefiltrování extraktu do odměrné baňky

Celkové množství extraktu v odměrné baňce bylo doplněno čistým acetonem po značku 50 ml. Poté se extrakt řádně proklepal – viz obr. 18.



Obr. 18. Připravené vzorky na stanovení chlorofylu a, b a karotenoidů

Následné měření probíhalo pomocí přístroje spektrofotometru Helios Gama (Thermo) – viz obr. 19. při vlnových délkách 470, 663, 644, 647 nm. Naměřené hodnoty byly dosazeny do uvedeného vzorce.

ARNON:

$$Ca = 12,25 * E_{663} - 2,79 * E_{647}$$

$$Cb = 21,50 * E_{647} - 5,10 * E_{663}$$

$$Cc = 1000 * E_{470} - 1,82.ca - 85,02 * cb / 198$$



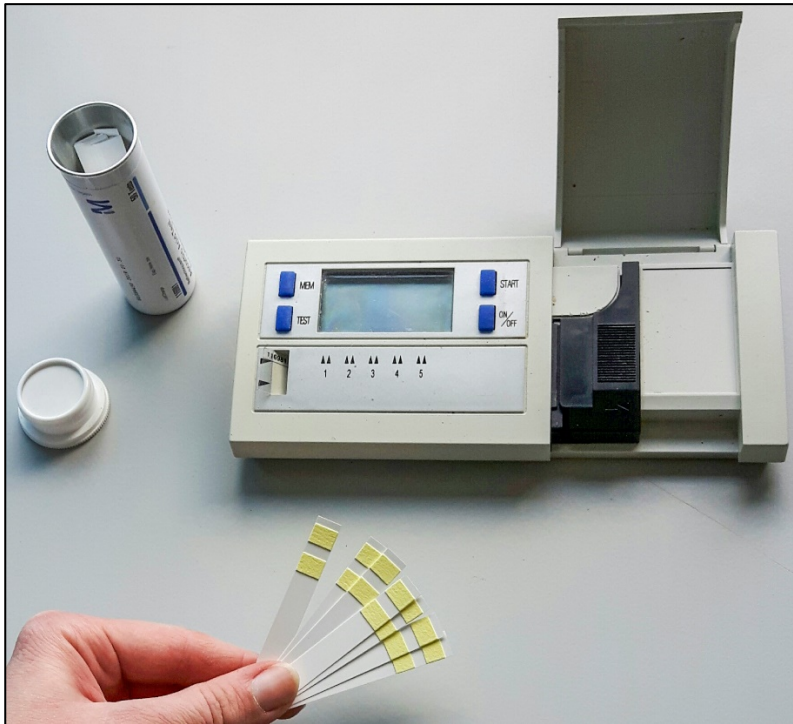
Obr. 19. Přístroj Helios Gama

4.7.2 Stanovení dusičnanů

Navážka pro vytvoření vzorku měla hmotnost 1 g čerstvé hmoty. Tato hmota byla předána do keramické třecí misky, kde byl salát rozmělněn na menší kousky. Poté byl vložen do kádinky. Do této čerstvé hmoty bylo přidáno 10 ml roztoku destilované vody. Následně byl vzorek zakryt hodinovým sklíčkem a vařil se po dobu jedné minuty. Tato směs se nechala vychladnout na 15-30 °C. Poté byla přecezena přes sítko a vložena do přístroje refraktometr – viz obr. 20. Po zmáčknutí tlačítka start bylo nutné současně ponořit analytický testovací proužek na přibližně 2 vteřiny do vzorku. Muselo se zajistit, aby byly ponořeny obě reakční zóny. Poté se muselo vyčkat 60 vteřin a až poté bylo možné vložit proužek do refraktometru, aby naměřil hodnotu. Naměřená hodnota byla vyjádřena v mg/l. Rozmezí, které je přístroj schopen rozlišit se pohybuje od 5-225 mg/l. Hodnoty se musely přepočítat dle následujícího vzorce, aby výsledky vyšly v mg/kg.

VZOREC:

Obsah dusičnanů (mg/kg) = naměřená hodnota (mg/l) * objem vody (ml) / hmotnost vzorku (g)



Obr. 20. Ukázka přístroje RQ flex 10

4.7.3 Stanovení vitamínu C

Pro stanovení analýzy vitamínu C bylo potřeba si nejprve připravit roztok, který byl vytvořen z 10 g kyseliny šťavelové na jeden litr destilované vody. Poté byly naváženy vzorky na digitálních váhách. Bylo použito 5 g čerstvé hmoty salátu. Následně se dal salát do kádinky a byl zalit 50 ml kyseliny šťavelové. Ta nám zabrání rychlé oxidaci vitamínu C při následném mixování. Vzorek byl mixován vždy 30 sekund a hned poté byl přefiltrován přes PVC sítko opět 30 sekund do nové čisté kádinky – viz obr. 21. Tímto způsobem připravený vzorek byl připraven k měření.



Obr. 21. Mixování vzorku s přidáním destilované vody a kyseliny šťavelové u přípravy vzorku vitamínu C (vlevo) | Přecezení přes sítko do nové kádinky (vpravo)

Měření se provádělo pomocí přístroje RQflex 10 od společnosti Merck. Po zapnutí přístroje bylo nutné nahrát správný kód k měření, který byl v krabičce s proužky. Poté se přístroj zapnul a spustilo se tlačítko start. Na displeji se začalo odpočítávat 15 sekund a v tu chvíli se musel proužek vložit do připraveného roztoku na 2 sekundy a následně oklepat, aby na něm nezůstalo přebytečné množství kapaliny. Jakmile přístroj začal pípat bylo nutné v posledních 5 vteřinách umístit proužek do přístroje, který nám následně ukázal hodnotu, která byla uváděna v mg/l. Tato naměřená hodnota se použila do vzorce. Přístroj byl schopen testovat v rozsahu od 25 do 450 mg/l.

VZOREC:

Vitamin C (mg/kg) = naměřená hodnota (mg/l) * objem kyseliny šťavelové(ml)/ navážka vzorku (g)

4.7.4 Stanovení sušiny

Stanovení obsahu sušiny proběhlo v laboratoři na katedře botaniky a fyziologie rostlin. Nejprve byla na digitálních váhách zvážena váženka, která byla vytvořena z alobalu. Poté do ní bylo umístěno 5 rostlin, které byly též zváženy a následně byla zapsána hodnota vzorku před sušením – viz obr. 22 a 23. Poté byly vzorky přemístěny do sušičky, kde probíhalo sušení 12 hodin při teplotě 85 °C. Po usušení byly vzorky opět zváženy a všechny údaje byly zapsány do tabulek pro následné výpočty a vyhodnocení.

Obsah sušiny v % = hmotnost usušeného vzorku / hmotnost čerstvého vzorku * 100



Obr. 22. Měření hmotnosti nadzemní a kořenové části před sušením 12. 4. 2020



Obr. 23. Připravené vzorky k sušení s údaji o hmotnosti v čerstvém stavu 12.4. 2020

4.7.5 Stanovení spalné kalorimetrie

Stanovení spalné kalorimetrie proběhlo v laboratoři na katedře botaniky a fyziologie rostlin. Nejprve byl usušený vzorek rozmixován v mixéru – viz. Obr. 24. Poté se od každé varianty navážil vzorek na digitálních váhách, který měl hmotnost od 0,30 do 0,50 g. Navážený vzorek byl nasypán na připravený filtrační papír, který byl poté smotán do ruličky – viz. Obr. 25. Následně se rulička přeložila na půl a zavázala drátkem – viz obr. 26. Takto připravený vzorek byl následně vložen do přístroje kalorimetr IKA C 200.



Obr. 24. Mixování sušeného vzorku



Obr. 25. Rozmixovaný vzorek vložený na filtrační papír (vlevo)
Vzorek smotaný do ruličky (vpravo)



Obr. 26. Připravený vzorek k určení spalné kalorimetrie

4.7.6 Vyhodnocení výsledků

Při zpracování jednotlivých údajů měření bylo použito MS Word 2010. Poté byly všechny výsledky vyhodnoceny pomocí programů CANOCO 5 (PCA) a STATISTICA 13.1 (ANOVA, post – hoc test Tukey HSD).

Mnohorozměrné analýzy objasňují zákonité struktury ve větším množství dat. Poskytují odpověď na otázky o vztazích prostředí, druhů, popřípadě jednotlivých snímků (Herben & Münzbergová 2013). Pro analýzu gradientů byla zvolena kanonická analýza s hladinou významnosti 1 % ($\alpha = 0,01$). CANOCO 5 počítá délky gradientu přímo v okně pro výběr ordinační metody. Pokud nejvyšší hodnota délky gradientu přesahuje hodnotu 4, je vhodné použít unimodální ordinační metodu pro vysvětlení variability. Pokud nejvyšší hodnota nepřesahuje hodnotu 4, je vhodné použít lineární ordinační metodu (Šmilauer & Lepš 2014). Pomocí PCA, byly shrnuty změny v růstových a fyziologických proměnných, který byla vypočítána ze středních, ale ne standardizovaných dat. Cílem této metody je redukce dimenzí s malou ztrátou variability. Jedná se o základní metodu mnohorozměrných statistických metod.

Analýzou rozptylu ANOVA byly vyhodnoceny vlivy jednoho faktoru (jednorozměrná analýza) nebo více faktorů (vícerozměrná analýza) na sledovaný znak. Na hladině významnosti 5 % tedy ($\alpha = 0,05$) testuje shodu více než dvou průměrů. V prvním kroku pomocí tzv. F – testu testuje vždy nulovou hypotézu, o shodě rozptylů testovaných souborů, tedy: $H_0: \sigma_1^2 =$

$\sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_k^2$, kde k je počet porovnávaných souborů. F – test srovnává variabilitu uvnitř testovaných souborů s variabilitou mezi testovanými soubory. Pokud je variabilita rozptylů nepravděpodobně velká, tedy hladina signifikace $p < \alpha$, zamítáme nulovou hypotézu o shodě rozptylů. Alespoň jeden soubor se významně liší od ostatních. Pro podrobnější vyhodnocení v tzv. post – hoc testu použijeme Tukeyův HSD test, který je vhodnější použít pro vyvážený soubor dat (Lepš & Šmilauter 2016).

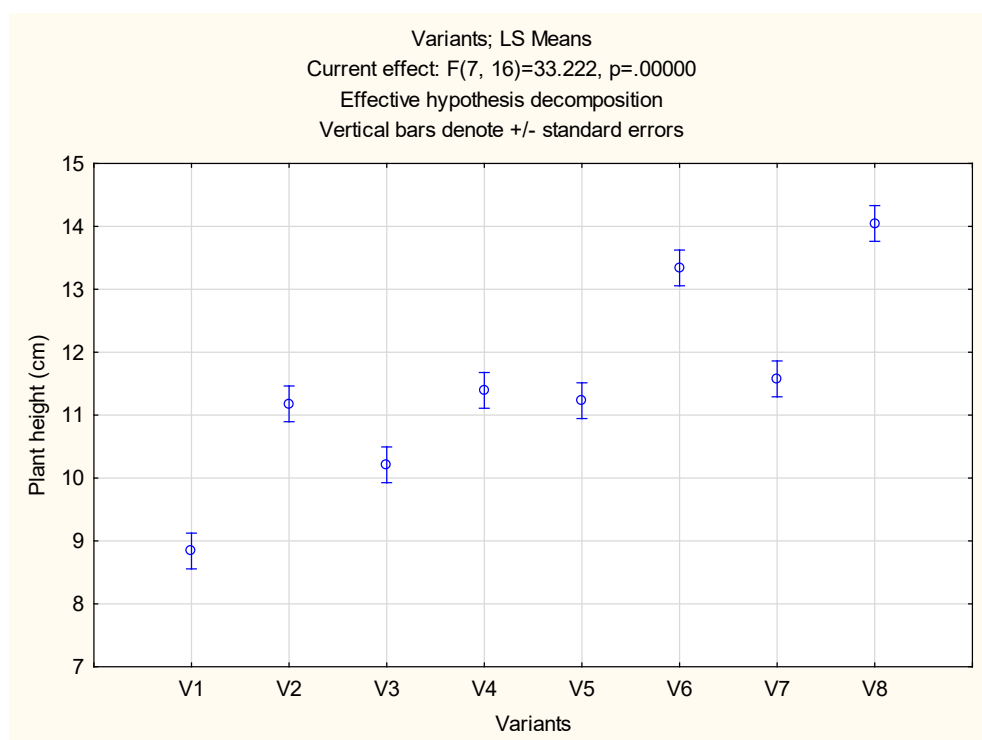
Pokud nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 5 %, nebyl v práci dále prezentován post – hoc test.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení jednotlivých parametrů

5.1.1 Hodnocení výšky rostliny

Vyhodnocení výšky rostlin bylo provedeno pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA – viz obr. 27. Analýzou rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl u výšky rostlin v jejich celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 27. Výška rostliny, varianty viz Metodika.

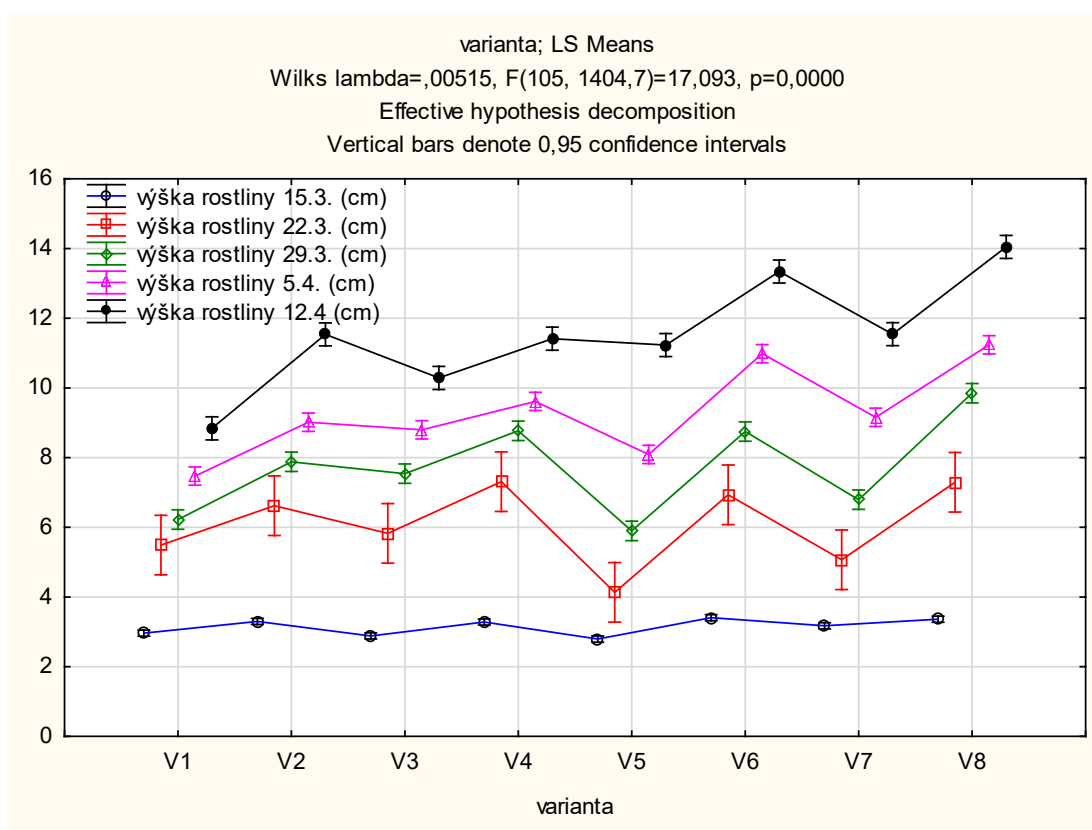
V tab. 1. vidíme výsledky podrobnějšího vyhodnocení této analýzy. Byl zde použit post-hoc Tukeyův HSD test, kterým byl zjištěn průkazný rozdíl u V1, V6 a V8.

Tukey HSD test; variable Plant height (cm) (Sejkorova_DP_data) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .24252, df = 16.000					
Cell No.	Variants	Plant height (cm) Mean	1	2	3
1	V1	8,84000		****	
3	V3	10,21000	****	****	
2	V2	11,17933	****		
5	V5	11,23000	****		
4	V4	11,39333	****		
7	V7	11,57667	****		
6	V6	13,34000			****
8	V8	14,04667			****

Tab. 1. Naměřené hodnoty výšky rostlin, varianty viz Metodika.

5.1.2 Průběžné hodnocení výšky rostliny

Vyhodnocení výšky rostlin v průběhu růstu bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu ANOVA – viz obr. 28. Jednorozměrnou analýzou rozptylu pro opakovaná měření, byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi průběhem výšky rostlin v jejich celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 28. Variabilita výšky rostlin v průběhu růstu, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. Podrobnou dynamiku a signifikační rozdíly dobře znázorňují tab. 2. až 6. Mezi kterými byly průkazné rozdíly v celém vývoji výšky rostlin. Především v posledním měření 12. 4. 2020.

TukeyHSD test; variable výška rostliny 15.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,06017, df = 232,00					
Cell No.	varianta	výška rostliny 15.3. (cm) Mean	1	2	3
5	V5	2,793333			****
3	V3	2,883333			****
1	V1	2,963333			****
7	V7	3,173333	****		
4	V4	3,283333	****	****	
2	V2	3,300000	****	****	
8	V8	3,363333	****	****	
6	V6	3,406667		****	

Tab. 2. Variabilita výšky rostliny 15.3. 2020, varianty viz Metodika.

TukeyHSD test; variable výška rostliny 22.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 5,6437, df = 232,00					
Cell No.	varianta	výška rostliny 22.3. (cm) Mean	1	2	3
5	V5	4,133333		****	
7	V7	5,070000		****	****
1	V1	5,490000	****	****	****
3	V3	5,826667	****	****	****
2	V2	6,620000	****		****
6	V6	6,933333	****		
8	V8	7,293333	****		
4	V4	7,310000	****		

Tab. 3. Variabilita výšky rostliny 22.3. 2020, varianty viz Metodika.

TukeyHSD test; variable výška rostliny 29.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,59696, df = 232,00							
Cell No.	varianta	výška rostliny 29.3. (cm) Mean	1	2	3	4	5
5	V5	5,896667	****				
1	V1	6,223333	****	****			
7	V7	6,793333		****			
3	V3	7,540000			****		
2	V2	7,880000			****		
6	V6	8,750000				****	
4	V4	8,770000				****	
8	V8	9,850000					****

Tab. 4. Variabilita výšky rostliny 29. 3. 2020, varianty viz Metodika.

Tukey HSD test; variable výška rostliny 5.4. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,52992, df = 232,00							
Cell No.	varianta	výška rostliny 5.4. (cm) Mean	1	2	3	4	5
1	V1	7,47000				****	
5	V5	8,09000					****
3	V3	8,79667	****				
2	V2	9,01667	****				
7	V7	9,15667	****	****			
4	V4	9,61333		****			
6	V6	10,98333			****		
8	V8	11,23667			****		

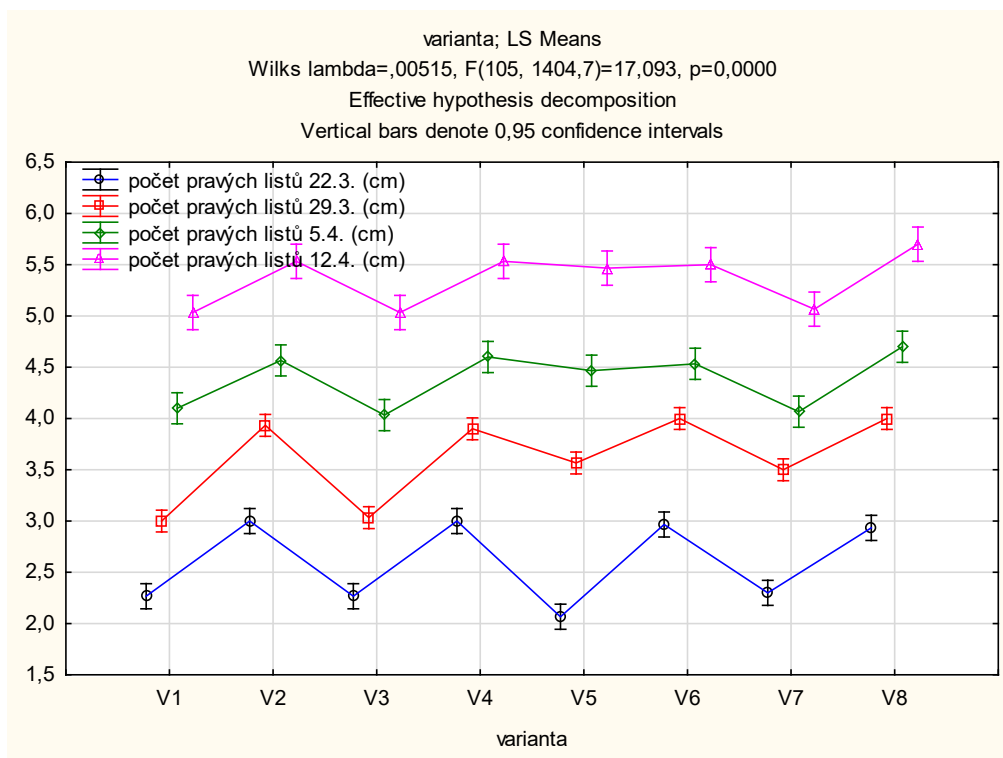
Tab. 5. Variabilita výšky rostliny 5. 4. 2020, varianty viz Metodika.

Tukey HSD test; variable výška rostliny 12.4 (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,84523, df = 232,00							
Cell No.	varianta	výška rostliny 12.4 (cm) Mean	1	2	3	4	
1	V1	8,84000			****		
3	V3	10,28667				****	
5	V5	11,23000	****				
4	V4	11,41333	****				
2	V2	11,53667	****				
7	V7	11,54333	****				
6	V6	13,34000		****			
8	V8	14,04667		****			

Tab. 6. Variabilita výšky rostliny 12. 4. 2020, varianty viz Metodika.

5.1.3 Hodnocení počtu pravých listů

Vyhodnocení počtu pravých listů bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu ANOVA – viz obr. 29. Jednorozměrnou analýzou rozptylu pro opakovaná měření, byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi počtem pravých listů v jejich celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 29. Variabilita počtu pravých listů, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. Podrobnou dynamiku a statistické rozdíly dobře znázorňují tab. 7. až 10. Mezi kterými byly průkazné rozdíly v celém vývoji počtu pravých listů. Nejvíce podstatné pro vyhodnocení bylo poslední měření 12. 4. 2020.

TukeyHSD test; variable počet pravých listů 22.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,11523, df = 232,00				
Cell No.	varianta	počet pravých listů 22.3. (cm) Mean	1	2
5	V5	2,066667	****	
3	V3	2,266667	****	
1	V1	2,266667	****	
7	V7	2,300000	****	
8	V8	2,933333		****
6	V6	2,966667		****
4	V4	3,000000		****
2	V2	3,000000		****

Tab. 7. Variabilita počtu pravých listů 22. 3. 2020, varianty viz Metodika.

TukeyHSD test; variable počet pravých listů 29.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,08793, df = 232,00					
Cell No.	varianta	počet pravých listů 29.3. (cm) Mean	1	2	3
1	V1	3,000000		****	
3	V3	3,033333		****	
7	V7	3,500000			****
5	V5	3,566667			****
4	V4	3,900000	****		
2	V2	3,933333	****		
8	V8	4,000000	****		
6	V6	4,000000	****		

Tab. 8. Variabilita počtu pravých listů 29. 3. 2020, varianty viz Metodika.

TukeyHSD test; variable počet pravých listů 5.4. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,17816, df = 232,00				
Cell No.	varianta	počet pravých listů 5.4. (cm) Mean	1	2
3	V3	4,033333		****
7	V7	4,066667		****
1	V1	4,100000		****
5	V5	4,466667	****	
6	V6	4,533333	****	
2	V2	4,566667	****	
4	V4	4,600000	****	
8	V8	4,700000	****	

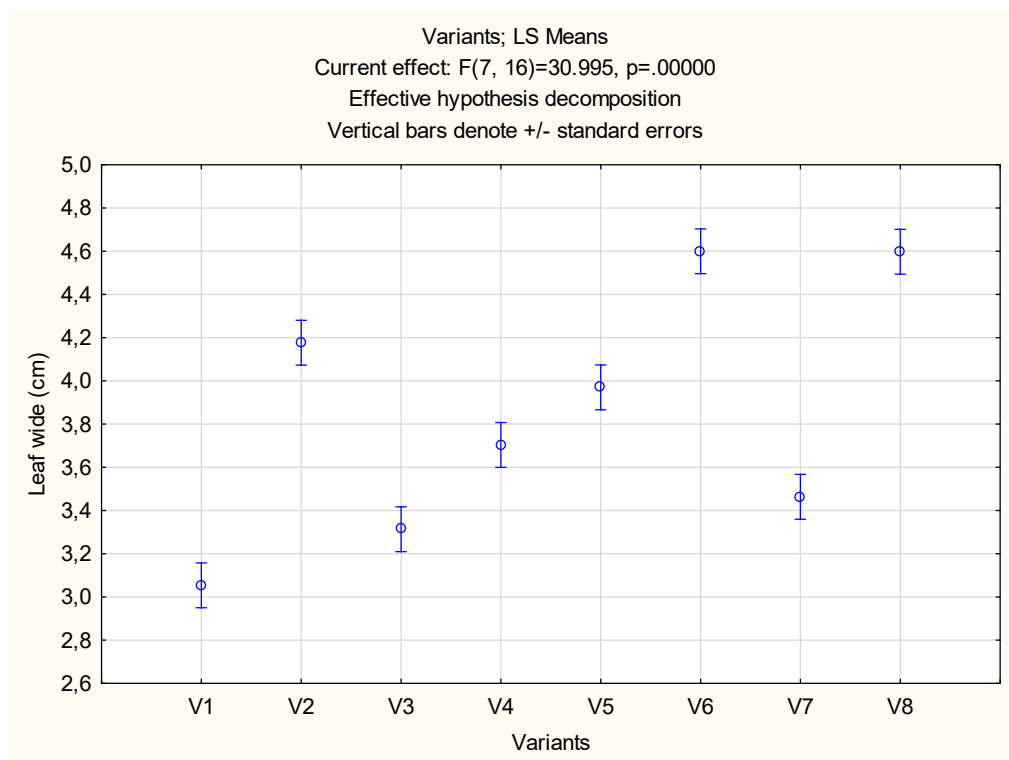
Tab. 9. Variabilita počtu pravých listů 5. 4. 2020, varianty viz Metodika.

TukeyHSD test; variable počet pravých listů 12.4. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,21552, df = 232,00				
Cell No.	varianta	počet pravých listů 12.4. (cm) Mean	1	2
1	V1	5,033333		****
3	V3	5,033333		****
7	V7	5,066667		****
5	V5	5,466667	****	
6	V6	5,500000	****	
4	V4	5,533333	****	
2	V2	5,533333	****	
8	V8	5,700000	****	

Tab. 10. Variabilita počtu pravých listů 12. 4. 2020, varianty viz Metodika.

5.1.4 Hodnocení šířky listu

Pomocí analýzy rozptylu ANOVA – viz obr. 30. byla vyhodnocena šířka listu salátu. Jednorozměrnou analýzou rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi šířkou listu v jejím celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 30. Šířka listu, varianty viz Metodika.

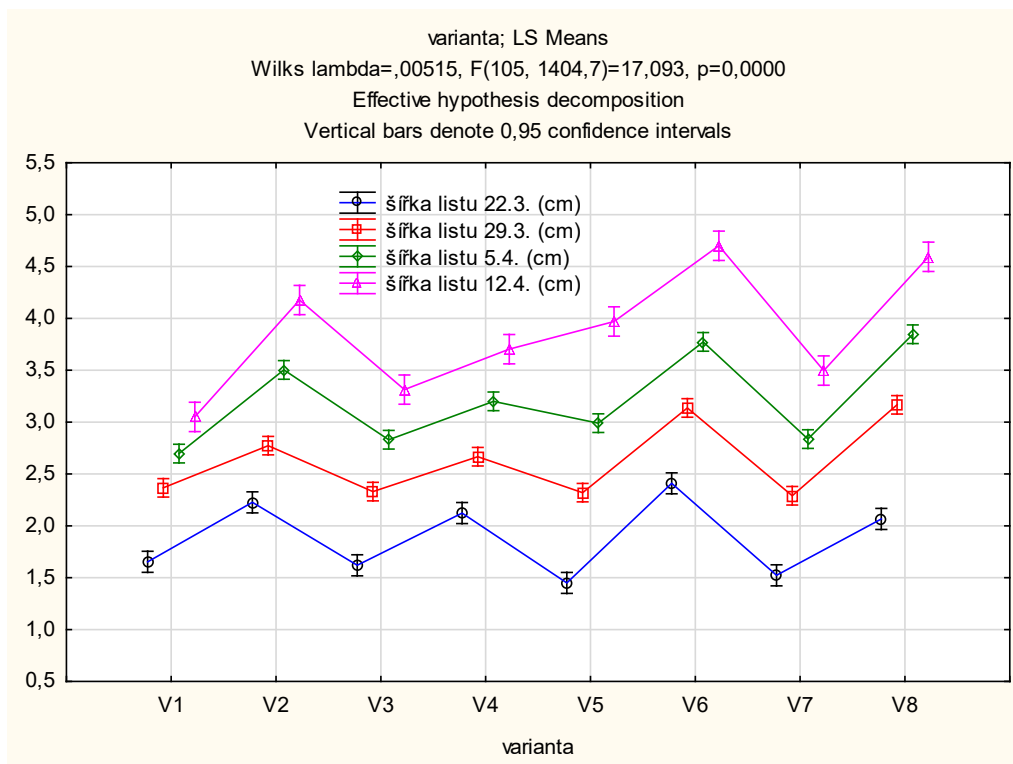
Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 11. Je vidět mezi kterými variantami byly průkazné rozdíly v celkové šířce listu salátu. Nejvíce se od ostatních liší V1, V8 a V6.

Tukey HSD test; variable Leaf wide (cm) (Sejkorova_DP_data) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .03228, df = 16.000							
Cell No.	Variants	Leaf wide (cm) Mean	1	2	3	4	5
1	V1	3,054000	****				
3	V3	3,313333	****	****			
7	V7	3,463333	****	****	****		
4	V4	3,703333		****	****	****	
5	V5	3,970000			****	****	
2	V2	4,176667				****	****
8	V8	4,597667					****
6	V6	4,600000					****

Tab. 11. Naměřené hodnoty šířky listu, varianty viz Metodika.

5.1.5 Průběžné hodnocení šířky listu

Pomocí analýzy rozptylu ANOVA – viz obr. 31. byla vyhodnocena šířka listu salátu. Jednorozměrnou analýzou rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi šířkou listu v jejím celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 31. Variabilita šírky listu, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. Podrobnou dynamiku a statistickými rozdíly, které dobře znázorňují tab. 12. až 15. Mezi kterými byly průkazné rozdíly v celém vývoji šírky listů. Nejvíce podstatné pro vyhodnocení bylo poslední měření 12. 4. 2020.

Tukey HSD test; variable šifka listu 22.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,07939, df = 232,00					
Cell No.	varianta	šifka listu 22.3. (cm) Mean	1	2	3
5	V5	1,450000	****		
7	V7	1,523333	****		
3	V3	1,620000	****		
1	V1	1,653333	****		
8	V8	2,066667		****	
4	V4	2,123333		****	
2	V2	2,226667		****	****
6	V6	2,410000			****

Tab. 12. Naměřené hodnoty šírky listu 22. 3. 2020, varianty viz Metodika.

Tukey HSD test; variable šířka listu 29.3. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,06141, df = 232,00					
Cell No.	varianta	šířka listu 29.3. (cm) Mean	1	2	3
7	V7	2,290000	****		
5	V5	2,320000	****		
3	V3	2,330000	****		
1	V1	2,366667	****		
4	V4	2,666667		****	
2	V2	2,773333		****	
6	V6	3,136667			****
8	V8	3,166667			****

Tab. 13. Naměřené hodnoty šířky listu 29. 3. 2020, varianty viz Metodika.

Tukey HSD test; variable šířka listu 5.4. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,06247, df = 232,00							
Cell No.	varianta	šířka listu 5.4. (cm) Mean	1	2	3	4	5
1	V1	2,696667	****				
3	V3	2,830000	****	****			
7	V7	2,836667	****	****			
5	V5	2,990000		****			
4	V4	3,200000				****	
2	V2	3,503333					****
6	V6	3,773333			****		
8	V8	3,846667			****		

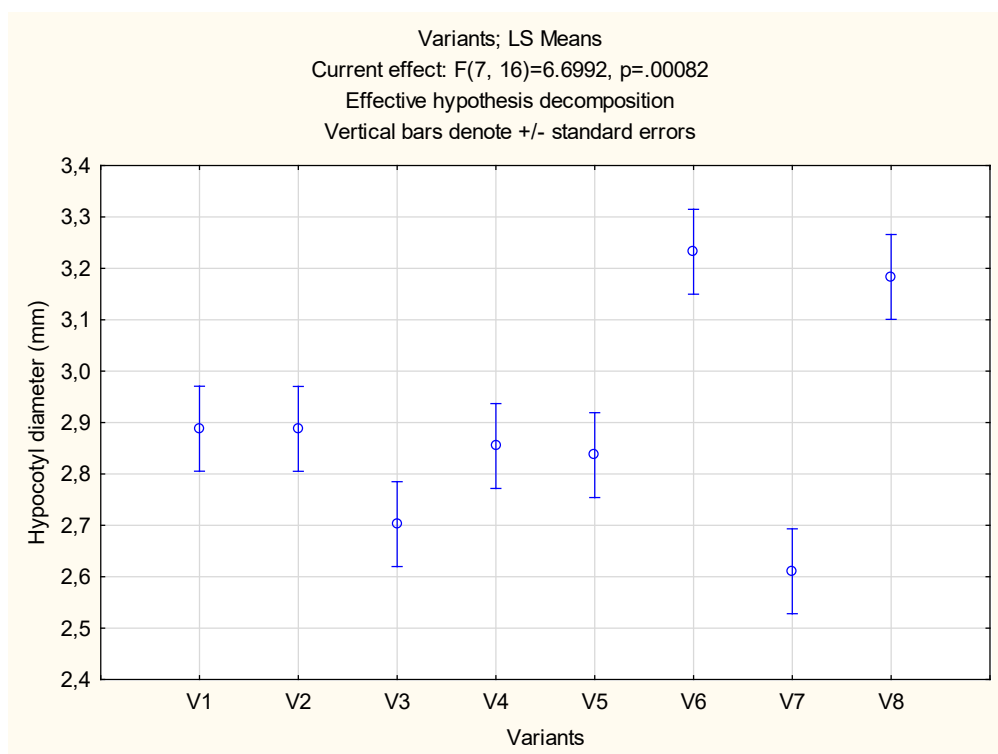
Tab. 14. Naměřené hodnoty šířky listu 5. 4. 2020, varianty viz Metodika.

Tukey HSD test; variable šířka listu 12.4. (cm) (měření výsledky) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,15450, df = 232,00								
Cell No.	varianta	šířka listu 12.4. (cm) Mean	1	2	3	4	5	6
1	V1	3,050000	****					
3	V3	3,313333	****	****				
7	V7	3,496667		****	****			
4	V4	3,703333			****	****		
5	V5	3,970000				****	****	
2	V2	4,176667					****	
8	V8	4,593333						****
6	V6	4,700000						****

Tab. 15. Naměřené hodnoty šířky listu 12. 4. 2020, varianty viz Metodika.

5.1.6 Hodnocení průměru kořenového krčku

Průměr kořenového krčku byl vyhodnocen pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA, který je zobrazen na obr. 32. Analýzou rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi průměry kořenového krčku v jejich celkovém vyhodnocení. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 32. Průměr kořenového krčku, varianty viz Metodika.

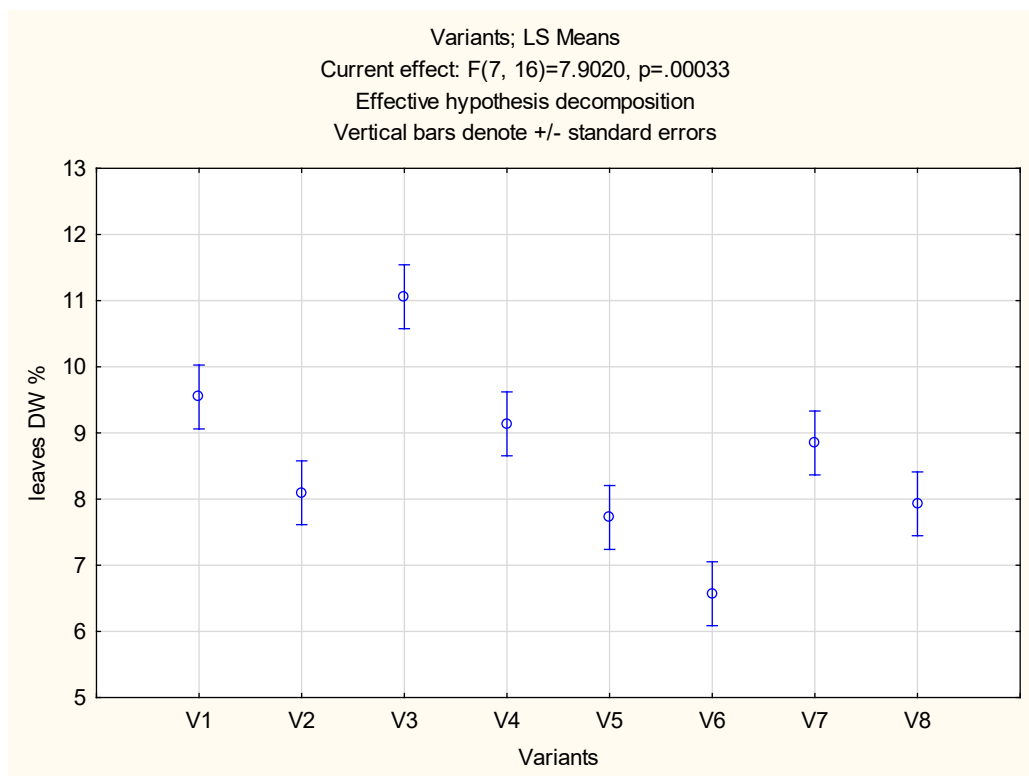
Na podrobnější analýzu byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 16. Je vidět mezi kterými průměry kořenového krčku byly průkazné rozdíly. Nejvíce se lišily varianty V7, V3, V8 a V6 od ostatních variant.

Tukey HSD test; variable Hypocotyl diameter (mm) (Sejkorova_DP_data)				
Homogenous Groups, alpha = .05000				
Error: Between MS = .02047, df = 16.000				
Cell No.	Variants	Hypocotyl diameter (mm) Mean	1	2
7	V7	2,610667	****	
3	V3	2,702333	****	
5	V5	2,836667	****	****
4	V4	2,854333	****	****
2	V2	2,887667	****	****
1	V1	2,888000	****	****
8	V8	3,183333		****
6	V6	3,232333		****

Tab. 16. Naměřené hodnoty průměru kořenového krčku, varianty viz Metodika.

5.1.7 Hodnocení obsahu sušiny

Vyhodnocení procenta sušiny v nadzemní části rostlin bylo provedeno pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA – viz. Obr. 33. Pomocí analýzy rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi variantami v celkovém obsahu sušiny v nadzemní části rostlin. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



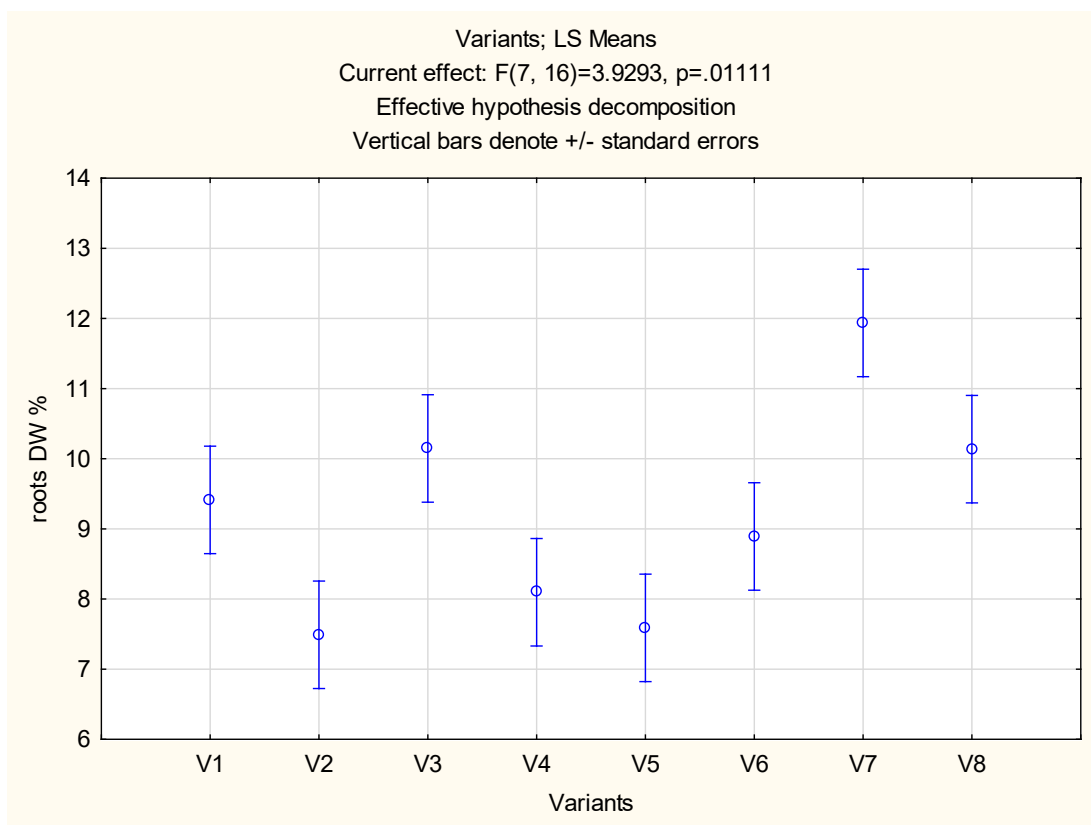
Obr. 33. Obsah sušiny v nadzemní části rostlin, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější analýzu byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 17. Je názorně vidět mezi kterými procenty sušiny v nadzemní části rostlin byly průkazné rozdíly. Nejvíce se lišily varianty V6 a V3 od všech ostatních.

Tukey HSD test; variable leaves DW % (Sejkorova_DP_data)					
Homogenous Groups, alpha = .05000					
Error: Between MS = .69864, df = 16.000					
Cell No.	Variants	leaves DW % Mean	1	2	3
6	V6	6,57010		****	
5	V5	7,72243	****	****	
8	V8	7,92907	****	****	
2	V2	8,09583	****	****	
7	V7	8,84832	****	****	****
4	V4	9,13733	****		****
1	V1	9,54418	****		****
3	V3	11,05887			****

Tab. 17. Naměřené hodnoty obsahu sušiny v nadzemní části rostlin, varianty viz Metodika

Vyhodnocení procenta sušiny v kořenové části rostlin bylo provedeno pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA – viz. Obr. 34. Pomocí analýzy rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi variantami v celkovém procentu sušiny v kořenové části. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 34. Obsah sušiny v kořenové části rostlin, varianty viz Metodika.

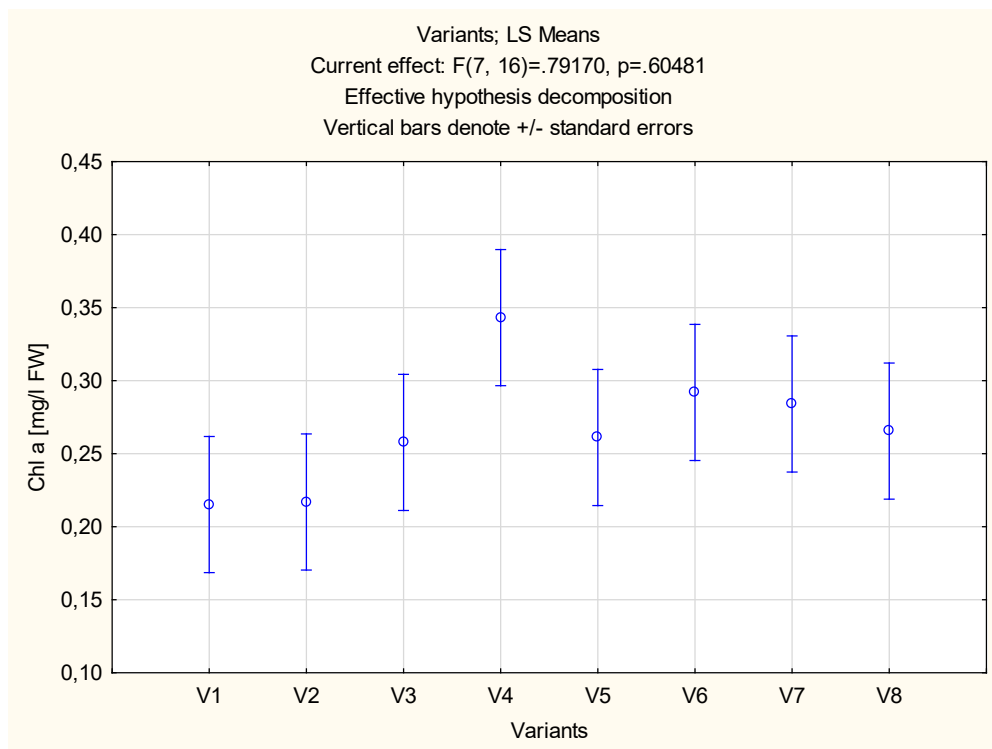
Na podrobnější analýzu byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 18. Je znázorněno, mezi kterými procenty sušiny v kořenové části rostlin byly průkazné rozdíly. Nejvíce se lišily varianty V2, V5, V4 A V7.

Tukey HSD test; variable roots DW % (Sejkorova_DP_data)				
Homogenous Groups, alpha = .05000				
Error: Between MS = 1.7603, df = 16.000				
Cell No.	Variants	roots DW % Mean	1	2
2	V2	7,49082	****	
5	V5	7,58881	****	
4	V4	8,09752	****	
6	V6	8,89236	****	****
1	V1	9,41379	****	****
8	V8	10,13775	****	****
3	V3	10,14749	****	****
7	V7	11,93691		****

Tab. 18. Naměřené hodnoty obsahu sušiny v kořenové části rostlin, varianty viz Metodika.

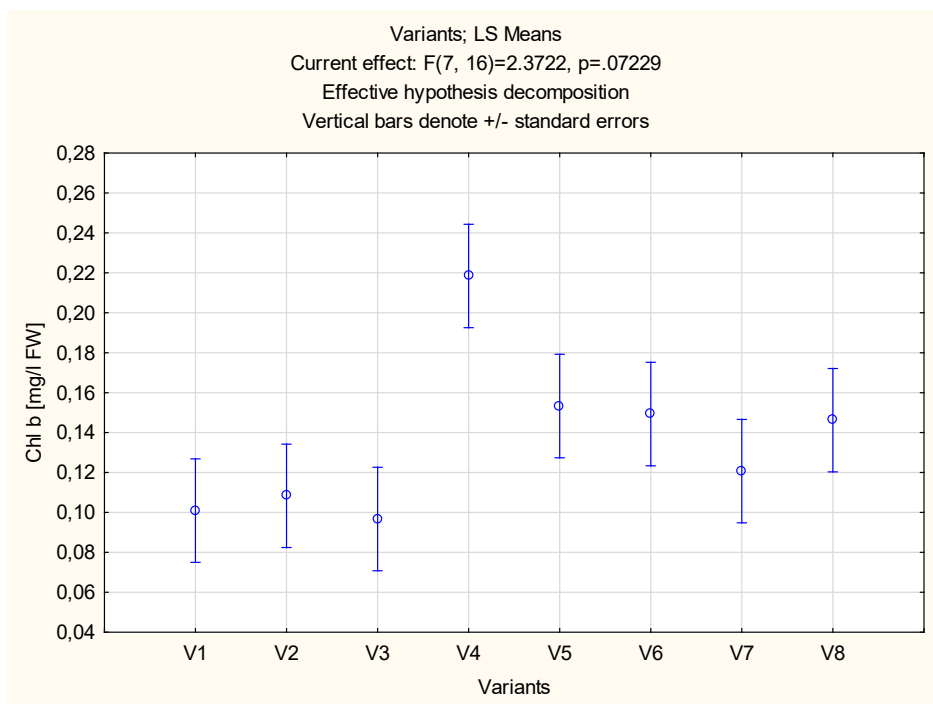
5.1.8 Hodnocení chlorofylu a, b a karotenoidů

Celkové hodnocení obsahu chlorofylu a – viz obr. 35. vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl chlorofylu a v jeho celkovém obsahu. Tento rozdíl nebyl prokázán na hladině významnosti 5 %. Nebyl zde zjištěn statisticky průkazný rozdíl v celkovém obsahu chlorofylu a.



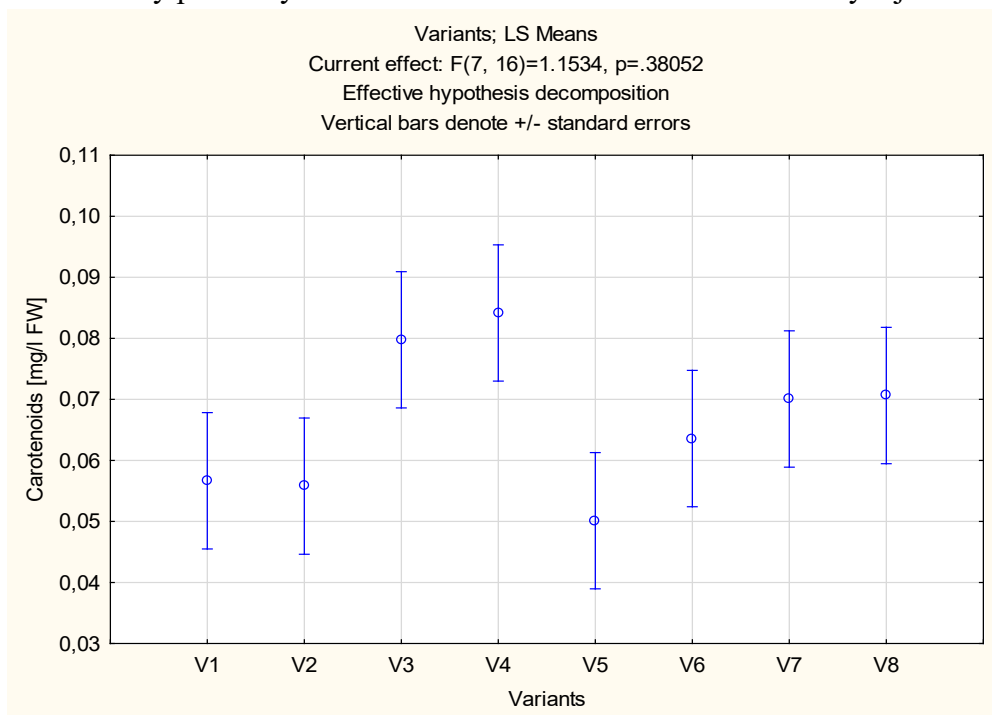
Obr. 35. Chlorofyl a, varianty viz Metodika.

Hodnocení celkového obsahu chlorofylu b – viz obr. 36. vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl chlorofylu b v jeho celkovém obsahu. Tento rozdíl nebyl prokázán na hladině významnosti 5 %. Nebyl zde zjištěn statisticky průkazný rozdíl v celkovém obsahu chlorofylu b.



Obr. 36. Chlorofyl b, varianty viz Metodika.

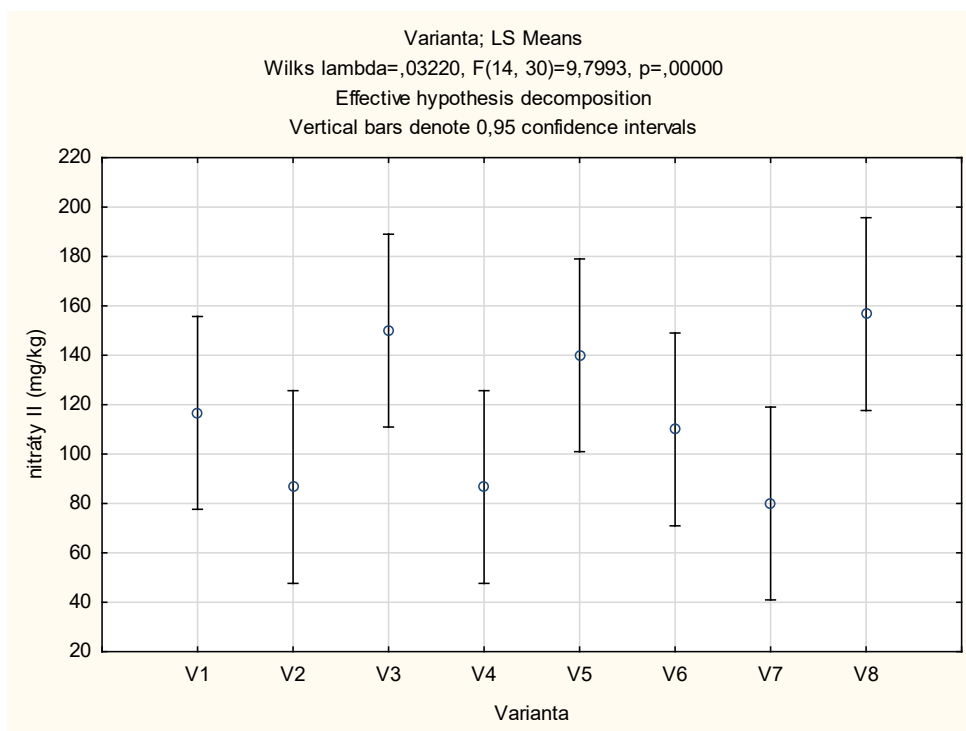
Celkové hodnocení obsahu karotenoidů – viz obr. 37. vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl karotenoidů v jejich celkovém obsahu. Na hladině významnosti 5 % tento rozdíl nebyl prokázán. Statisticky průkazný rozdíl v celkovém obsahu karotenoidů nebyl zjištěn.



Obr. 37. Karotenoidy, varianty viz Metodika.

5.1.9 Hodnocení dusičnanů

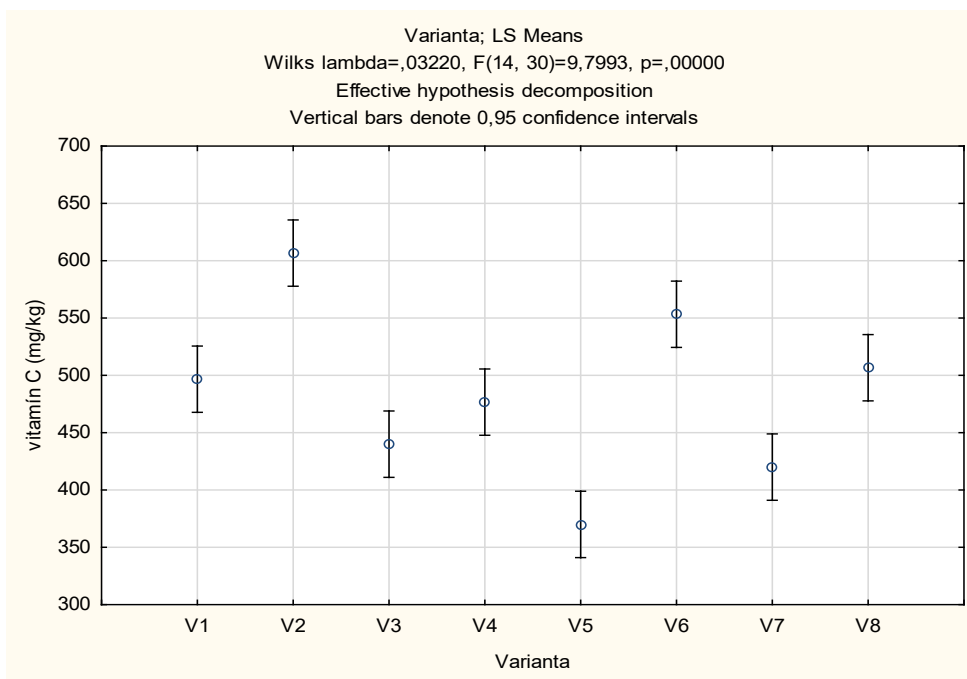
Celkové obsahy dusičnanů byly vyhodnoceny jednorozměrnou analýzou rozptylu ANOVA – viz. Obr. 38. Analýzou rozptylu byl testován rozdíl dusičnanů v jejich celkovém obsahu na hladině významnosti 5 %. Mezi obsahy dusičnanů ve všech variantách nebyl žádný statisticky významný rozdíl.



Obr. 38. Obsah dusičnanů, varianty viz Metodika.

5.1.10 Hodnocení vitamínu C

Vyhodnocení vitamínu C bylo provedeno pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA – viz. Obr. 39. Pomocí analýzy rozptylu byl na hladině významnosti 5 % testován rozdíl mezi variantami v celkovém obsahu vitamínu C. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 39. Obsah vitamínu C, varianty viz Metodika.

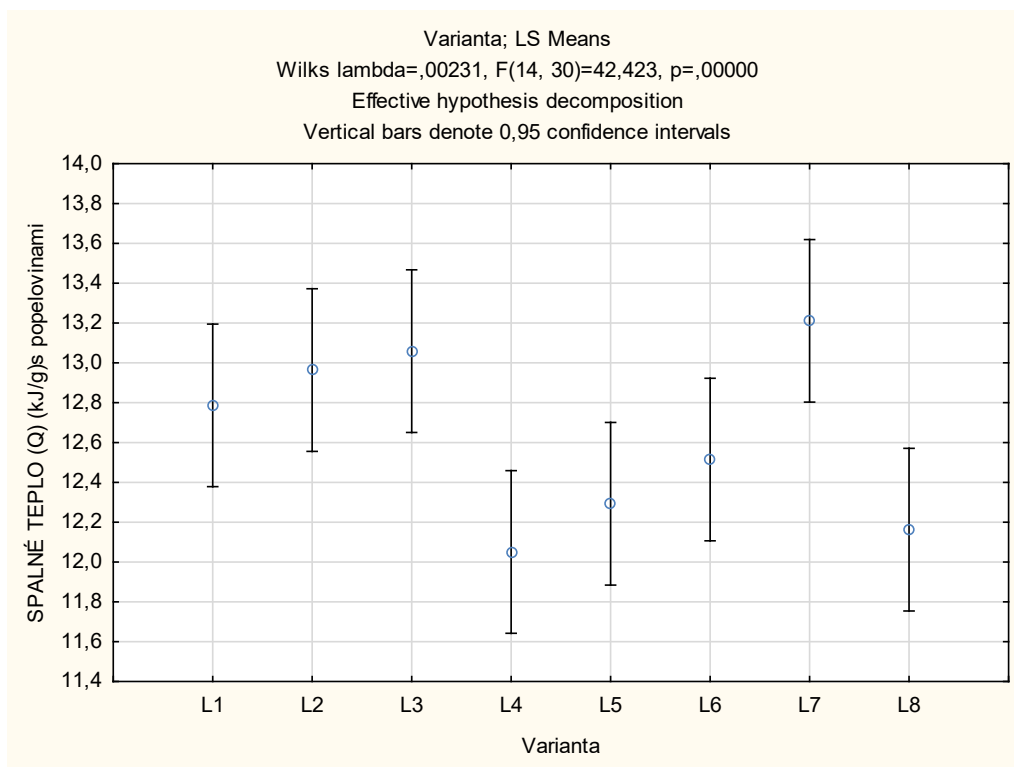
Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HDS test. V tab. 19. Je vidět mezi kterými variantami byly průkazné rozdíly v celkovém obsahu vitamínu C. Nejvíce se od ostatních liší V5 a V2.

Tukey HSD test; variable vitamín C (mg/kg) (Spreadsheet1)							
Homogenous Groups, alpha = ,05000							
Error: Between MS = 558,33, df = 16,000							
Cell No.	Varianta	vitamín C (mg/kg) Mean	1	2	3	4	5
5	V5	370,0000				****	
7	V7	420,0000		****		****	
3	V3	440,0000	****	****			
4	V4	476,6667	****	****			
1	V1	496,6667	****		****		
8	V8	506,6667	****		****		
6	V6	553,3333			****		****
2	V2	606,6667					****

Tab. 19. Naměřené hodnoty vitamínu C, varianty viz Metodika.

5.1.11 Hodnocení spalné kalorimetrie

Celkové hodnocení spalného tepla s popelovinami v nadzemní části – viz obr. 40. Vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl mezi spalným teplem v nadzemní části rostlin v jejich celkovém obsahu. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



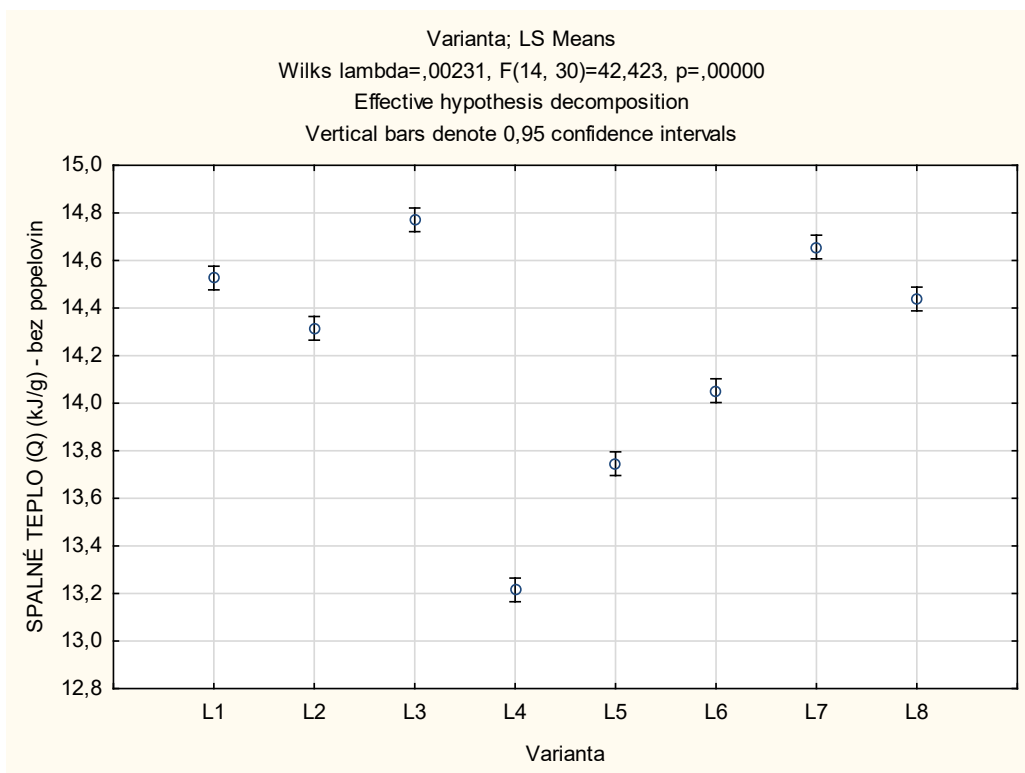
Obr. 40. Spalné teplo s popelovinami v nadzemní části, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 20. Je vidět mezi kterými variantami byly průkazné rozdíly v celkovém spalném teple s popelovinami v nadzemní části rostlin. Nejvíce se od ostatních liší V4 a V7.

TukeyHSD test; variable SPALNÉ TEPLLO (Q) (kJ/g)s popelovinami (Kopie - spalná kalorimetrie) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,11126, df = 16,000					
Cell No.	Varianta	SPALNÉ TEPLLO (Q) (kJ/g)s popelovinami Mean	1	2	3
4	L4	12,05054	****		
8	L8	12,16239	****	****	
5	L5	12,29254	****	****	****
6	L6	12,51454	****	****	****
1	L1	12,78661	****	****	****
2	L2	12,96368	****	****	****
3	L3	13,05903		****	****
7	L7	13,21097			****

Tab. 20. Naměřené hodnoty spalného tepla s popelovinami v nadzemní části, varianty viz Metodika.

Celkové hodnocení spalného tepla bez popelovin v nadzemní části – viz obr. 41. vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl mezi spalným teplem v nadzemní části rostlin v jejich celkovém obsahu. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



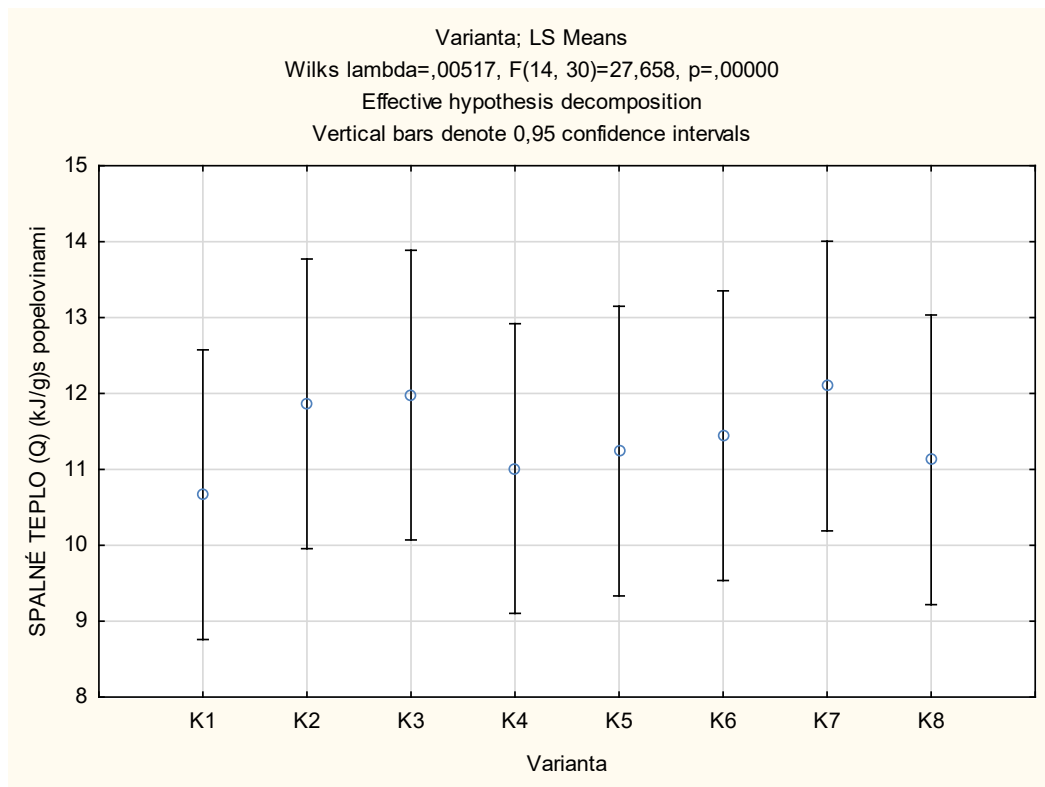
Obr. 41. Spalné teplo bez popelovin v nadzemní části, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 21. Je znázorněno, mezi kterými variantami byly průkazné rozdíly v celkovém spalném teple bez popelovin v nadzemní části rostlin. Nejvíce se od ostatních liší V4, V5, V6 a V2.

Tukey HSD test; variable SPALNÉ TEPLLO (Q) (kJ/g) - bez popelovin (Kopie - spalná kalorimetrie) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00166, df = 16,000								
Cell No.	Varianta	SPALNÉ TEPLLO (Q) (kJ/g) - bez popelovin Mean	1	2	3	4	5	6
4	L4	13,21500			****			
5	L5	13,74575				****		
6	L6	14,05266					****	
2	L2	14,31476						****
8	L8	14,43803	****					
1	L1	14,52618	****					
7	L7	14,65666		****				
3	L3	14,77111		****				

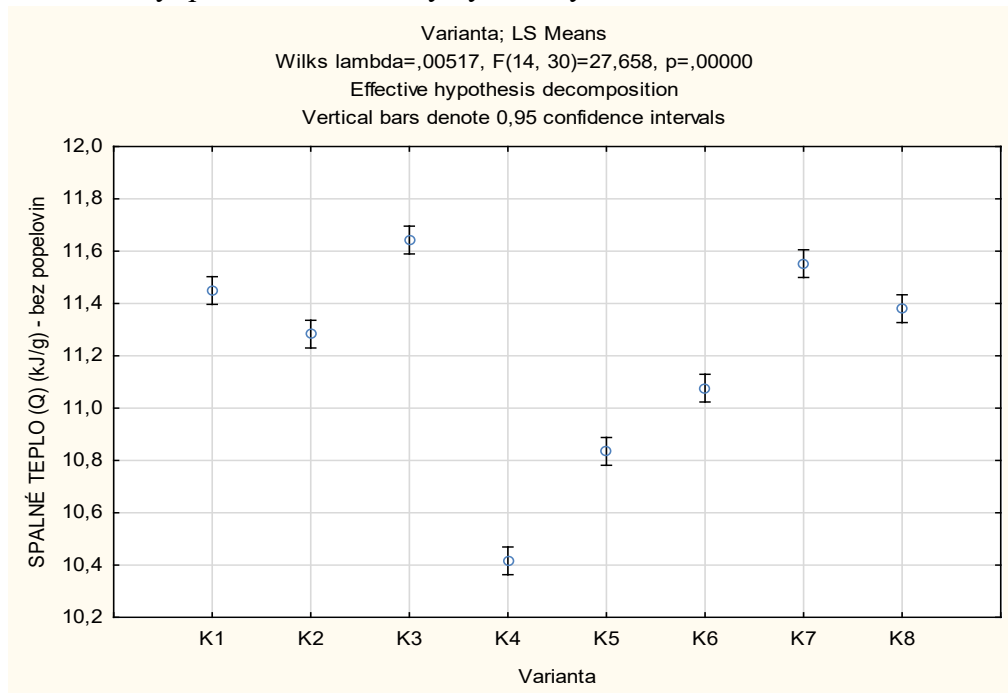
Tab. 21. Naměřené hodnoty spalného tepla bez popelovin v nadzemní části, varianty viz Metodika.

Celkové hodnocení spalného tepla s popelovinami v kořenové části viz obr. 42. Vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl mezi spalným teplem v jejich celkovém obsahu. Na hladině významnosti 5 % tento rozdíl nebyl prokázán. Nebyl zde zjištěn statisticky průkazný rozdíl v celkovém spalném teple s popelovinami v kořenové části.



Obr. 42. Spalné teplo s popelovinami v kořenové části, varianty viz Metodika.

Celkové hodnocení spalného tepla bez popelovin v kořenové části – viz obr. 43. vyhodnocené pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu ANOVA na hladině významnosti 5 % byl testován rozdíl mezi spalným teplem v kořenové části rostlin v jejich celkovém obsahu. Na hladině významnosti 5 % byl prokázán statisticky významný rozdíl.



Obr. 43. Spalné teplo bez popelovin v kořenové části, varianty viz Metodika.

Pro podrobnější vyhodnocení byl použit post – hoc Tukeyův HSD test. V tab. 22. Je znázorněno, mezi kterými variantami byly průkazné rozdíly v celkovém spalném teple bez popelovin v kořenové části rostlin. Nejvíce se od ostatních liší V4, V5 a V6.

Tukey HSD test; variable SPALNÉ TEPLŮ (Q) (kJ/g) - bez popelovin (Kopie - spalná kalorimetrie) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00188, df = 16,000									
Cell No.	Varianta	SPALNÉ TEPLŮ (Q) (kJ/g) - bez popelovin Mean	1	2	3	4	5	6	7
4	K4	10,41613					****		
5	K5	10,83456						****	
6	K6	11,07637							****
2	K2	11,28295	****						
8	K8	11,38017	****	****					
1	K1	11,44964		****	****				
7	K7	11,55243			****	****			
3	K3	11,64266				****			

Tab. 22. Naměřené hodnoty spalného tepla bez popelovin, varianty viz Metodika.

6 Diskuze

Na základě statistického vyhodnocení lze říci, že jednotlivé sledované parametry vykazovaly různé výsledky.

Z průběhu měření výšky rostlin – viz Obr. 28. bylo zjištěno, že od začátku růstu se pomaleji vyvíjela varianta 5 – odrůda 'Maršálus' v substrátu Profi, která ale v posledním měření dosáhla 11,2 cm.

Naopak varianta 1 - odrůda 'Maršálus' v substrátu Profi v paperpotech ze začátku rostla uspokojivě a od poloviny měření bylo zjištěno, že se růst oproti ostatním odrůdám pozastavil. V posledním měření byla hodnota 8,8 cm nejnižší ze všech. Nejvyšší oproti tomu byla varianta 8 – Král Máje v substrátu Gramosemi CC 20 s hodnotou 14 cm. U varianty 1 to mohlo být způsobeno umístěním sadbovače, který se nacházel uprostřed a mohl být zastiňován variantami, které rostly rychleji.

U počtu pravých listů byla variabilita od začátku růstu různorodá. V posledním měření, ale všechny varianty dosáhly 5 až 6 pravých listů, což odpovídá prodejní velikosti, kterou udává i Petříková et al. (2012).

Šířka listu – viz obr. 31. u nejnižší naměřené hodnoty byla 3 cm u varianty 1 - odrůdy 'Maršálus' v substrátu Profi v paperpotech. Nejvyšší naopak 4,7 cm u varianty 6 - odrůdy 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20.

Důvodem rozdílných hodnot se autor domnívá, že je způsobeno použitím různého typu substrátu a může mít vliv i rozdílný způsob pěstování. Vizualní prostou observací bylo zjištěno, že významnou roli zde má i odrůda. Odrůda 'Král Máje 1' od hypokotylu měla úzce protažený tvar a nahoře se začala rozšiřovat, kdežto odrůda 'Maršálus' se rozšiřovala postupně. To může být dáno tím, že je zde genetický posun ve šlechtění. Odrůda 'Král Máje 1' je na trhu k dostání již od roku 1967 a 'Maršálus' patří mezi novější odrůdu, která byla registrována roku 2009. (<https://ec.europa.eu/>).

Dalším hodnoceným znakem byl průměr kořenového krčku – viz obr. 32, který byl nejnižší u varianty 7 – odrůdy 'Král Máje 1' v substrátu Profi a to 2,6 mm. Nejvyšší naopak u odrůdy 6 - 'Maršálus' v substrátu Gramoflor s hodnotou 3,2 mm. Zajímavé je, že varianta 1 - odrůda 'Maršálus' v substrátu Profi v paperpotech má třetí největší průměr kořenového krčku 2,88 mm a vzrůstně je nejmenší. Lze usuzovat, že je i díky tomu kompaktnější.

Každá varianta měla jinou dynamiku růstu. Obecně lze konstatovat, že větší rostliny s širšími listy i větším průměrem kořenového krčku byly u variant ve kterých byl použit substrát Gramosemi CC 20. Z toho můžeme usuzovat, že je zde vhodnější složení substrátu, které se skládá z 60 % bílé rašeliny s přidáním 20 % černé rašeliny a obohacením o *Trichoderma harzianum* oproti substrátu Profi, kde je složení pouze ze 100 % bílé rašeliny.

Byla tedy potvrzena studie autorů Fiorentino et al. 2018; Caruso et al. 2020; Di Mola et al. 2020; Roupheal et al. 2020, kteří se shodují, že ošetření přípravkem *Trichoderma* poskytuje vyšší výnosy a lepší zdravotní stav u hlávkového salátu.

O variantách pěstovaných v paperpotech lze obecně říci, že měly oproti pěstování v plastových kónických sadbovačích kompaktnější tvar, který byl hodnocen vizuálně prostou observací.

Zásadní bylo vypěstovat sadbu zeleniny v prodejní velikosti 5 až 6 pravých listů, což splnily všechny varianty k datu sklizně.

Výsledky mohly být ovlivněny mnoha činiteli např. výkyvy teplot, nepravidelnou záhlvkou či světelným zářením. Pokud je větší oteplení v uzavřeném prostoru ve skleníku, není tak rychlá cirkulace vzduchu při kolísavých proměnách.

V laboratorních podmínkách byl stanoven obsah sušiny. Nejvyšší obsah v nadzemní části byl naměřen u varianty 3 odrůdy 'Král Máje 1', substrát Profi a technologií paperpot s obsahem 11,05 % a naopak nejnižší obsah sušiny v nadzemní části byl 6,57 % u varianty 6 – odrůdy 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20. V kořenové části nejvyšší obsah sušiny byl u varianty 7, odrůdy 'Král Máje 1' v Profi substrátu s 11,93 % a nejnižší u varianty 2 – odrůdy 'Maršálus' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech s obsahem 7,49 % - viz obr. 33., 34.

Dle Kopce (1998) a Petříkové et al. (2006) by obsah sušiny měl být u salátu hlávkového kolem 5,3 %. (Koudela & Petříková 2008) uvádí ze svého pokusu, který proběhl v letech 1998-1999 na Zahradnické fakultě v Lednici obsah sušiny 5,9 až 14 %.

Rozdílné výsledky mohly být způsobeny pěstováním rozdílných odrůd.

Další stanovení proběhlo u fotosyntetických pigmentů chlorofylu a, b a karotenoidů pomocí spektrofotometru. Z vyplývajících výsledků (Obr. 35., 36.) bylo zjištěno, že varianta 4 – odrůda 'Král Máje 1' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech obsahovala nejvíce chlorofylu s hodnotou 0,34 mg/l a nejméně měla varianta 1 – odrůda 'Maršálus' v substrátu Profi v paperpotech s hodnotou 0,21 mg/l. U stanovení chlorofylu b nejnižší hodnota byla 0,09 mg/l u varianty 3 odrůdy 'Král Máje 1' v substrátu Profi v paperpotech a výrazně vyšší hodnota byla u varianty 4 – odrůda 'Král Máje 1' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech s hodnotou 0,21 mg/l.

U stanovení karotenoidů (Obr. 37.) též nejvíce obsahovala varianta 4 – odrůda 'Král Máje 1' v substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech s hodnotou 0,084 mg/l a nejnižší hodnota byla stanovena u varianty 5 – odrůdy 'Maršálus' v substrátu Profi s hodnotou 0,050 mg/l.

Lichtenthaler & Buschmann (2001) uvádí, že nízký obsah chlorofylů je také ovlivněn v jaké poloze jsou listy na rostlině a jak moc jsou osluněny.

Rozdíl v pigmentech z jednoho měření nemusí být zcela reálný, protože se poměr může měnit. Během vodního stresu se může zmenšovat nebo naopak zvětšovat při růstu hlávky. Z naměřených výsledků tedy nelze usuzovat žádný závěr, neboť byly zkoumány na začátku vývoje růstu a v konečném produktu hlávky se hodnoty budou lišit.

Sledovaný obsah dusičnanů – viz Obr. 38. se v nejvyšších hodnotách pohyboval u varianty 8 'Král Máje 1' v substrátu Gramosemi CC 20 s obsahem 156,6 mg NO₃/kg a nejnižší u varianty 7 'Král Máje 1' v substrátu Profi s obsahem 80 mg NO₃/kg. Dle nařízení Evropské komise EU č. 1258/2011 je maximální limit dusičnanů v hlávkovém salátu pro sklizeň od 1. 4. do 30. 9. pěstovaným pod ochranným krytem 4000 mg NO₃/kg a na otevřených plochách 3000 mg NO₃/kg.

Koudela et al. (2012) ve svém experimentu pěstování hlávkového salátu v polních podmínkách, který proběhl v letech 2009-2011, uvádí výsledky obsahu dusičnanů od 131,7 do 936 mg NO₃/kg. Petříková (2004) ve svém pokusu v integrovaném pěstování uvádí hodnoty 302 až 530 mg NO₃/kg, které byly z pěstované odrůdy 'Král Máje 1' stejně jako tomu bylo v autorově pokusu.

U žádné z variant nebyl překročen limit na přítomnost obsahu dusičnanů. Rozdíly v naměřených hodnotách se liší od provedeného pokusu z důvodu, že se nejedná o konečný produkt, ale o předpěstování sadby z čehož lze usuzovat, že obsah dusičnanů s přibývajícím

hmotou a přihnojováním dusíkatými hnojivy se bude zvyšovat. Dalším rozdílem bylo pěstování v řízených podmínkách skleníku nikoli polního pokusu.

Dle Plugara & Plugarové (1985) v zakrytých prostorech jako jsou skleníky, fóliovníky, kde je nedostatek přirozeného světla dochází k větší akumulaci dusičnanů, proto je vhodné pěstovat samotné hlávky salátu v polních podmínkách, kde mají dostatek potřebného světla.

Obsah vitamínu C se stanovoval krátce po sklizni. Z výsledků vyplývá (Obr. 39.), že nejnižší obsah byl u varianty 5 - odrůdy 'Maršalus' v substrátu Profi 370 mg/kg a nejvyšší obsah byl 606 mg/kg u varianty 2 - odrůdy 'Maršalus', substrátu Gramosemi CC 20 v paperpotech.

Kopec (1998) uvádí obsah vitamínu C u hlávkového salátu 130 mg/ kg.

Důvodem rozdílů v naměřených hodnotách může být pěstování v jiných klimatických podmínkách. Uvedené hodnoty byly zaznamenávány z polních pokusů ne v řízených podmínkách skleníku.

Mezi další důvody se autor domnívá, že může patřit i metoda Reflectoquant od firmy Merc, která je vhodná spíše na měření absolutních hodnot. Lepší by v tomto případě bylo použití například kapalinové chromatografie pro přesnější měření (Koh et al. 2018).

Obsah dusičnanů a vitamínu C významně ovlivňuje i fakt, ve kterém čase v průběhu dne, proběhla sklizeň. Dle pokusů Chang et al. (2012) se nejvyšší koncentrace dusičnanů vyskytovala ve tmě, těsně před zvýšením intenzity světla. Kyselina askorbová naopak byla nejvyšší při intenzitě světla a její obsah klesal po 3 až 6 hodinách.

7 Závěr

- Výsledky této práce potvrdily hypotézu, že odrůda, způsob pěstování a použitý substrát ovlivnil rychlost pěstování sadby a její vybrané parametry.
- Byly sledovány dvě odrůdy hlávkového salátu na dvou typech substrátů a dvou typech sadbovačů. Na základě toho bylo vydefinováno 8 variant.
- Použití substrátu mělo průkazný vliv na vývoj sadby salátu. Substrát Gramosemi CC 20 se výrazně podílel na rychlejším nárůstu čerstvé hmoty.
- Tato práce byla provedena jako prvovýzkum, z výsledků nelze tedy vyvozovat kauzalitu – příčinnost. Pro zpřesnění či doplnění nových poznatků by bylo vhodné tento typ experimentu rozšířit s aplikováním dalších technologií, nových odrůd a sadbovačů.

8 Literatura

- Amr A, Hadidi N. 2001. Effect of Cultivar and Harvest Date on Nitrate (NO₃) and Nitrite (NO₂) Content of Selected Vegetables Grown Under Open Field and Greenhouse Conditions in Jordan. *Journal of Food Composition and Analysis* 14:59–67. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157500909505>.
- Ashok AD, Ravivarman J, Kayalvizhi K. 2020. Nutraceutical value of salad vegetables to combat COVID 19. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 9:2144–2148.
- Bartoš J, Kopec K, Mydlil V, Peza Z, Rod J. 2000. Pěstování a odbyt zeleniny (Vegetable Growing and Sale). Prague, Agrospoj: 323.
- Bláha L, Hnilička F, Martinková J. 2010. Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin (vybrané kapitoly). Praha: VÚRV, 310 s.
- Borthwick HA, Robbins WW. 1928. Lettuce seed and its germination. *Hilgardia* 3:275–304. Available from <http://hilgardia.ucanr.edu/Abstract/?a=hilg.v03n11p275>.
- Byers T, Perry G. 1992. Dietary Carotenes, Vitamin C, and Vitamin E as Protective Antioxidants in Human Cancers. *Annual Review of Nutrition* 12:139–159. Available from <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.nu.12.070192.001035>.
- Campbell N, Reece JB. 2006. *Biologie*. Brno: Computer Press, 1 ed.
- Caruso G, El-Nakhel C, Roupheal Y, Comite E, Lombardi N, Cuciniello A, Woo SL. 2020. *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. Yield and Quality as Influenced by Cropping Season, Protein Hydrolysates, and Trichoderma Applications. *Plants* 9:697. Available from <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/6/697>.
- Dennis MJ, Wilson LA. 2003. Nitrates and nitrites. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 4. Caballero B., Trugo LC, Finglas PM.
- Di Mola I, Ottaiano L, Cozzolino E, Senatore M, Sacco A, El-Nakhel C, Roupheal Y, Mori M. 2020. Trichoderma spp. and Mulching Films Differentially Boost Qualitative and Quantitative Aspects of Greenhouse Lettuce under Diverse N Conditions. *Horticulturae* 6:55. Available from <https://www.mdpi.com/2311-7524/6/3/55>.
- Dolejší A. 1986. *Zelenina na zahrádce*. Praha: SZN, 4. ed., 216 s.
- El Enshasy HA, Ambehatabi KK, El Baz AF, Ramchuran S, Sayyed RZ, Amalin D. 2020. Trichoderma: biocontrol agents for promoting plant growth and soil health, in *Agriculturally Important Fungi for Sustainable Agriculture*, eds A. Yadav, S. Mishra, D. Kour, N. Yadav, A. Kumar (Cham: Springer), 239–259. 10.1007/978-3-030-48474-3_8
- Filgueira F. 2008. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*, 3^a edição. Viçosa. UFV.
- Fiorentino N et al. 2018. Trichoderma-Based Biostimulants Modulate Rhizosphere Microbial Populations and Improve N Uptake Efficiency, Yield, and Nutritional Quality of Leafy Vegetables. *Frontiers in Plant Science* 9. Available from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2018.00743/full>.

- Gray D. 1975. Effects of Temperature on the Germination and Emergence of Lettuce (*Lactuca Sativa*, L.) Varieties. *Journal of Horticultural Science* 50:349–361. Available from <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00221589.1975.11514644>.
- Grulich V. 2004. *Lactuca L. – locika*. – In: Slavík B., Štěpánková J. & Štěpánek J. (eds), *Květena České republiky* 7, p. 487–497, Academia, Praha.
- Hejnák V. 2007. *Fyziologie rostlin*. Praha: Česká zemědělská univerzita.
- Hess D. 1983. *Fyziologie rostlin*. Academia: Československé akademie věd.
- Hnilička F, Hniličková H, Kudrna J, Kraus K, Kukla J, Kuklová M. 2020. Combustion calorimetry and its application in the assessment of ecosystems. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 142:771–781. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s10973-020-09961-9>.
- Hosnedl V. 2003. Klíčivost a vzcházejivost osiva. In: sborník *Osivo a sadba VI*, ČZU, Praha, s. 24 – 29.
- Houba M, Hosnedl V. 2002. *Osivo a sadba*. Praha: Ing. Martin Sedláček, 186 s.
- Chang AC, Yang TY, Riskowski GL. 2013. Ascorbic acid, nitrate, and nitrite concentration relationship to the 24hour light/dark cycle for spinach grown in different conditions. *Food Chemistry* 138:382–388. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612015531>.
- Irshad M, Chaudhuri PS. 2002. Oxidant-antioxidant system: Role and significance in human body. *Indian J Exp. Biol.* 2002; 40:1233-1239.
- Jablonský I. 2005. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. Praha: Grada, 2005. Česká zahrada.
- Kawollek W, Kawollek M. 2010. *Množení rostlin: metody, praxe, tipy*. Praha: Knižní klub.
- Kim MJ, Moon Y, Tou JC, Mou B, Waterland NL. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 49:19–34. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157516300230>.
- Kincl M, Krpeš V. 2000. *Základy fyziologie rostlin*. Ostrava: Montanex, 2. dopl. vyd., 221 s.
- Koh E, Charoenprasert S, Mitchell AE. 2012. Effect of Organic and Conventional Cropping Systems on Ascorbic Acid, Vitamin C, Flavonoids, Nitrate, and Oxalate in 27 Varieties of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60:3144–3150. Available from <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf300051f>.
- Konvalina P. 2007. *Pěstování polní zeleniny v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: JČU, 58 s.
- Kopec K. 1998. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 72 s.
- Kopec K. 2010. *Zelenina ve výživě člověka*. Praha: Grada Publishing, 159 s.

- Koudela M, Hnilička F, Martinková J, Svozilová L, Doležalová J. 2013. Yield and quality of head lettuce after 24-epibrassinolide application under optimal and reduced irrigation. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 60:93–100. Available from <http://acta.mendelu.cz/doi/10.11118/actaun201260030093.html>.
- Koudela M, Petříková K. 2008. Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *Horticultural Science* 35:99–106. Available from <http://www.agriculturejournals.cz/web/hortsci.htm?volume=35&firstPage=99&type=publishedArticle>.
- Kumar G, Maharshi A, Patel J, Mukherjee A, Singh HB, Sarma BK. 2017. Trichoderma: a potential fungal antagonist to control plant diseases. *SATSA Mukhapatra-Annual Tech* 21:206–218.
- Lee SK, Kader AA. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207–220. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925521400001332>.
- Lichtenthaler HK, Buschmann C. 2001. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* 1:F4.3.1-F4.3.8. Available from <http://doi.wiley.com/10.1002/0471142913.faf0403s01>.
- Malý I, Bartoš J, Hlušek J, Kopec K, Petříková K, Rod J, Spitz P. 1998. *Polní zelinářství*. Agrospoj: Praha. 196 s.
- Niemi S. 2017. *Ruukkusalaatin muoviruukkujen kierrätys: Salaatin irtileikkuu jätteen aiheuttajana*.
- Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. 2008. *EFSA Journal* 6:689. Available from <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2008.689>.
- Novák J, Skalický M. 2012. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint: Praha. 336 s.
- Pekárková E., 2002. *Pěstujeme salát, špenát a další listové zeleniny*. Grada: Praha. 90 s.
- Petříková K, Hlušek J, Jánský J, Koudela M, Lošák T, Malý I, Pokluda R, Poláčková J, Rod J, Ryant P, Škarpa P. 2012. *Zelenina pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*. Praha: Profi Press, 191 s.
- Petříková K, Jánský J, Malý I, Peza Z, Poláčková J, Rod J. 2006. *Zelenina – pěstování ekonomika, prodej*. Profi Press: Praha. 240 s. ISBN: 80-86726-20-7
- Petříková K, Pokluda R, Pacík V. 2004. *Integrované pěstování listové zeleniny*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 42 s.
- Pokluda R, Kobza F. 2011. *Skleníky, fóliovníky, využití a pěstební technologie*. Praha: Profi Press s. r. o. 253 s.
- Procházka S, Macháčková I, Krekule J, Šebánek J. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1. ed., 484 s.

- Prugar J, Prugarová A. 1985. Dusičnany v zelenině. Příroda: Bratislava. 150 s.
- Raison CL, Miller AH. 2011. Is Depression an Inflammatory Disorder? *Current Psychiatry Reports* 13:467–475. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s11920-011-0232-0>.
- Roorda Van Eysinga J. 1984. Nitrate and glasshouse vegetables. *Fertilizer Research* 5:149–156. Available from <http://link.springer.com/10.1007/BF01052712>.
- Rouphael Y et al. 2020. Appraisal of Combined Applications of *Trichoderma virens* and a Biopolymer-Based Biostimulant on Lettuce Agronomical, Physiological, and Qualitative Properties under Variable N Regimes. *Agronomy* 10:196. Available from <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/2/196>.
- Silva Júnior AA, Visconti A. 1991. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. *Agropecuária Catarinense*, 4(4), 20-23.
- Skorňakov S, Jeník J, Větvička V. 1991. Zelená kuchyně. Lidové nakladatelství: ÚV SČSP.
- Smilauer P, Leps J. 2014. Multivariate analysis of ecological data using Canoco 5. Page Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO 5.
- Vaněk V. 2012. Výživa zahradních rostlin. Praha: Academia.
- Vogel G. 1996. Handbuch das speziellen Gemüsebaues. Stuttgart: Ulmer, 1127. s.

Elektronické zdroje

www.semo.cz

www.gramoflor.cz

www.agroprofi.cz

www.eagri.cz

www.ellepot.dk

www.ec.europa.eu

www.fao.org/faostat

www.pladias.cz

osobní kontakt – Slezáček 2021