

# **Pěstování microgreens a jejich využití v gastronomii a potravinářství**

Markéta Řiháková

---

Bakalářská práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Markéta Řiháková**  
Osobní číslo: **T19141**  
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**  
Specializace: **Gastronomické technologie**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Pěstování microgreens a jejich využití v gastronomii a potravinářství**

## Zásady pro vypracování

1. Charakteristika microgreens.
2. Pěstování microgreens.
3. Nutriční složení microgreens.
4. Využití microgreens v gastronomii a potravinářství.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

[1] **Michell, K.A., Isweiri, H., Newman, S.E., Bunning, M., Bellows, L.L., Dinges, M.M., Grabos, L.E., Rao, S., Foster, M.T., Heuberger, A.L., Prenni, J.E., Thompson, H.J., Uchanski, M.E., Weir, T.L., Johnson, S.A. Microgreens: Consumer sensory perception and acceptance of an emerging functional food crop (2020) Journal of Food Science, 85 (4), pp. 926-935**

[2] **Riggio, G.M., Wang, Q., Kniel, K.E., Gibson, K.E. Microgreens? A review of food safety considerations along the farm to fork continuum (2019) International Journal of Food Microbiology, 290, pp. 76-85**

[3] **Odborné vědecké databáze.**

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. února 2022

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tématem práce jsou microgreens a jejich využití v gastronomii a potravinářství. Práce popisuje detailně pojem microgreens, nastiňuje jejich způsob pěstování, druhy použitých pěstebních médií. Jsou zde dále vyjmenovány a popsány nejrozšířenější druhy pěstovaných microgreens. Zároveň práce zmiňuje výhody a nevýhody pěstování microgreens. Uvádí také nutriční složení, příklady pokrmů, které jsou jimi dohotovovány. Současně jsou v práci vyjádřeny poznatky, které byly získány z výzkumných studií.

Klíčová slova: microgreens, pěstování, nutriční hodnota, využití v gastronomii, vliv na zdraví

## **ABSTRACT**

The topic of the work are microgreens and their use in gastronomy and food industry. The work describes the concept of microgreens in detail, outlines their method of cultivation, types of cultivation media to use. The most common species of cultivated microgreens are listed and described here. At the same time, the work mentions the advantages and disadvantages of growing microgreens. It also gives the nutritional composition, examples of dishes that are complete by them. Concurrently, the findings that were obtained from research studies are expressed in the work.

Keywords: microgreens, growing, nutritive value, use in gastronomy, influence on health

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce prof. Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné vedení a poskytnutí cenných rad a informací při zpracování bakalářské práce.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1 VÝZNAM MICROGREENS .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MICROGREENS .....	11
<b>2 NUTRIČNÍ SLOŽENÍ MICROGREENS .....</b>	<b>14</b>
2.1 BIOAKTIVNÍ LÁTKY .....	18
2.2 ANTIOXIDANTY A ANTINUTRIČNÍ LÁTKY .....	20
2.3 VLIV RŮZNÝCH FAKTORŮ NA SENZORICKOU KVALITU.....	22
2.4 VLIV SVĚTLA NA NUTRIČNÍ SLOŽENÍ.....	22
<b>3 PĚSTOVÁNÍ MICROGREENS .....</b>	<b>24</b>
3.1 POTŘEBNÉ POMŮCKY .....	29
<b>4 VYBRANÉ DRUHY MICROGREENS .....</b>	<b>33</b>
4.1 ŘEDKVIČKY.....	33
4.2 ČERVENÝ KEDLUBEN.....	33
4.3 BROKOLICE .....	33
4.4 KAPUSTA.....	34
4.5 HRÁŠEK.....	34
4.6 HOŘČICE .....	34
4.7 VOJTĚŠKA .....	35
4.8 BÍLÁ ŘEDKEV – DAIKON .....	35
<b>5 MOŽNOST DOMÁCÍHO PĚSTOVÁNÍ MICROGREENS .....</b>	<b>36</b>
<b>6 VYUŽITÍ MICROGREENS V GASTRONOMII A POTRAVINÁŘSTVÍ .....</b>	<b>41</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>51</b>



## ÚVOD

Málokdo si dokáže představit, co se skrývá pod zvláštním pojmem microgreens. Přitom se po celém světě pěstují již řadu let. Microgreens lze charakterizovat jako malé rostlinky se širokou škálou barev. Jejich chuť se podobá skutečným vyzrálým obdobám. Jsou sice malé, ale obsahují velké množství vitaminů a minerálních látek. Pěstují se snadně bez potřeby použití zvláštních pomůcek či hnojiv a ochranných prostředků proti hmyzu a chorobám. Pro samotné pěstování postačí pěstební médium, voda, zdroj světla, semena a nádoba. Každý si může microgreens vypěstovat doma, jelikož jejich pěstování je nenáročné.

Záslouhou vědeckých studií, kulinářských pořadů a dalších propagačních prostředků se zájem a povědomí o microgreens velmi zvýšil. V řadě restaurací se využívají při dohotovování pokrmů, slouží jako dekorační element snídaňových pokrmů, předkrmů, polévek, hlavních jídel i v neposlední řadě dezertů.

Z hlediska zátěže životního prostředí nevytváří žádnou hrozbu. Naopak mohou představovat východisko z problému pěstování zeleniny a ovoce, které spočívá v používání hnojiv, ochranných postřiků, zajišťování umělého zdroje světla, nedostatku vody, budování skleníků, přepravy a občas se potýkají s neuspokojivou sensorickou jakostí.

Díky sklizni, která probíhá průměrně za deset dní od zasetí v závislosti na druhu, by se mohly stát dobrým zdrojem potřebných látek pro organismus. Zároveň, kdyby každý pěstoval microgreens, snížil by se výskyt nedostatku vitaminů a minerálních látek ve stravě. Záleží pouze na lidstvu, jak budou podporovat konzumaci microgreens, podle toho se bude rozšiřovat. Pěstování microgreens není příliš finančně náročné. Nemusela by se dovážet zelenina a ovoce ze zahraničí v tak markantním množství, aby se pokryla veškerá poptávka. Snížily by se emise produkované dopravou důležitou pro transport. Vystačila by úroda, která se urodí na zdejších polích a zbytek by byl zajištěn prostřednictvím microgreens.

Na druhé straně vzniká řada otázek, jestli by konzumace microgreens dokázala kompenzovat alespoň z části konzumaci obvyklé zeleniny. Jaký by to mělo vliv na zdraví? Nevznikl by kalorický deficit při částečném nahrazení konzumace zeleniny? Jaký by to mělo vliv na množství přijímané vlákniny? Přijal by každý konzumaci microgreens?

## 1 VÝZNAM MICROGREENS

Z 20 - 60 % výživa determinuje zdravotní stav člověka. Jako prevence různých onemocnění a podpora zdraví by měla být konzumována zdravá strava. Tato strava zahrnuje přiměřenost všech živin a zdraví prospěšných látek z výživných potravin, zároveň tento druh stravy se vyhýbá potravinám či látkám poškozující zdraví. Bohužel existují skupiny lidí, po celém světě, které si nemohou dovolit konzumovat jen ty nejkvalitnější potraviny z důvodu nedostatku finančních prostředků. Tento problém se týká až 3 miliard lidí na světě, jedná se hlavně o lidi žijící v subsaharské Africe a v jižní Asii, i přestože každý má právo na bezpečnou a výživnou potravu během celého roku.

Na druhé straně se lidé potýkají s nadváhou, obezitou a nedostatečným příjmem vitaminů a minerálních látek v důsledku nesprávného a nevyváženého stravování. Pestrost a kvalita potravin pěstovaných udržitelným způsobem dostupných pro spotřebitele jsou rozhodujícími faktory, které umožní podstatný stravovací posun.

Zdůrazňuje se konzumace ovoce a zeleniny. Jejich doporučené denní množství se pohybuje od 400 g do 600 g ve prospěch zeleniny pro prevenci vzniku některých onemocnění a snížení nedostatku mikronutrientů. Nedávná studie, zabývající se analýzou dat průzkumu zdravotního stavu ve Velké Británii, přinesla nepřímou spojitost mezi spotřebou ovoce a zeleniny a úmrtností. Informace, že ovoce a zelenina je nezbytnou součástí zdravé stravy, je zcela v pořádku. Negativum to má v tom, že podle provedených studií běžná a plánovaná produkce ovoce a zeleniny by nesplnila úroveň zdravé spotřeby. Tím se rozumí, že produkce ovoce a zeleniny nezajistí dostatečné množství pro všechny lidi [1].

Existují odlehlé oblasti, oblasti s vysokou nadmořskou výškou, kam se musí čerstvé potraviny dovážet kvůli sezónní proměnlivé dostupnosti. Přeprava do odlehlých oblastí trvá velmi dlouho a zelenina podléhá rychlé zkáze a klesá její nutriční hodnota. Řešením nedostatku živin mohou být microgreens. Během zimy je možné jejich pěstování v pasivních solárních sklenících [2].

V současné době roste zájem o zdravý životní styl, v této souvislosti vzrůstá oblíbenost microgreens a naklíčených semen po celém světě. Představují čerstvé funkční potraviny určené k přímé spotřebě. Mohou tak rozšířit a zlepšit lidskou stravu. Jejich vysoký obsah bioaktivních látek a mikronutrientů nabízí řešení v problému nedostatku živin i nedostatku množství ovoce a zeleniny. Mohou být konzumovány i lidmi vyznávající některý alternativní směr stravování. Jsou vhodné i pro pěstování do bytu. Podle výzkumných

studií microgreens vykazují protizánětlivé, protirakovinné, antibakteriální a antihyperglykemické účinky [1, 3].

## 1.1 Obecná charakteristika microgreens

Pěstování microgreens bylo objeveno v San Franciscu v Kalifornii již od konce 80. let minulého století [1, 4]. Microgreens lze charakterizovat jako mladou nezralou a křehkou zeleninu či bylinky. Microgreens se pěstují z různých semen, jako jsou luštěniny, obiloviny, pseudocereálie, olejnatá semena, semena zeleniny a bylinek. Některé ze semen se využívají pouze pro nakličování. Nabízejí zajímavé aroma, barvu i významné množství živin. U některých druhů microgreens se prokázal silnější aromatický profil než ve stádiu dospělé rostliny [1]. Vykazují vysoký obsah bioaktivních látek oproti dospělým rostlinám [5].

Tyto mladé a jedlé sazenice se nechávají růst do doby, než se vyvinou první tzv. pravé lístky. V takové podobě, odříznuté od kořínků jsou přidávány do různých pokrmů jako koření, obloha nebo do nápojů [6]. O microgreens je možné mluvit také jako o salátových potravinách. Mají poměrně krátkou dobu spotřeby i při chlazení. Microgreens získaly na popularitě ve vyspělých zemích díky zvýšenému zájmu o gurmánské vaření, zdravou stravu a domácí zahradničení [7]. Používají se konkrétně jako ozdoba salátů, do polévek, sendvičů, na předkrmy, dezerty nebo na doplnění smoothie [1]. Microgreens zaujmou širokou škálou různých barev, chutí, vůní, textur, atd.

Možná se zdá, že k pěstování microgreens bude zapotřebí speciálních semínek. Ve skutečnosti se jedná o stejná semena, která by se jinak mohla využít pro vypěstování rostlin skutečné velikosti. Mezi nejčastější vysévané microgreens se řadí bazalka, koriandr, brokolice, ředkvička, kapusta a další. Obecně mají všechny tyto druhy velmi rychlý životní cyklus. Doba jednotlivých fází růstu od klíčení až po sklizeň trvá zhruba 10 až 14 dnů, samozřejmě se to liší druh od druhu, avšak všechny microgreens je možné sklídit maximálně do 21 dnů od vyklíčení [6].

## 1.2 Odlišnosti klíčků a microgreens

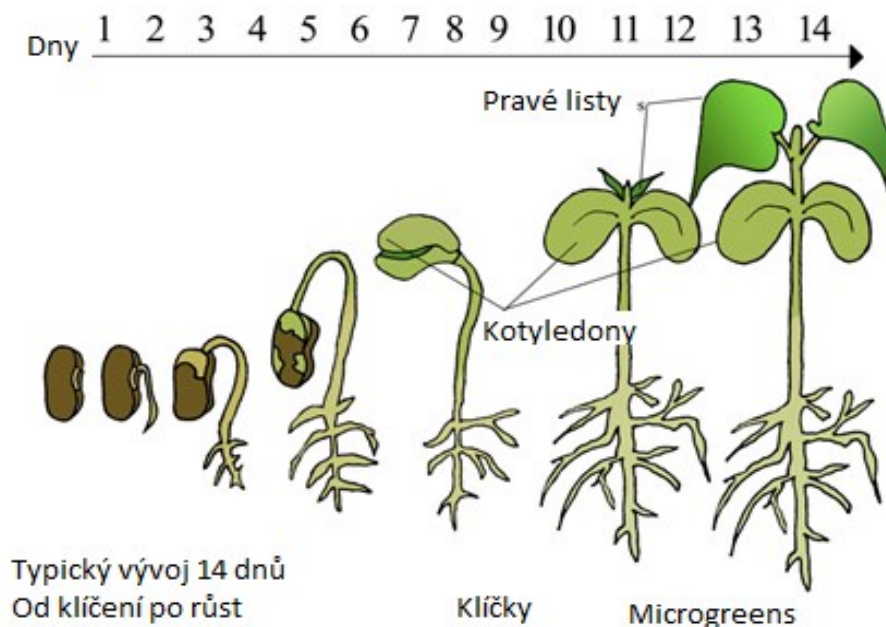
Často se považují microgreens a klíčky za jednu a tutéž potravinu, což je mylná informace. Obojí je pokládáno za formu mladé zeleniny [6]. Microgreens jsou větší než klíčky [1]. Sdílí některé rysy s klíčky, jiné s čerstvými bylinkami a další s drobnými rostlinami [7]. Rozdíl mezi klíčky a microgreens spočívá v tom, že klíčky jsou semena, která se sklízají v době, jakmile vyklíčí. Sklízají se do 2 – 7 dnů od výsevu, kdy ještě nejsou kotyledonové a pravé lístky ještě vyvinuty. Microgreens se sklízají ve chvíli, kdy dosáhnou požadované výšky a objeví se první pravé a kotyledonové lístky. Obvykle jsou klíčky pěstovány ve tmě za vysoké relativní vlhkosti vzduchu [1, 6, 8, 9]. Z důvodu pěstování ve tmě či při nízké intenzitě světla a ve vlhku, se zvyšuje možnost vzniku mikrobiální kontaminace. Semena se před výsevem namáčí do vody v různých časových a teplotních hodnotách, což se odvíjí od velikosti a druhu semena. Docílí se tak vyššího obsahu vody v semenech, který je potřebný pro rychlejší klíčení. Microgreens pro růst potřebují světlo, jsou pěstovány v půdě nebo v jiném médiu jako je rašelina, vermikulit či perlit. Porovnání hustoty nasetých semen u microgreens s klíčky je nižší, jelikož potřebují pro růst větší prostor [9].

Metoda klíčení již byla praktikována v Egyptě před 3000 let př. n. l. Během klíčení dochází ke snížení obsahu antinutričních látek. Zároveň se zvyšuje chutnost a biologická dostupnost živin, stejně tak i obsah zdraví prospěšných fytochemikálií. Například se zvyšuje hodnota antioxidantů [1]. Další rozdíl nastává v tom, co vše je konzumováno. Klíčky jsou konzumovány celé společně s kořenovým systémem i semínkem. U microgreens se sklízají pouze nadzemní části odříznutím stonku od kořenového systému. U klíčků se tak častěji může vyskytnout mikrobiální kontaminace, která se přenese na člověka konzumací a může způsobit onemocnění [6].

V podmínkách pěstování mohou být rostliny kontaminovány prostřednictvím půdy, zavlažovací vodou, hmyzem, domácími zvířaty či přidávanými složkami do půdy jako je hnojivo či kompost. Produkty se mohou kontaminovat i v případě, že nejsou dostatečně dodržovány hygienické předpisy pěstitelů manipulujících s microgreens, čistota balícího zařízení, skladovacích prostor, čistota během přepravy a distribuce. Největší riziko kontaminace microgreens hrozí především při sklizni, jelikož jsou obvykle sklizeny ručně, proto se musí používat rukavice. Důležité je nezapomínat na mytí microgreens před konzumací, protože se konzumují za syrova [7].

Microgreens se pěstují ve sklenících, vysokých fóliových tunelech a v prostorách klimaticky řízených, kde výskyt hmyzu je minimální. Navíc se při pěstování microgreens téměř nevyužívá kompost či hnojivo, jelikož to není potřebné z důvodu krátké doby růstu. Obavy mohou být vzbuzovány při hydroponickém způsobu pěstování, kdy závlahová voda může být potenciálním zdrojem kontaminace.

Microgreens mají poměrně krátkou dobu spotřeby. Pokud je rostlinné pletivo poškozeno, zvyšuje se pravděpodobnost rychlejšího kažení. V rámci skladování v chladničce, mohou existovat rozdíly ve snášenlivosti nízkých teplot mezi jednotlivými druhy microgreens. Některé z nich si mohou zachovat ideální kvalitu při 1 °C, jiné při této teplotě mohou být poškozovány a potřebují teploty vyšší, 5 °C až 10 °C [7].



Obrázek 1. Průběh růstu microgreens (přeloženo) [7]

## 2 NUTRIČNÍ SLOŽENÍ MICROGREENS

Při klíčení semen dochází k řadě fyziologických a biochemických reakcí. Během vývoje se snižuje obsah antinutričních látek a makromolekuly jsou přetvářeny na menší. Tím se zlepšuje stravitelnost. Roste také množství fytochemikálií a antioxidační aktivita [10]. Primární metabolity microgreens jsou zapojeny do základních metabolických procesů a vývoje. Oproti tomu sekundární metabolity se účastní ochrany před abiotickým a biotickým stresem a podporují adaptaci na okolní prostředí. Jejich rozložení a biologické účinky se liší druhově [9].

Microgreens se vyznačují mimořádným obsahem funkčních složek jako jsou antioxidanty, polyfenoly, vitaminy a minerály [9]. Mezi další zástupce funkčních sloučenin spadají karotenoidy, fytoekdysteroidy, glukosinoláty, proteiny, peptidy, fytosteroly, jako antinutriční látky se sem řadí saponiny, oxaláty, taniny a kyselina fytová [11]. Pokládají se za funkční potraviny, které podporují zdraví a slouží jako prevence vzniku různých onemocnění [9]. Jejich sekundární metabolity přinášejí prospěch pro zdraví. Posilují imunitní systém, napomáhají předcházet například kardiovaskulárním onemocnění, obezitě, diabetes mellitus či rakovině [8].

Studie, které se zabývají analýzou nutričních látek obsažených v microgreens, došly k výsledku, že při srovnání s dospělými rostlinami mají významné zastoupení jednotlivých nutrientů. Bohužel nelze obecně říci konkrétní zastoupení živin, jelikož každý druh má specifické koncentrace různých živin.

Řada bioaktivních látek v microgreens, kam se zařazují zmíněné vitaminy, minerální látky, fytochemikálie, byly prozkoumány v mnoha vědeckých studiích. Vědci se především zaměřili na analýzu antioxidantů, které zneškodňují volné radikály. Pomáhají tímto způsobem předcházet poškození oxidačním stresem. Významnými antioxidanty jsou vitamin C, fytochemikálie (karotenoidy, fenoly) a minerální látky (měď, zinek a selen). Ve studii (Yadav et al., 2019) autoři porovnávají listovou zeleninu jak v podobě microgreens, tak i v dospělé formě. U některých microgreens byly potvrzeny vyšší koncentrace antioxidantů než u dospělých rostlin [12, 13].

Několik minerálních látek jako je měď, zinek a selen jsou kofaktory nebo složky antioxidačních enzymů. Příkladem je superoxid dismutáza. Tento enzym hraje roli v endogenním antioxidačním obranném systému. Nedostatečný příjem těchto minerálů, vede ke snížení aktivity již zmíněného enzymu. I tyto důležité minerální látky byly

analyzovány ve vzorcích microgreens. Například obsah zinku v microgreens listové zeleniny byl značně vyšší (4,76-29,12 mg/kg čerstvé hmotnosti) než v dospělých rostlinách (1,23-5,50 mg/kg čerstvé hmotnosti) [12].

Fytochemikálie, kam se řadí karotenoidy a fenoly, byly také detekovány v microgreens. Karotenoidy jsou skupinou lipofilních rostlinných pigmentů vykazující žlutou, oranžovou či červenou barvu. Zařazuje se sem lykopen,  $\beta$ -karoten, atd. Do skupiny karotenoidů se řadí i sloučeniny zvané xanthofyly, jejich významnými zástupci jsou lutein a zeaxantin. Karotenoidy disponují antioxidační aktivitou a hrají důležitou roli v lidském těle. Fenolické sloučeniny jsou nejrozšířenějšími sekundárními metabolity rostlin. Jedná se o antioxidanty, které napomáhají rostlinám s obnovou po škodách způsobených volnými radikály a mají zdravotní přínos i pro člověka. Obsah těchto antioxidantů u jednotlivých microgreens je různý [12].

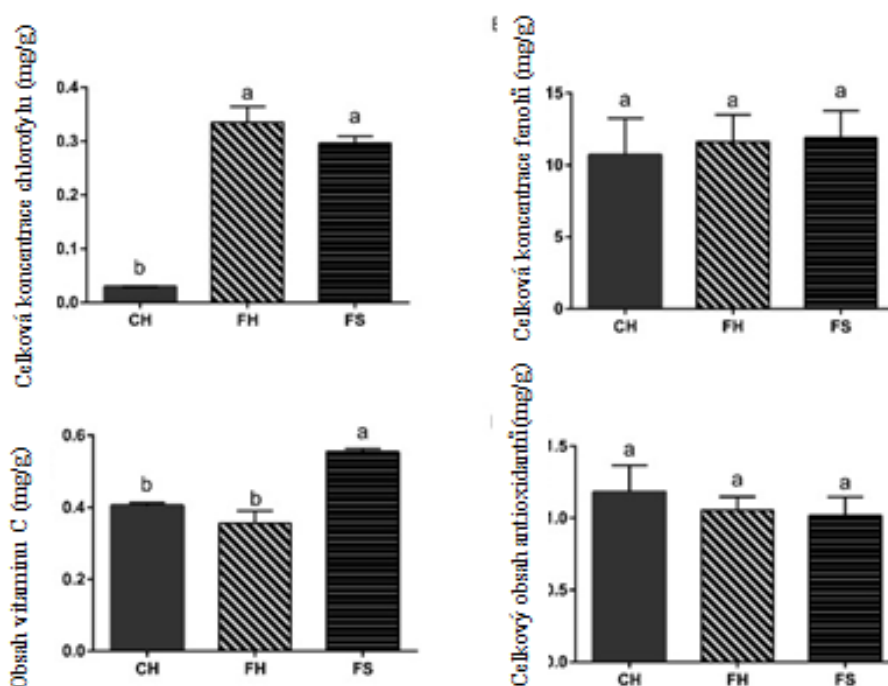
V kulinárním světě jsou microgreens na vzestupu díky jejich objevené přirozené vysoké nutriční hodnotě, ale také zásluhou jejich sensorických vlastností. Živiny a fytochemikálie obsažené v microgreens mají také podíl na výsledné chuti, barvě i vůni. Existují rozdíly v těchto parametrech u jednotlivých druhů. Proto se sensorické hodnocení, již zmíněných vlastností mezi druhy, provádí na základě tzv. hodnocení celkové oblíbenosti a celkové přijatelnosti microgreens [12].

Studie (Tan et al., 2020) antioxidačních vlastností a sensorického hodnocení microgreens z komerční nebo lokální farmy ukazuje na obr. č. 2, že komerčně pěstovaná brokolice má nízkou hodnotu chlorofylu v porovnání s ostatními vzorky brokolice. Koncentrace chlorofylu u vzorku pěstovaného hydroponicky na farmě dosahovala vyšší hodnoty než vzorek pěstovaný v půdě na farmě. Rozdíl, ale nebyl nijak markantní. Naproti u obsahu antioxidantů (obr. č. 2) měla komerčně hydroponicky pěstovaná brokolice nejvyšší hodnoty ze všech tří vzorků. Vitamin C na obr. č. 2 byl nejvíce obsažen ve vzorku brokolice pěstované na farmě v půdě. Stejně tomu bylo i v případě obsahu fenolických sloučenin na obr. č. 2. Celkově však nebylo zjištěno, že by některý ze vzorků neměl přínos pro zdraví [14].

Rozdíly v koncentracích fenolických látek nebyly nijak výrazné u microgreens. Navíc ani v jednom případě pěstování, jak hydroponickém nebo v půdě, nedošlo k ovlivnění koncentrací fenolických látek. Průměrná koncentrace fenolických látek ve vzorcích microgreens brokolice v této studii se pohybovala kolem hodnot 10,71 až 11,88 mg/g čerstvé hmotnosti. To představuje 10krát více, než u zeleniny plně vyvinuté a to u

brokolice, růžičkové kapusty anebo čínské brokolice, které jsou známé pro vysoký zdroj fenolických látek. Výsledky ukázaly, že různé podmínky pěstování a sklizně nemají vliv na koncentraci fenolických látek v microgreens.

Z provedené studie bylo dále zjištěno, že koncentrace vitamínu C ve vzorcích microgreens brokolice se pohybuje mezi 0,33-0,56 mg/g v čerstvém stavu. Tudíž microgreens brokolice zvláště ta, pěstovaná v půdě na farmě, může být považována za skvělý zdroj vitamínu C [14].



Obrázek 2. Grafické znázornění změřených hodnot posuzovaných složek u microgreens brokolice (přeloženo)<sup>1</sup> [14]

Jiná studie autorů (Ghoora et al., 2020) analyzovala obsah 11 živin, vitaminů a obsah kyseliny šťavelové. Bylo vybráno 10 různých druhů microgreens: mrkev, špenát, hořčice, ředkvička, cibule, pískavice řecké seno, slunečnice, fenykl, francouzská bazalka, ibišek súdanský. Microgreens lze pokládat za mírné až dobré zdroje bílkovin, vlákniny a esenciálních živin. Zvolené microgreens jsou bohatým zdrojem vitamínu C, E a  $\beta$ -karotenu. Výsledky studie ukázaly obecně nízké hodnoty kyseliny šťavelové, dále největší

<sup>1</sup>

CH – komerční hydroponické pěstování

FH – hydroponické pěstování na farmě

FS – pěstování v půdě na farmě



zastoupení živin měla ředkvička, francouzská bazalka a ibišek súdánský. Nejvíce zastoupeným makroprvkem byl draslík a z mikroprvků se jednalo o železo. Nejmenší obsah živin byl zjištěn u cibule a pískavice řecké seno [1, 15].

Microgreens mají budoucnost ve vylepšení stravy a kompenzaci nedostatku živin díky jejich vysokému obsahu fytochemikálií. Microgreens mají nízký obsah antinutričních látek vůči dospělým formám rostlin. Existuje celá řada faktorů, které ovlivňují obsah nutričních látek a fytochemikálií v rostlinách. Záleží na vybrané plodině, její odrůdě, fázi růstu, prostředí, kde je pěstována, zvoleném osvětlení, použitém substrátu či vyvolaném stresu. Správné balení a teplota skladování mohou přispět k udržení živin a fytochemikálií. Tyto faktory ovlivňují celkovou kvalitu microgreens, řadí se sem také fotosyntetická i metabolická aktivita [1].

Vysoké množství dusičnanů se může kumulovat v listové zelenině (špenát, zelí, salát, atd.). Pěstitelé zeleniny se snaží vyšlechtit takovou listovou zeleninu, která bude mít nízký obsah dusičnanů. Dusičnany zůstávají neasimilované v rostlinném pletivu. Mohou být enzymaticky přeměněny na mnohem toxičtější formu dusitanů během skladování nebo zpracování. Vysoká dávka dusitanů může vyvolat intoxikaci. Vstřebáváním dusitanů do krve může dojít k akumulaci methemoglobinu, což je látka potenciálně toxická hlavně pro malé děti a kojence. A právě microgreens disponují nízkými koncentracemi dusičnanů. Díky tomu je mohou konzumovat i děti. Nedoplňování živin do pěstebního média microgreens přispívá k zabránění akumulaci dusičnanů. Obecně microgreens obsahují také vitamin K<sub>1</sub> ve významném množství než zralá zelenina. Klíčky i microgreens se převážně konzumují za syrova. A tak ztráta vitaminů a jiných živin, které jsou náchylné na tepelné zpracování, nejsou výrazné [1].

## 2.1 Bioaktivní látky

Tyto látky jsou velmi důležité pro organismus. Díky jejich vlastnostem se využívají jak v lékařství, tak i jako potravinářská aditiva. Vyskytují se nejenom v ovoci, zelenině či obilí, ale právě i v microgreens. Posilují zdraví a modulují metabolické procesy. Právě častou konzumací microgreens by se dosáhlo podpory obranných mechanismů organismu a předejití vzniku chronických onemocnění [8].

### Glukosinoláty a související látky

Glukosinoláty spolu se sloučeninami dusíku a síry, patří mezi rostlinné sekundární metabolity, které se nacházejí výhradně v druzích, jako je kapusta, zelí a brokolice. Glukosinoláty se definují dle struktury jako alifatické, aromatické či indolové látky. Pokud je rostlinné pletivo poškozené, dochází k hydrolýze glukosinolátů enzymem myrosinázou na různé produkty. Vznikají isothiokyanáty, thiokyanáty, nitrily, epithionitrily a oxazolidiny. Zvláště u isothiokyanátů byly prokázány antikarcinogenní účinky. Slouží jako ochrana proti hmyzu a patogenům. Podílí se na ochraně před vznikem rakoviny, onemocněním zvaném infarkt myokardu či ischemické choroby srdeční [8, 10].

### Fenolické sloučeniny

Dalšími látkami vyskytující se v microgreens jsou fenolické sloučeniny. Opět se jedná o sekundární metabolity. Skládají se z aromatických kruhů s jednou či více hydroxylovými skupinami. Do podskupiny fenolických látek se řadí fenolové kyseliny, flavonoidy, taniny, kumariny, lignany, chinony, stilbeny a kurkuminoidy. Tyto sloučeniny jsou významné pro svoji antioxidační aktivitu, zároveň je jim přisuzována antikarcinogenní, antimikrobiální, protizánětlivé účinky i zpomalování stárnutí [8, 16]. Jsou významné pro rostliny z hlediska kvality, barvy, vůně a chuti. Polyfenoly pomáhají potlačovat kardiovaskulární a nádorová onemocnění [16]. Taniny společně s fenolovými kyselinami přispívají k tvorbě trpké chuti. Některé fenolické sloučeniny jsou bezbarvé (většina fenolových kyselin), jiné zase (taniny, antokyany) nabízejí rozličné barvy [14].

### Vitamin C

Vitamin C je nezbytný pro celou škálu biologických funkcí. Napomáhá hojení ran, při syntéze kolagenu a reguluje imunitní systém. Zelenina je bohatým zdrojem vitamínu C [12].

Vitamin C je syntetizován v rostlinách jako odpověď na oxidační stres skrze 1-galaktózovou dráhu užitím manózy nebo galaktózy. Proto růstové podmínky zahrnující výživu v půdě, hydroponická média a stres prostředím mohou mít dopad na biosyntézu vitamínu C v microgreens a následek rozdílných koncentrací vitamínu C [14].

Jiné druhy, jako rostliny plné velikosti, vykazovaly vyšších hodnot obsahu vitamínu C ve srovnání s microgreens formou. Obsah vitamínu C v 10 komerčně dostupných druzích microgreens se pohybuje v rozmezí 29,9-123,2 mg/100g čerstvé hmotnosti. To je srovnatelné s hodnotami u citrusového ovoce, které je často využíváno jako průměrný zdroj vitamínu C. Díky tomu, že jsou microgreens konzumovány jako čerstvé, jejich obsah vitamínu C se významně nesnižuje oproti potravinám, které jsou tepelně opracovávány [12].

Vitamin C je důležitým kofaktorem pro mnoho enzymatických reakcí. V rámci studií, bylo zjištěno, že vyšší koncentrace vitamínu C v organismu je spojena s nižším rizikem hypertenze, mozkové mrtvice a srdečního onemocnění [14].

### **Chlorofyl**

Chlorofyl je zelený pigment nacházející se v mnoha rostlinách. Je nezbytný pro fotosyntézu. Pokud se vyskytují vyšší koncentrace chlorofylu, může to naznačovat produkci více energetických živin v rostlinách. Chlorofyl nelze syntetizovat pomocí živočišné tkáně, proto se získává z rostlinné stravy. Bylo potvrzeno, že strava bohatá na chlorofyl má roli v prevenci proti rakovině, kdy chlorofyl má schopnost vytvářet komplexy se specifickými karcinogeny, proto jsou mu přisuzovány antioxidační a antimutagenní vlastnosti. Další pozitivní účinky chlorofylu jsou například stimulace imunitního systému, detoxikace jater a ustálení krevního tlaku do normálního stavu. Je ale zapotřebí provést více výzkumů pro objasnění jednotlivých funkcí chlorofylu [14].

Obvyklé hodnoty chlorofylu u microgreens převyšují hodnoty chlorofylu zralých rostlin. Důkazem je analýza vzorku brokolice. Při porovnání hodnot u dospělé brokolice a microgreens brokolice pěstované na farmě jsou hodnoty koncentrace chlorofylu větší u microgreens až 15krát, což uvádí studie Tan et al., 2020. Zároveň hodnoty koncentrace chlorofylu v microgreens brokolici převyšují hodnoty chlorofylu i u dalších druhů plně vyvinuté zeleniny jako je celer, salát či artyčok. Při porovnání vzorků microgreens brokolice vypěstované na farmě a komerčně, tak komerční vzorky microgreens brokolice vypovídají mnohem nižšími hodnotami chlorofylu. Existuje pár faktorů, které mohou

přispět k této rozdílnosti. Obsah chlorofylu může být snižován kvůli dlouhé době dodání a delší době skladování při komerčně pěstovaných microgreens. Dochází tak ke zhoršení čerstvosti. Důležité je zmínit vliv obsahu chlorofylu na senzoryckou kvalitu microgreens speciálně na jejich vzhled a pocit čerstvosti [14].

### **Další sloučeniny**

Jsou to nepostradatelné nutriční látky, které musí být přijímány stravou. Spadají sem vitaminy, minerální látky, mastné kyseliny a aminokyseliny. Organismus je potřebuje pro správné fungování syntézy DNA, tvorbu energie a biosyntetických drah.

Karotenoidy jsou skupina sloučenin vznikající jako sekundární metabolity fotosyntetických rostlin [8]. Karotenoidy jsou brány jako skupina pigmentů. Převážně jsou vytvářeny rostlinami a řasami. Slouží jako antioxidanty. Nejrozšířenější a nejdůležitější zástupci jsou lutein, lykopen a  $\beta$ -karoten [11]. Napomáhají předcházet vzniku kardiovaskulárním onemocněním, diabetes mellitus, některých typům rakoviny či poškození kůže. Nejznámější zástupce  $\beta$ -karoten je prekurzorem vitamínu A [8].

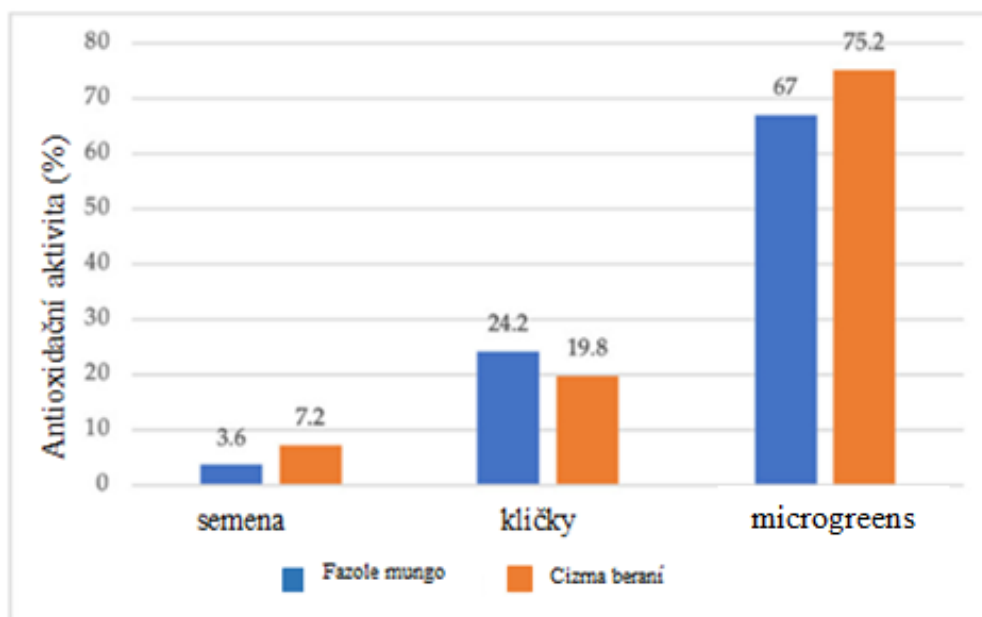
## **2.2 Antioxidanty a antinutriční látky**

Antioxidanty jsou látky, které brání či snižují poškození buněk způsobené volnými radikály. Právě potraviny rostlinného původu jsou bohaté na již zmiňované látky. Antinutriční látky reagují s živinami a dochází k narušení jejich vstřebávání. Saponiny jsou sekundární metabolity, které se vyznačují hořkou chutí. Antinutriční oxaláty se vážou na ionty vápníku, hořčíku a železa a omezují dostupnost živin. Kyselina fytoová ve větší míře omezuje absorpci některých prvků. Malé množství přispívá k ukládání fosforu. Pokud je stravou přijímáno větší množství oxalátu, může to vést ke zmenšení biodostupnosti minerálních látek a vytváření kamenů šřavelanu vápenatého v ledvinách. Taniny jsou polyfenolické a antinutriční látky, které mohou ovlivňovat proteiny a další makromolekuly, a tím způsobit snížení nutriční hodnoty potravin [11].

U obsahu antioxidantů nebyly prokázány žádné výrazné rozdíly ve vzorcích microgreens z různých zdrojů a různých pěstebních podmínek [14]. Je dobře známo, že v každodenním stravování by měly být zastoupeny potraviny s významným podílem antioxidantů, které hrají roli při prevenci vzniku různých onemocnění. Vzorky microgreens brokolice mají

hodnoty antioxidační kapacity podle studie autorů (Tan et al., 2020) kolem 1,06-1,18 mg/g v čerstvém stavu.

Stejná studie provedla nutriční analýzu na vzorcích amarantu, kapusty, kedlubny, pikantní brokolice, hrášku a wasabi. Způsob jejich pěstování byl hydroponický. Opět se u nich hodnotila koncentrace vitamínu C, antioxidační kapacita, obsah fenolických sloučenin a nakonec i koncentrace chlorofylu. Z výše vyjmenovaných druhů měla nejlepší výsledky měřených parametrů kedlubna. Vysoká hladina antioxidační kapacity a fenolických sloučenin byla také zaznamenána u kapusty [14]. Změna nutriční hodnoty a obsahu fytochemikálií během vývoje rostlin má vliv na výslednou antioxidační kapacitu. Obrázek níže znázorňuje, jakou antioxidační aktivitu vykazují pro představu vzorky mungo fazole a cizrný beraní ve stádiu semen, klíčků a microgreens. Z grafu vyplývá, že u obou druhů microgreens je nejsilnější antioxidační aktivita ve fázi microgreens. Tyto údaje publikovali autoři (Kurian a Megha, 2020) [17].



Obrázek 3. Graf znázorňující hodnoty antioxidační aktivity [1]

### 2.3 Vliv různých faktorů na senzorickou kvalitu

Při pěstování dochází nejen k ovlivnění výsledných hodnot jednotlivých nutričních složek na základě způsobu pěstování. Dochází také k ovlivnění senzorické kvality. Ta může být řízena množstvím obsaženého chlorofylu, který dodává jasnou zelenou barvu. Zpravidla, když se budou na základě vzhledu porovnávat vzorky microgreens pěstované komerčně nebo na farmě v půdě, vždy se upřednostní ty, které jsou pěstované na farmě, jelikož obsahují obecně více chlorofylu. A právě vzhled je jedním z požadavků zákazníka na kvalitu [14].

Dále senzorické vlastnosti mohou být změněny délkou skladování. Když se změří doba cesty microgreens z farmy ke spotřebiteli, jedná se o několik hodin. Zato u komerčně pěstovaných microgreens se doba dodání prodlužuje. Než se sklídí, zabalí do obalů, případně se na nějaký čas uskladní a až poté se dostanou ke spotřebiteli. Tímto procesem je čerstvost narušena a tím trpí jak vzhled, vůně i chuť.

Jako třetí faktor ovlivňující senzorickou kvalitu je obsah cukru. Tato složka může výrazně ovlivnit sladkost, hořkost a kyselost zeleniny. S tímto souvisí také chlorofyl. Ten má schopnost, pokud je ho dostatek, zvýšit produkci cukru na základě větší schopnosti fotosyntézy. Díky tomu, dosáhnou například microgreens brokolice, pěstované na farmě, lepší chuti ve srovnání s komerčně pěstovanými druhy. Výše zmíněné podmínky pro zajištění senzorické kvality, následně rozhodují, od jaké firmy, popřípadě, zda vůbec si zákazník zakoupí microgreens. Rozhodujícím faktorem je vzhled, jakmile neodpovídá požadavkům zákazníka, sníží tak případnou šanci nákupu a v některých případech i budoucí zájem [14].

### 2.4 Vliv světla na nutriční složení

Pro růst microgreens je nezbytné světlo, to slouží jako zdroj energie pro fotosyntézu [10]. Biosyntéza a akumulace sekundárních metabolitů je dána světlem vyvolanými reakcemi. Rostliny jsou schopny reagovat na světlo prostřednictvím fotoreceptorů. Biosyntéza sekundárních metabolitů se odvíjí od vlnové délky absorbované fotoreceptory [18]. Svět se snaží eliminovat zátěž životního prostředí v jednotlivých odvětvích. To proniklo i do oblasti snižování spotřeby energie svícením pro vývoj microgreens. Byly vyvinuty LED diody a zjistilo se, že za použití správného složení světla a intenzity můžou vést k navýšení

výnosu. Jednotlivé světelné spektrální oblasti mohou mít vliv na biosyntézu fytochemikálií a vývoj rostlin. Byl potvrzen vztah mezi stresem a osvětlením, které je jeho vyvolavatelem [5].

Plodiny jsou vystavovány různým stresům, které mohou způsobit snížení kvality a výnosu. Stres vyvolávají různí činitelé, patří sem ultrafialové záření, světlo, sucho, výskyt těžkých kovů, neideální teplota, napadení plísněmi, hmyzem a mnoho dalších. Jakmile je nějaký typ stresu aplikován v přiměřené míře, může stimulovat a tvořit signální dráhy v rostlinách. Tím se může zvýšit produkce sekundárních metabolitů [5]. Je to vysvětleno tím, že při stresu rostliny mají snahu absorbovat více energie, než je potřeba pro normální funkci fotosyntézy. Přebytek je závislý na přísunu CO<sub>2</sub>. Pokud nastane nerovnováha mezi množstvím ozáření a spotřebou energie kvůli nedostatečnému přísunu CO<sub>2</sub>, tak dochází k navýšení sekundárních metabolitů v rostlině. Vzniklý přebytek energie se musí rozprostřít, aby nedošlo k tvorbě reaktivního kyslíku, který by mohl spustit reakce týkající se volných radikálů [18].

LED diody mají ve srovnání s halogenovými světly menší energetické náklady. Navíc mají dlouhou životnost bez údržby. Fyziologický účinek LED osvětlení na rostliny je různý dle doby působení, intenzity a množství světla. Mezi hlavní fyziologické účinky se řadí aktivace primárního metabolismu dýchání, fotosyntéza, klíčení, růst a stárnutí.

Je důležité alespoň minimální množství modrého světla pro normální růst rostlin. Zefektivňuje fotosyntézu, díky níž funguje správně růst. Rostliny pěstované v modrém světle bývají menší, kratší, tlustší a mívají tmavší zelené listy oproti rostlinám pěstovaným bez modrého světla. Záření s krátkými vlnovými délkami jako je UV záření nebo modré světlo podporuje produkci pigmentů, které pohlcují světlo a vybarvují listy chlorofylem nebo karotenoidy.

Červené světlo je dalším kritickým bodem z hlediska absorpce světla listy. Červené světlo také přispívá k procesu fotosyntézy a růstu. Výsledkem působení červeného světla jsou vysoké silné a rychle rostoucí rostliny. Různé oblasti viditelného spektra používané v upravené a řízené formě představují výhody ve vývoji a nutriční kvalitě microgreens [5].

### 3 PĚSTOVÁNÍ MICROGREENS

Počet obyvatel na Zemi se neustále zvyšuje. Vzniká problém, který se týká zajištění odpovídajícího množství stravy pro všechny. Globální oteplování, nedostatek orné půdy, ohrožení bezpečnosti potravin ztěžuje možnost řešení tohoto závažného problému. Konvenční zemědělství nedokáže najít správnou cestu. Tento typ zemědělství má negativní vliv na životní prostředí. Neefektivně spotřebovává velké množství vody, produkuje vysoké hodnoty skleníkových plynů, má za následek erozi, degradaci půdy či aplikuje nadbytečně pesticidy [19].

Jednou z alternativ konvenčního zemědělství se nabízejí hydroponické systémy. Je to metoda bezpůdního pěstování. Místo půdního substrátu využívají organické či anorganické zdroje. Hydroponické systémy pro pěstování microgreens jsou stále ve vývoji, aby byla zajištěna optimální kvalita microgreens. Hydroponické systémy mohou omezit či vyřadit používání insekticidů, herbicidů i pesticidů. Pomocí hydroponických pěstebních systémů je možné kontrolovat prostředí, a tím docílit adekvátních či vyšších výnosů. Vliv na výnos microgreens má intenzita světla, kvalita světla (kombinace spektra), pH, voda, proudění vzduchu, živný roztok, obsah CO<sub>2</sub> a druh microgreens [19].

Hydroponické systémy mohou být oceněny v případě úpravy obsahu nutrientů pro vybranou skupinu spotřebitelů. Mohou to být například pacienti s poruchou funkce ledvin. Tito pacienti vyžadují dietu s nízkým obsahem draslíku. Snížení obsahu draslíku je prováděno u živných roztoků. Živný roztok může být různě upravován, tímto způsobem lze získat microgreens s živinami, které jsou poptávány.

Někteří pěstitelé nabízejí zákazníkům ještě nesklizené microgreens spolu s pěstebním médiem. Konzument si podle potřeby sklídí a umyje takové množství microgreens, které spotřebuje v nejčerstvější formě. Hydroponické podložky jsou nejvhodnější variantou pro tento způsob nabídky díky snadné přepravě a vnímání čistoty v kuchyni [20].

Microgreens svými požadavky na pěstování jsou vhodné převážně pro pěstování vnitřní. Jsou řazeny do možností, které vedou ke globálním změnám směřující k ekologickému zemědělství. Trh s microgreens nabírá na hodnotě. Jedním z negativ, které zpomaluje vývoj průmyslu zaměřený na microgreens je rychlé zhoršování kvality po sklizni. Microgreens se těžko skladují, protože se skládají z mladých pletiv, které mají vysokou rychlost respirace, jemné lístky rychle vadnou, dochází k vypařování vody, ke ztrátě živin,



poškození pletiva, a tudíž i brzkému stárnutí a nakonec k hnilobě. Ke zhoršení kvality dochází i za nízkých teplot [20, 21].

Růst microgreens je podmíněn biologickým procesem, který začíná aktivací enzymů v semenech. Enzymy jsou důležité pro zahájení životního cyklu. Použití semen vede společně s aplikací různých pěstebních systémů k získání microgreens, splňující požadavky zákazníka [22].

### **Výběr pěstebního média, místo a nádoby pro pěstování**

Kritickým aspektem zahrnutý při produkování microgreens je výběr pěstebního média, jelikož hraje významnou roli v určování produktivity a kvality microgreens, stejně jako udržitelnosti výrobního procesu. Zajištění dobrého klíčení a optimálního růstu sazenic vyžaduje dobré pěstební médium, které by mělo mít z hlediska fyzikálních vlastností pórovitost přes 85 % celkového objemu. Adekvátní poměr mezi makro a mikro póry pro garanci schopnosti zadržování vody by měl činit 55 – 70 % celkového objemu. Dále úroveň okysličení by se měla pohybovat mezi hodnotami 20 - 30 % celkového objemu kořenového systému [22].

Nesmí se také zapomínat na nebezpečí možné mikrobiologické kontaminace pěstebního média. Zvláště materiály organického původu mohou obsahovat patogenní mikroorganismy. Proto se z hlediska prevence vybírají substráty, jejichž mikrobiologická kvalita je zaručena nebo materiály, které podstoupí sterilizační ošetření. Obvykle se používají pěstební substráty, jak na úrovni komerční, tak i na úrovni domácí, typu rašelina, perlit či vermikulit. Mohou se používat jednotlivě nebo ve směsi. Pro pěstování microgreens byly speciálně vyvinuty substráty tzv. rohože tvořené z vláknitých materiálů. To může být kokosové vlákno, jutové vlákno, bavlněné vlákno, vlákna řas a papírová drť.

Komerční rohože jsou dobře definovány a standardizovány po stránce fyzikálních, chemických, agronomických vlastností. Mají vybalancovaný poměr mezi kapacitou zadržování vody a kapacitou vzduchu. Důležité je také vyzdvihnout jejich dobrou hygienicko-sanitární kvalitu [22].

Microgreens jsou z velké části pěstovány již zmíněným bezpůdním způsobem. Základem je podpora sazenic živným roztokem, obsahující všechny součásti, které jsou nezbytné pro rostlinu k životu. Komerční produkce microgreens je uskutečňována ve sklenících s kontrolovaným a řízeným prostředím na bezpůdních systémech na podnosech nebo

pomocí vertikálních hydroponických systémů [2]. Mohou se také používat vysoké tunely za předpokladu vybavení jednoduchými nebo moderními technologiemi. To se odvíjí od velikosti farmy, příznivosti klimatických podmínek a užití pěstebních médií. Existují 3 možnosti pěstování. Pěstování microgreens může být v nádobách, které jsou tvořeny z plastových tácků různých velikostí a variabilní výškou 3 až 5 cm. Tento typ pěstování umožňuje komercializaci produktu spolu s pěstebním médiem, tímto způsobem se dá vyhnout potřebnému sklizení před dopravením na trh. Druhá možnost pěstování microgreens je tzv. v drážkách nebo na lavičkách vytvořených z vhodného plastu, hliníku, pozinkovaného kovu či ze dřeva. Opět existují různé velikosti těchto systémů, do kterých se přímo umísťuje pěstební médium [22].

Jako třetí, ale méně používaným pěstebním systémem v komerční oblasti je plovací systém. Jedná se o polystyrénové podnosy různých velikostí nadnášené živným roztokem. Pěstební roztok je nasakován ze dna nádoby. U tohoto statického pěstebního systému, kde živný roztok necirkuluje, se pro udržení dobré hladiny kyslíku musí dodávat vzduch. Málo časté užití tohoto systému v komerční oblasti, je z důvodu, že tekutá kultura není vhodná pro pěstování microgreens s dostatečným obsahem sušiny a tím i dobrou údržností.

### **Semena**

Na trhu je velký výběr microgreens, například brokolice, kapusta, červená řepa, celer, bílá ředkev, atd. Díky své silné chuti a atraktivním sensorickým vlastnostem se začaly v posledních několika letech využívat hojně v restauracích jako ozdoba polévek, pokrmů z masa, chlebíčků, pomazánek a sendvičů [14].

Často se vyskytující mylná informace o použití speciálně upravených semen, která zaručí růst těchto miniaturních rostlin. Pouze způsob pěstební techniky a doba sklizení je jiná, to zaručí vypěstování microgreens. Je důležité také zmínit, že k pěstování microgreens se musí používat semena, která nejsou nijak chemicky ošetřena, jelikož se jedná o malé rostlinky, ve kterých by mořidlo zůstalo a mohlo by mít nežádoucí účinky na zdraví člověka [6].

### **Výsev**

Semena se mohou vysévat během celého roku. Způsob výsevu může být prováděn do řádku nebo plošně. Pěstitelé vysévají hustěji, aby produkce byla co největší. Zároveň si musí dát pozor, pokud by vysetá semena byla nahusto, docházelo by k prodlužování stonků

a vzniku různých chorob. Samotné semeno poskytne adekvátní výživu. Hnojivo je přidáváno hlavně z důvodu zvýšení výnosu, používají se zejména organická hnojiva [2, 9].

Pro růst je optimální teplota 18-25 °C. Microgreens pro svůj růst vyžadují dostatek neutrální nebo mírně kyselé vody. Semena některých druhů se nechávají namáčet přes noc pro zlepšení klíčivosti. Vysetá semena během doby klíčení jsou umístěna v prostoru se sníženou intenzitou světla nebo zakryta. Semena při teplotě pod 10 °C neklíčí. Po uběhnutí doby průměrně tří dnů se naklíčená semena odkryjí a denně se zalévají do doby vývoje tzv. prvních pravých lístků. Pokud během růstu je nedostatek světla, projeví se to slábnutím a ohýbáním rostlin. Dále může nastat vysoká vlhkost, která vede ke vzniku plísní na pěstebním médiu a tím poškodit microgreens. V opačném případě se zpomaluje růst [2, 20].

### **Sklizeň a uskladnění**

Microgreens se sklízí v době, kdy dosáhnou potřebné výšky a vyvinou se první kotyledonové a pravé lístky. Jejich výška při sklizni je obvykle 5 - 10 cm. Podle druhu plodiny, se odvíjí doba sklizně. Může to být 1 až 3 týdny. Po sklizení se omývají a dávají zchladit, ideálně v porézních a vzdušných obalech. Proces balení musí být velmi rychlý a za správné manipulační praxe pro zajištění bezpečnosti potravin. Jakmile se microgreens sklídí, dochází k poměrně rychlému kažení [9]. Pro balení pěstitelé často volí průhledné znovu uzavíratelné plastové sáčky nebo plastové nádoby s víkem, které jsou dražší [6]. Tyto produkty se většinou balí do obalů z polyethylenového materiálu a jsou chlazeny při doporučené teplotě 5 – 10 °C do doby, než se dopraví na trh. Microgreens se prodávají na trzích nebo v obchodech s potravinami [2, 9]. Průměrná trvanlivost se odvíjí od teploty skladování, technologie balení, vystavení světlu či složení atmosféry [21].

### **Význam pěstování bezpůdní metodou**

Bezpůdní zemědělství znamená, že se nepoužívá k pěstování půda. Půda se používá k pěstování v komerčním zemědělství. Dodává živiny rostlinám přes kořenový systém. V bezpůdních zemědělství se živiny aplikují do vodní nádrže, označované pojmem živný roztok. V této formě jsou dodávány kořenovému systému společně s jinými řízenými podmínkami, jako je kyslík, vhodná teplota, pH a další.

Mezi bezpůdní metody pěstování se řadí hydroponický, aeroponický a akvaponický systém pěstování. Tyto systémy jsou založeny právě na živných roztocích. Existuje ještě další varianta bezpůdního pěstování a to pěstování na porézních pěstebních médiích. Mezi porézní substráty organického původu spadá kůra, rýžové šustí, kokosové vlákno, flís, rašelina, piliny, atd. Do anorganických médií patří perlit, písek, vermikulit, jíl, šterk a další.

Výhody tohoto pěstování spočívají ve vysokém výnosu plodin a jejich kvality. Před výsevem se médium vždy namáčí. Většina médií se dá použít vícekrát, odstraní se kořeny i z tácu a zbytky stonků, nechají se vysušit a jsou připraveny pro další použití. Zde odpadají problémy s plevelem a půdních nemocí. Snížení četnosti používání pesticidů, šetření spotřeby vody, zajištění řízeného a kontrolovaného prostředí a nakonec i optimální využití živin popřípadě hnojiva [2, 23].

### **Význam pěstování v půdě**

Metoda založená na pěstování v půdě je poměrně snadná v porovnání s hydroponickým systémem, u kterého jsou vyžadovány na počátku finanční prostředky pro nákup speciálního vybavení.

V případě, že se obchod rozšíří, u metody pěstování v půdě stačí koupit zeminu, tácy, semena a vytvořit více místa pro nádoby na pěstování microgreens. U hydroponického systému je to složitější i dražší. Často se využívají regály pro větší množství pěstování microgreens. Tácy se mohou tak naskládat svisle do regálu. Vznikne tak více místa pro pěstování více druhů rostlin najednou. Po sklizení microgreens se půda často kompostuje a vytváří se tak, uzavřený cyklus, ve kterém se přírodní organické živiny recyklují.

Jako nevýhoda pěstování v půdě se nabízí znečištění konzumovaných rostlin zeminou oproti hydroponickému systému, kde tento problém nenastává. Microgreens se musí před konzumací umýt ve vodě, což vede k rychlejšímu kažení, pokud se nezkonzumují ihned. Dále může nastat problém u lidí, žijících v bytě, kteří nemají možnost kompostování použité půdy. V neposlední řadě pěstování v půdě přináší možné problémy s chorobami, plevelem a drobnými škůdci [6].

### 3.1 Potřebné pomůcky

#### Živiny

Pro domácí pěstování to není zcela nutné, avšak pro pěstování pro prodej je vhodné dodávat microgreens živiny. Není povinné přidávat živný roztok, ale plno pěstitelů doporučuje přidávat živiny do vodního zdroje bez ohledu, zda jsou microgreens pěstovány v zemině nebo hydroponicky. Tím, že budou dodávány živiny, docílí se pozitivního účinku na úrodě [6].

#### Nůžky, nůž

Při sklizení microgreens se využívají nůžky nebo nůž. Záleží na preferencích jednotlivých pěstitelů. Je doporučováno sklízet microgreens velmi ostrým a hlavně čistým nožem. Důvod vychází z možného skřípnutí dolní části stonku, což způsobuje rychlejší hnití.

#### Semena

Doporučuje se používat zdravá kvalitní bio semena dodávaná od seriózních dodavatelů pro potvrzení kvality. Semena se následně vysévají do půdy nebo do jiného pěstebního média. Pokud pěstujeme microgreens v půdě, je nezbytné kontrolovat, jestli používáme vysoce kvalitní sázecí směs, která má efekt na podporu růstu [6].

#### Uskladnění microgreens

Pro uchování microgreens se používají různé skladovací nádoby, do kterých jsou microgreens ihned po sklizni uloženy a vloženy do chladničky. Takto zůstanou čerstvé několik následujících dní, většinou se udává maximálně 5 - 7 dní. Nádoby musí být potravinově vhodné pro uskladnění microgreens.

#### Rozprašovač

Další potřebnou pomůckou je rozprašovač na vodu. Pravidelné sprejování microgreens lehkou vodní mlhou zajistí dostatečnou vláhu. Kdyby se použil silnější proud, způsobilo to polámání samotných rostlinek a udusání zeminy. Je několik cest, jak získat zavlažovací systém. Pokud microgreens jsou pěstovány venku, je možné použít zahradní hadici s nástavcem pro rozprašování jemnou vodní mlhou. Ve vnitřních prostorách nejčastěji se používá láhev nebo konev s kropítkem či jiná přenosná rozprašovací zařízení.

### **Nesmyvatelný fix**

Při vysévání jednotlivých druhů microgreens je užitečné použít černý popisovací fix, který zajistí rozlišení jednotlivých druhů microgreens [6].

### **pH metr**

V případě pěstování těchto rostlinek v obchodním měřítku, jsou zapotřebí i další pomůcky. Můžou se zdát jako nadbytečné. Ale lidé, kteří od pěstitelů kupují a konzumují microgreens spoléhají na praktikované metody pěstování, které poskytnou kvalitu, chuť, zdraví i bezpečnost.

Mezi tyto pomůcky řadíme pH metr. Pokud se pěstují microgreens v komerčním měřítku je vhodné mít pH metr. Obecně rostliny jsou citlivé na různé hladiny pH. Některé z nich upřednostňují kyselé prostředí, jiným zase vyhovuje zásadité prostředí, zejména asijská zelenina. Těchto podmínek, které rostliny vyžadují, se dá docílit přidáním malého množství citronové šťávy do vody nebo pro zvýšení pH se přidává troška kypřicího prášku [6].

### **Obaly na microgreens**

Sklizené microgreens se ukládají do plastových obalů. Jedná se o sáčky, které jsou znovu uzavíratelné. Sáčky mohou být také nahrazeny malými plastovými kelímky nebo jinými nádobami s víčky. Kelímky jsou častěji používány, z důvodu, že chrání křehká microgreens efektivněji. Tyto kelímky musí být viditelně označeny štítkem. Zároveň, pokud se jedná o obchodní oblast, jsou důležité i váhy.

### **Váhy**

Váhy slouží pro přesné množství microgreens vkládaných do balení na prodej. Microgreens jsou poměrně drahým produktem, proto zákazník chce získat přesně to, co si zaplatí [6].

### **Pěchovač a časovač**

Půdní lis jinak řečeno pěchovací zařízení slouží k tomu, aby upěchovalo půdu pro usnadnění rovnoměrného rozprostření semen po celé ploše půdy [6].

### **Zdroj světla**

Pro vypěstování microgreens je důležité zajistit zdroj světla. Není dobrá cesta se spoléhat pouze na sluneční svit, který je bez diskuze nejlepším zdrojem světla. Pokud ale nastane zima či zatažené dny, můžou rostliny trpět, proto je důležité zajistit i umělý zdroj světla [5]. U zdroje světla se volí vhodná vlnová délka, intenzita, doba působení [10]. Použitím správného světla lze docílit zlepšení kvality rostlin v první fázi vývoje a zvýšení obsahu fytochemikálií. Kvantita i kvalita použitého světla je důležitá pro rostliny, a proto se musí kontrolovat [5]. Jestliže se jedná o větší produkci microgreens, bude určitě zapotřebí časovač. Ten zajistí nastavení světel pro rozsvícení a vypínání v konkrétní dobu. Díky tomu microgreens přijmou optimální množství světla každý den bez manuálního zásahu.

Při pěstování ve sklenících je přirozený zdroj světla doplňován umělým zdrojem světla. Používají se nejčastěji vysokotlaké sodíkové výbojky, halogenové světlo nebo LED osvětlení. Spektrální rozmezí se pohybuje od 250 do 750 nm. Nevýhoda vysokotlakých sodíkových výbojek spočívá v potřebě vysokého napětí. Mají pouze 5 % modrého světla ve srovnání se slunečním zářením 18 %. Vědci se také zabývali výhodami LED diod.

LED osvětlení dovoluje úpravu spektrálního složení, tím i fyziologický účinek LED osvětlení na rostliny. Vyzařují nízké hodnoty sálavého tepla. Jsou schopné produkovat bílé světlo i monochromatické světlo. LED osvětlení poskytuje výrazné provozní výhody a je šetrnější k životnímu prostředí než již zmíněné výbojky. Definuje se jako levné studené říditelné světlo. Tyto LED diody nabízejí rovnoměrné rozprostření světla oproti obvyklým vysokotlakým sodíkovým výbojkám nebo obyčejným zářivkám. Dodávají fotony rostlinám a ty spouštějí jednotlivé vývojové dráhy skrze fotoreceptory. Fotoreceptory mají funkci snímat vlnové délky a pomáhají rostlinám využít záření UV, modré, červené/dalekočervené. Výtěžek světla LED osvětlení je několikanásobně větší [5, 10].

Kvalita světla má významný vliv na růst microgreens, barvu, aroma i na obsah živin. Bylo potvrzeno, že červené, modré světlo nebo jejich kombinace mají nejlepší přínos pro microgreens. Další vlnové délky nemají takové pozitivní účinky jako červené a modré světlo. Do jisté míry zelené a dalekočervené světlo je rostlinami odráženo. Vhodně použité světlo podporuje proces fotosyntézy a regulaci metabolismu rostlin [20, 10].

### **Ventilátor, tepelné rohože**

Jako další pomůcka, která se musí při velkovýrobě zajistit je ventilace rostlin pomocí ventilátorů, tím se zabrání vzniku problémů s plísněmi. S komerční výrobou jsou dále

spjaté tepelné rohože, které poslouží pro zkvalitnění a zvýšení klíčivosti semen. Pokud microgreens jsou pěstovány pro vlastní potřebu a ne pro výnos, postačí mít semínka blízko zdroje tepla [6].

### **35 % Peroxid vodíku**

35% peroxid vodíku potravinářsky vhodný se používá pro sterilizaci nádob a jiných pomůcek, které se používají. Ukázalo se, že je dobrou látkou v boji proti plísním. Někteří pěstitelé peroxid vodíku využívají na sanitaci semen a podporu klíčení před nebo během klíčení. Většina nejlepších pěstitelů se zaměřuje především na udržování růstového prostředí v nejlepší kvalitě, což zabraňuje vzniku problémů s plísněmi [6].



## 4 VYBRANÉ DRUHY MICROGREENS

### 4.1 Ředkvičky

Ředkvičky se vyznačují štiplavou chutí. Jejich stonky jsou obvykle do růžovo-fialova zbarvené a lístky jsou zelené, ale záleží na druhu. Doba růstu je kratší a jsou nenáročné na podmínky. Semena ředkviček mají hnědo-červenou barvu a jedná se o větší semena. Benefit jejich pěstování spočívá ve vysokém obsahu bílkovin, dále jsou bohaté na vitamin C, A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E a K. Z minerálních látek jsou zastoupeny hořčík, železo, draslík, vápník, sodík, fosfor a zinek. Obsah bílkovin je 30 – 35 %.

Využívají se za syrova do salátů, na chleba s pomazánkou, do smoothie, k vejším, na přípravu dipů nebo jen jako ozdoba pokrmů. Disponují antibakteriálními, antivirovými a detoxikačními účinky, podporují zažívání, působí pozitivně na ředění krve a preventivně proti anémii, osteoporóze, onemocněním srdce a oběhového systému díky přítomným vitaminům a minerálním látkám [24, 25].

### 4.2 Červený kedluben

Semínka se snadno zaměňují se semínky brokolice, jsou malá tmavě hnědá. Kedluben se vyznačuje fialově zbarveným stonkem a tmavě zelenými lístky, dokážou tak zvýraznit pokrm. Hodí se k masu, do nápojů i k pečivu s pomazánkou. Doporučuje se, aby člověk, který poprvé hodlá ochutnat microgreens, aby vyzkoušel právě červenou kedlubnu. Jelikož má svěží jemnou chuť připomínající zelí, která je zprvu sladká a na konci má lehký štiplavý dozvuk, to konzumenta neodradí ani od další konzumace microgreens. Ohledně složení jsou významné některé vitaminy C, B, E, K a minerální látky. Působí na imunitní systém, posiluje obranyschopnost, může mít močopudné účinky ve větším množství a napomáhá zažívání [26].

### 4.3 Brokolice

Brokolice v podobě microgreens se vykazuje mírně sladkou chutí. Obohatí saláty, ryby, různé předkrmy, těstoviny, rizota a pokrmy z masa. Doba růstu je delší. Semena jsou tmavá a drobná. Vyrůstá v podobě bílého stonku s menšími světlými zelenými listy. Obsahuje plno minerálů, vitaminů i sekundárních látek jako jsou flavonoidy,

isoflavonoidy, glukosinoláty, polyfenoly, karotenoly. Nesmí se opomenout ani přítomnost antioxidantů. Díky značnému obsahu cenných látek má brokolice protirakovinové účinky. Brokolici jsou připisovány dále antibakteriální, detoxikační, protizánětlivé účinky, podílí se také na snižování hladiny cukru v krvi [27, 28].

#### 4.4 Kapusta

Vyznačuje se tmavě hnědými kulatými semínky, ty se můžou lehce zaměnit s jinými druhy. Od ostatních se odlišují díky tmavě zeleným lístkům a bílým stonkům. Ne každý si chuť kapusty oblíbí. Je totiž jemně trpká. Obsahuje vysoké množství železa a vápníku, vitaminů A, C, K. Používá se za syrova do salátů, na chléb, k míchaným vejším, do smoothie či jako bylinkový tvaroh nebo s ovocem [29, 30].

#### 4.5 Hrášek

Vypěstovaný microgreens hrášek má úplně odlišný vzhled od ostatních. Vzhledově vypadá jako mladá sazenice obyčejného hrášku. I semínka jsou stejná, akorát nejsou pokryta mořidlem. Dobá klíčení je delší. Od ostatních se odlišuje délkou růstu a to 15 až 25 cm. Vyznačuje se sladkou chutí. Hrášek je bohatý na vitamíny i rostlinné bílkoviny. Může se konzumovat za syrova nebo lehce tepelně opracovaný. Skvěle se hodí do salátů, pest, jako ozdoba polévek, do tortill, pomazánek, zeleninových smoothies nebo na dohotovení masových pokrmů a chlebičků. Posiluje metabolismus, z minerálních látek jsou zastoupeny nejvíce vápník, železo, draslík a fosfor, z vitaminů jsou to A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> a C [31, 32].

#### 4.6 Hořčice

Vzhled je charakteristický bílými stonky a zelenými lístky. Semena jsou malá kulatá žlutá zrníčka. Z názvu vyplývá, že chuť bude zlehka pálivá. Doba růstu se pohybuje kolem 7 až 12 dnů. Kromě bílé hořčice existuje i červená. Hodí se do nádivek, salátů či na ozdobu kanapek. Microgreens obsahují řadu vitaminů, minerálních látek. Pozitivně působí na krevní tlak, má antibakteriální účinky a napomáhá od bolestí svalů [33, 34].

## 4.7 Vojtěška

Je to druh microgreens, který není úplně typický. Semena vojtěšky mají světle hnědou barvu a jsou drobnější. Ze semen vyrůstají rostlinky, které mají bílé stonky a jemné větší zelené lístky. Chuť se připodobňuje lehce oříškům. Jemná zeleň vojtěšky navíc obsahuje všech osm esenciálních aminokyselin a spoustu minerálů, jako je vápník a vitaminy [35].





U vojtěšky je důležité sklizení až po sedmém dni, kdy se kanavanin rozkládá. Jedná se o aminokyselinu, která způsobuje inhibici proteinové syntézy [36]. Uplatnění nachází opět do salátů, na bagetky s pomazánkou nebo snídaňové pokrmy. Vojtěška působí protizánětlivě a pomáhá v boji s akné [35].







## 4.8 Bílá ředkev – daikon

Bílá ředkev má větší hnědo-oranžová semínka. Vyznačuje se stonkem bílé barvy se zelenými lístky. Chuť lze popsat jako jemně štiplavou. V bílé ředkvi jsou zastoupeny vitamíny A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, minerální látky železo, draslík, hořčík, fosfor a další. „Kromě hořkých a ostrých látek obsahuje také enzymy a hormony. Díky tvorbě chlorofylu v procesu růstu se tyto složky množí velmi rychle a zvyšují farmakologický účinek“ [37]. Nabízí se do dipů, asijských pokrmů, smoothie či na obohacení salátů [37].

## 5 MOŽNOST DOMÁCÍHO PĚSTOVÁNÍ MICROGREENS

Některým lidem se může zdát pěstování microgreens v domácích podmínkách velmi složité. Existuje celá řada možností, kterými lze vypěstovat microgreens i doma. Na trhu jsou k dostání jednoduché sady určené především pro začátečníky. Pohybují se v nižší cenové kategorii. Jedna z nich je znázorněna níže. Sady na pěstování mohou být i složitější, ty se od jednoduchých odlišují zabudovaným zdrojem světla a propracovanější konstrukcí, bohužel jsou dražší.

Červený kedluben	Brokolice
	
Nádoba na pěstování microgreens	Nádoba na pěstování microgreens
	
Pěstební médium – kokosová tableta	Pěstební médium – kokosová tableta

	
<p>Semena červený kedluben</p>	<p>Semena brokolice</p>
	
<p>Připravené pěstební médium</p>	<p>Připravené pěstební médium</p>
	
<p>1. den po výsevu</p>	<p>1. den po výsevu</p>



2. den po výsevu



2. den po výsevu



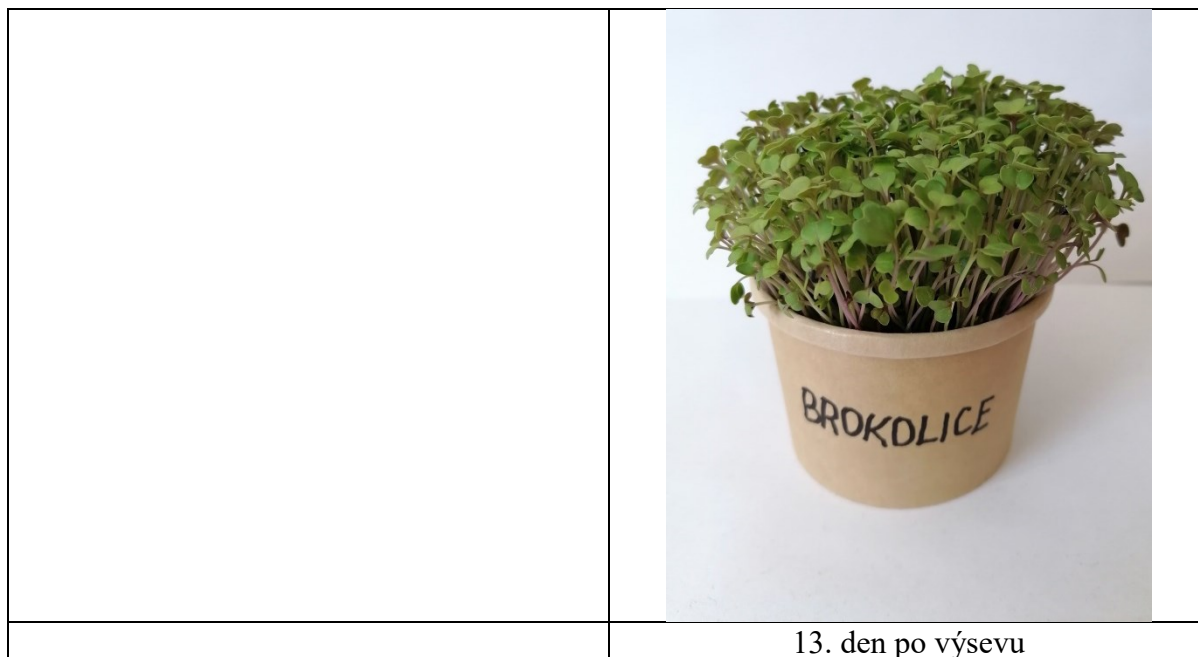
3. den po výsevu



3. den po výsevu



	
<p>5. den po výsevu</p>	<p>5. den po výsevu</p>
	
<p>8. den po výsevu</p>	<p>8. den po výsevu</p>



Obrázek 4. Ukázka domácího pěstování brokolice a červené kedlubny a jejich porovnání délky růstu

Tento jednoduchý způsob pěstování microgreens se provádí tak, že se do kelímku nalije 180 ml vody a přidá se kokosová tableta. Jakmile tableta zvětší svůj objem, semínka se rovnoměrně rozsypou po celém povrchu média. Důležité je zajistit přiměřenou hustotu výsevu. Kelímek se uzavře víčkem na dobu 2-4 dny, různé druhy mají různou dobu klíčení. Po vyklíčení se kelímek otevře, umístí se na slunné a teplé místo. Podle potřeby se doplňuje voda. Hotové microgreens jsou tehdy, až dosáhnou požadované výšky a mají vyvinuté lístky. Tento kelímek spolu s médiem je možné použít dvakrát. Po sklizni se vyjme obsah, ostříhají se stonky, opačnou stranou se vloží zpět do kelímku a přidá se znovu voda.

Microgreens červený kedluben vyroste za 8 dnů do konzumní zralosti. Microgreens brokolice má dobu růstu delší a to 13 dnů. Zároveň je více náchylná na podmínky růstu.



## 6 VYUŽITÍ MICROGREENS V GASTRONOMII A POTRAVINÁŘSTVÍ

První historické zmínky o používání microgreens v gastronomii pocházejí z Kalifornie. Microgreens se poprvé objevily v pokrmech šéfkuchařů v San Franciscu v 80. let minulého století. Nový kulinářský trend představují posledních pár let.

V dnešní době jsou hlavně používány v fine dining restauracích. Tyto restaurace kladou důraz na kreativní servírování a na chuť samotných pokrmů. Lidé, kteří chtějí znovu prožít zážitek z restaurace v pohodlí domova, mohou využít právě microgreens. Microgreens jsou přírodní volbou pro doplnění chuti a dobrému vzhledu jakéhokoliv pokrmu [22].

Druhy semen, které se nejvíce používají pro produkci microgreens patří do několika botanických čeledí. Řadí se sem čeleď brukvovitých (květák, brokolice, zelí, čínské zelí, kapusta, hlávková kapusta, potočnice lékařská, ředkvička, atd.), hvězdnicovité (hlávkový salát, čekanka salátová červenolistá, atd.), miříkovité (kopr, mrkev, fenykl, celer), amarylkovité (česnek, cibule, pórek), laskavcovité (amarant, lebeda zahradní, řepa, špenát, atd.) a tykvovité (meloun, okurka, tykev). Jako microgreens se dále pěstují obiloviny (oves, pšenice, rýže, kukuřice, ječmen), luštěniny (cizrna, vojtěška, fazole, čočka, hrášek, atd.), olejnaté rostliny (slunečnice) a mnoho aromatických koření jako je bazalka, pažitka, koriandr, kmín římský. Zároveň existuje celá řada divokých druhů plodin. Vyznačují se širokou škálou barev, struktur, chutí a nezbytných živin pro konzumenta [22].

Z gastronomického pohledu jsou microgreens atraktivní zejména díky jejich prvním pravým lístkům, které nabízejí různorodé barvy (zelená, žlutá, červená, fialová), chuť (sladká, neutrální, mírně nakyslá, pikantní), texturu (jemná, křupavá, šťavnatá) a nakonec i různé struktury. Microgreens oproti standardní zelenině mají silnější a koncentrovanější chuť a mohou sloužit jako koření. U některých druhů microgreens, které se jako dospělé rostliny běžně nekonzumují v syrovém stavu, jako jsou luštěniny nebo obiloviny, přinášejí nové a netradiční chuť pro spotřebitele. Vůně microgreens může být intenzivní, jemná nebo sotva postřehnutelná jako v mnoha případech různých druhů dospělé zeleniny.

V některých obchodech se microgreens prodávají v nádobkách spolu s pěstebním médiem. Vypadají takto čerstvější a mají delší trvanlivost. Jako každé jiné rostoucí rostliny i microgreens potřebují určité podmínky pro zachování čerstvosti. Kvalita a chuť rychle klesá během přepravy do kuchyně nebo do chladicího boxu. Během transportu sklizené

microgreens měknou, ztrácí barvu a chuť. Navíc během přepravy a skladování stráví dlouhou dobu ve tmě, která přináší ztrátu jak nutriční, tak i sensorickou.

Již zmíněná jednoduchost pěstování microgreens přispěla k myšlence vlastního pěstování v domácím prostředí. Roste počet lidí, který by si rád vypěstoval vlastní microgreens v mikrozahrádce, což přináší nízkou výrobní cenu, nulové náklady za transport a pěstování po celý rok [22].

K této ideji se přidali i lidé pracující v gastronomii. Vlastní produkce microgreens spadá do nových trendů haute cuisine. Například šéfkuchař George Fistrovich pěstuje microgreens ve vnitřním prostředí, které má řízené klima, zvané The Grow House v Ritz-Carlton Neapol. První takový dům byl vytvořen z lodního kontejneru s kapacitou vypěstování na ploše jednoho akru. Šéfkuchař George Fistrovich využívá do svých pokrmů microgreens, které si donáší z The Grow House. Říká, že k tomu stačí pár kroků zadními dveřmi z hotelu. Microgreens jsou tak sklizeny v nejvyšší kvalitě. Pěstování microgreens se rozšířilo i na výletní lodě. Pro pěstování se využívají skleněné skleníky, ze kterých jsou microgreens přímo donášeny na dohotovovaný pokrm [22].

Kulinární využití microgreens je především jako čerstvá ozdobná zelenina v poslední fázi přípravy pokrmů, doplňují polévky, hlavní pokrmy i dezerty. Mohou se používat na výrobu džusů, fermentových nápojů nebo smoothie. Méně obvyklé využití je přidávání do pekárenských výrobků [21]. Jiné možnosti použití microgreens byly zkoumány. Šéfkuchaři a gastronomové se spojili s cílem rozvinout kulinární využití microgreens. Přitom dbali na to, aby nebyly zastíněny organoleptické vlastnosti čerstvých microgreens. Snažili se vytvořit nové možnosti využití microgreens v gastronomii a tím vylepšit pokrmy [22].

V některých případech může převládat vizuální působení, jinde zase je vnímána hlavně chuť a vůně. Tento kulinářský koncept přináší funkční strategii pro podporu navrácení a využití místních odrůd zeleniny a divoce rostoucích jedlých rostlin v jiné formě.

Kvalita čerstvých produktů je spojena s několika sensorickými atributy zahrnující vzhled, texturu, chuť, zvuk a pocitové aspekty. Prvotním symbolem kvality je vzhled, ten přitahuje spotřebitele k produktům a zároveň ovlivňuje jejich výběr v první fázi nákupu. Nicméně další vlastnosti a to vůně a chuť hrají roli ve spokojenosti a možného budoucího nákupu. Firmy produkující microgreens na komerční úrovni, provádějí sensorické testy pro vývoj nových dokonalejších druhů microgreens [22].



Obrázek 5. Doplnění polévky microgreens hráškem [38]

## ZÁVĚR

Microgreens charakterizované jako malé rostlinky skrývají veliký potenciál. Uplatňují se jak v gastronomii pro dochucování, food styling, tak i pro podporu zdraví člověka. Existuje nespočet druhů, které se liší jak v barvě, aroma, struktuře i v délce stonku. Obsahují plno zdraví prospěšných látek, jednoduše se pěstují a významně nespotebouvají finanční prostředky. Není zapotřebí žádných speciálních pomůcek, které by mohly odrazovat od vlastního pěstování. Komerční oblast pěstování se snaží vytvářet, co nejvhodnější podmínky pro docílení vysokého výnosu a kvality.

Z toho, co je řečeno o microgreens, se mohou považovat za tzv. superpotravinu. Záleží pouze na lidech, jak se k tomu postaví, a zda nezavrhnou konzumaci microgreens hned na začátku. Podle mého názoru si dokáže vybrat opravdu každý, stačí vyzkoušet jaký druh chuťově je pro ně nejpříjemnější. Každý si může doma pěstovat microgreens, takovým způsobem, jaký mu bude vyhovovat. Je dobré do pěstování a konzumace microgreens zapojovat i děti pro získání návyku. Rozmach může být ovlivňován jakým způsobem se povědomí a informace o microgreens budou šířit.

Cílem práce je ucelit a vyzdvihnout informace o microgreens, jejich pěstování, nutričním složením a využití v gastronomii. Odpovědět na kladené otázky v úvodu.

Odpověď na otázky: Dokáží microgreens nahradit z části konzumaci zeleniny? Jaký mají vliv na zdraví? Jak by ovlivnily kalorickou hodnotu a množství přijímané vlákniny? Přijal by každý konzumaci microgreens? Na tyto otázky je těžké správně odpovědět. Tím, že nastává problém v nedostatečné prezentaci microgreens, má za následek, že se microgreens v České republice pěstují pouze minoritně. Nastává otázka, jestli z kalorického hlediska by dokázaly nahradit zeleninu. Vlákna by se pravděpodobně musela doplňovat jinými zdroji. Na základě získaných informací, je možné tvrdit, že nutriční požadavek by splnily. Vliv na zdraví je určitě pozitivní, z důvodu obsahu velkého množství zdraví prospěšných látek. Ale jak se říká, všeho s mírou. V důsledku současné tíživé ekonomické situace by byly přínosné pro domácnosti jako náhradní zdroj vitaminů a minerálních látek, jelikož současné ceny za ovoce a zeleninu jsou poměrně vysoké. A toto by mohla být cesta k proniknutí konzumace microgreens mezi lidmi.

Čas ukáže, zda microgreens proniknou i do školních jídelen a nezůstanou pouze v restauracích či při domácím vaření. Ale jejich existence určitě nevymizí. Možná je bude pěstovat každá domácnost a napomůže snížit zátěž životního prostředí. Třeba se jejich

konzumace rozšíří natolik, že vymizí nedostatky ve spotřebě vitaminů a minerálních látek a stanou se běžně konzumovanou potravinou. Nicméně se budou provádět další studie, které povedou ke zdokonalení pěstování, skladování, balení, využití a v neposlední řadě k upřesňování informací o microgreens.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] EBERT, Andreas W. Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. *Plants* [online]. 2022, **11**(4) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2223-7747. Dostupné z: doi:10.3390/plants11040571
- [2] SINGH, Narendra, ADITIKA, Seema RANI a Om Prakash CHAURASIA. Vegetable Microgreens Farming in High-Altitude Region of Trans-Himalayas to Maintain Nutritional Diet of Indian Troops. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences* [online]. 2020, **90**(4) [cit. 2022-05-18]. ISSN 0369-8211. Dostupné z: doi:10.1007/s40011-019-01147-0
- [3] RENNA, Massimiliano a Vito Michele PARADISO. Ongoing Research on Microgreens: Nutritional Properties, Shelf-Life, Sustainable Production, Innovative Growing and Processing Approaches. *Foods* [online]. 2020, **9**(6) [cit. 2022-05-17]. ISSN 23048158. Dostupné z: doi:10.3390/foods9060826
- [4] KYRIACOU, Marios C., Youssef ROUPHAEL, Francesco DI GIOIA, Angelos KYRATZIS, Francesco SERIO, Massimiliano RENNA, Stefania DE PASCALE a Pietro SANTAMARIA. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2016, **57** [cit. 2022-05-18]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2016.09.005 správně
- [5] ARTÉS-HERNÁNDEZ, Francisco, Noelia CASTILLEJO a Lorena MARTÍNEZ-ZAMORA. UV and Visible Spectrum LED Lighting as Abiotic Elicitors of Bioactive Compounds in Sprouts, Microgreens, and Baby Leaves—A Comprehensive Review including Their Mode of Action. *Foods* [online]. 2022, **11**(3) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11030265
- [6] WOODS, Clive a Donny GREENS. Microgreens. WOODS, Clive a Donny GREENS. *Microgreens*. USA: KLG Publishing, 2020. ISBN 9781913666002.
- [7] RIGGIO, Gina M., Qing WANG, Kalmia E. KNIEL a Kristen E. GIBSON. Microgreens—A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2019, **290** [cit. 2022-05-18]. ISSN 0168-1605. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518307323?pes=vor>
- [8] LE, Thanh Ninh, Chiu-Hsia CHIU a Pao-Chuan HSIEH. Bioactive Compounds and Bioactivities of Brassica oleracea L. var. Italica Sprouts and Microgreens: An Updated Overview from a Nutraceutical Perspective. *Plants* [online]. 2020, **9**(8) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2223-7747. Dostupné z: doi:10.3390/plants9080946
- [9] MIR, Shabir Ahmad, Manzoor Ahmad SHAH a Mohammad Maqbool MIR. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2017, **57**(12) [cit. 2022-05-18]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2016.1144557
- [10] ZHANG, Xiaoyan, Zhonghua BIAN, Xingxing YUAN, Xin CHEN a Chungui LU. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, **99** [cit. 2022-05-18]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2020.02.031

- [11] PATHAN, Safiullah a Rafat A. SIDDIQUI. Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients* [online]. 2022, **14**(3) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu14030558
- [12] ZHANG, Yanqi, Zhenlei XIAO, Emily AGER, Lingyan KONG a Libo TAN. Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. *Journal of Future Foods* [online]. 2021, **1**(1) [cit. 2022-05-18]. ISSN 27725669. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfutfo.2021.07.001
- [13] YADAV, Lalu Prasad, Tanmay Kumar KOLEY, Ajay TRIPATHI a Surendra SINGH. Antioxidant Potentiality and Mineral Content of Summer Season Leafy Greens: Comparison at Mature and Microgreen Stages Using Chemometric. *Agricultural Research* [online]. 2019, **8**(2) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2249-720X. Dostupné z: doi:10.1007/s40003-018-0378-7
- [14] TAN, Libo, Holly NUFFER, Jiannan FENG, Shu Hang KWAN, Hsiangting CHEN, Xiao TONG a Lingyan KONG. Antioxidant properties and sensory evaluation of microgreens from commercial and local farms. *Food Science and Human Wellness* [online]. 2020, **9**(1) [cit. 2022-05-18]. ISSN 22134530. Dostupné z: doi:10.1016/j.fshw.2019.12.002
- [15] GHOORA, Manjula D., Dandamudi Rajesh BABU a N. SRIVIDYA. Nutrient composition, oxalate content and nutritional ranking of ten culinary microgreens. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2020, **91** [cit. 2022-05-20]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2020.103495
- [16] Polyfenoly v ovoci a zelenině. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, c2021 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/polyfenoly-v-ovoci-a-zelenine.aspx>
- [17] KURIAN, Meril Sara a P. R. MEGHA. *Assessment of variation in nutrient concentration and antioxidant activity of raw seeds, sprouts and microgreens of Vigna radiata(L.) Wilczek and Cicer arietinum L* [online]. In: 2020 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: doi:10.1063/5.0018781
- [18] APPOLLONI, Elisa, Giuseppina PENNISI, Ilaria ZAULI, Laura CAROTTI, Ivan PAUCEK, Stefania QUAINI, Francesco ORSINI a Giorgio GIANQUINTO. Beyond vegetables: effects of indoor LED light on specialized metabolite biosynthesis in medicinal and aromatic plants, edible flowers, and microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2022, **102**(2) [cit. 2022-05-15]. ISSN 0022-5142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.11513
- [19] RUSU, Teodor, Reed John COWDEN, Paula Ioana MORARU, Mihai Avram MAXIM a Bhim Bahadur GHALEY. Overview of Multiple Applications of Basil Species and Cultivars and the Effects of Production Environmental Parameters on Yields and Secondary Metabolites in Hydroponic Systems. *Sustainability* [online]. 2021, **13**(20) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/su132011332
- [20] TURNER, Ellen R., Yaguang LUO a Robert L. BUCHANAN. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review. *Journal of Food Science* [online]. 2020, **85**(4) [cit. 2022-05-18]. ISSN 0022-1147. Dostupné z: doi:10.1111/1750-3841.15049
- [21] GALIENI, Angelica, Beatrice FALCINELLI, Fabio STAGNARI, Alessandro DATTI a Paolo BENINCASA. Sprouts and Microgreens: Trends, Opportunities, and Horizons for Novel Research. *Agronomy* [online]. 2020, **10**(9) [cit. 2022-05-19]. ISSN 2073-4395. Dostupné z: doi:10.3390/agronomy10091424

- [22] RENNA, Massimiliano, Francesco DI GIOIA, Beniamino LEONI, Carlo MININNI a Pietro SANTAMARIA. Culinary Assessment of Self-Produced Microgreens as Basic Ingredients in Sweet and Savory Dishes. *Journal of Culinary Science & Technology* [online]. 2016, **15**(2) [cit. 2022-05-18]. ISSN 1542-8052. Dostupné z: doi:10.1080/15428052.2016.1225534
- [23] MALUIN, Farhatun Najat, Mohd Zobir HUSSEIN, Nik Nor Liyana NIK IBRAHIM, Aimrun WAYAYOK a Norhayati HASHIM. Some Emerging Opportunities of Nanotechnology Development for Soilless and Microgreen Farming. *Agronomy* [online]. 2021, **11**(6) [cit. 2022-05-18]. ISSN 2073-4395. Dostupné z: doi:10.3390/agronomy11061213
- [24] Ředkvička - semínka microgreens. *Oslavan* [online]. Náměšť nad Oslavou: Oslavan, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eshop.oslavan.cz/redkvicka-seminka-microgreens>
- [25] Microgreens ředkev. *Microfeeld* [online]. c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.microfeeld.cz/microgreens/microgreens-redkev/>
- [26] Kedlubna - microgreens. *Svět beďýnek* [online]. Svět Beďýnek, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.svetbedynek.cz/product/lichorerisnice-jedle-klicky-25g>
- [27] Microgreens brokolice. *Microfeeld* [online]. c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.microfeeld.cz/microgreens/microgreens-brokolice/>
- [28] Brokolice - semínka microgreens. *Oslavan* [online]. Náměšť nad Oslavou: Oslavan, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eshop.oslavan.cz/brokolice-seminka-microgreens>
- [29] Kapusta - semínka microgreens. *Tvoje farma* [online]. Poděbrady: Tvoje farma, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.tvojefarma.cz/seminka/kapusta/>
- [30] Kapusta - semínka microgreens. *Oslavan* [online]. Náměšť nad Oslavou: Oslavan, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eshop.oslavan.cz/kapusta-seminka-microgreens>
- [31] Microgreens - hrášek. *Rostlinná výroba* [online]. Fryšták: Magsy [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://rostlinnavyroba.cz/produkt/microgreens-hrasek/>
- [32] Microgreens hrášek. *Microfeeld* [online]. c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.microfeeld.cz/microgreens/microgreens-hrasek/>
- [33] Hořčice bílá. *Malí zelenáči* [online]. Jablonec nad Nisou, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.malizelenaci.cz/seminka-microgreens/horcice-bila/>
- [34] Microgreens hořčice. *Microfeeld* [online]. c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.microfeeld.cz/microgreens/microgreens-horcice/>
- [35] Vojtěška - semínka microgreens. *Oslavan* [online]. Náměšť nad Oslavou: Oslavan, c2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eshop.oslavan.cz/vojteska-seminka-microgreens>
- [36] Kanavanin. *Velký lékařský slovník* [online]. Praha: Maxdorf, c1998-2022 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://lekarske.slovniky.cz/pojem/kanavanin>
- [37] Bílá ředkev - Daikon - semínka microgreens. *Tvoje farma* [online]. Poděbrady: Tvoje farma, c2022 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.tvojefarma.cz/seminka/bila-redkev-daikon/>



[38] Microgreens - hrášek. In: *Rostlinná výroba* [online]. Fryšták: Magsy [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://rostlinnavyroba.cz/produkt/microgreens-hrasek/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

UV	Ultrafialové záření
LED	Elektroluminiscenční dioda
Atd.	A tak dále
Tzv.	Takzvaný
Př. n. l.	Před naším letopočtem
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
g	gram
mg	miligram
kg	kilogram
obr.	obrázek
nm	nanometr
ml	mililitr
cm	centimetr
°C	stupeň Celsia

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1. Průběh růstu microgreens (přeloženo) [7].....	13
Obrázek 2. Grafické znázornění změřených hodnot posuzovaných složek u microgreens brokolice (přeloženo) [14] .....	16
Obrázek 3. Graf znázorňující hodnoty antioxidační aktivity [1] .....	21
Obrázek 4. Ukázka domácího pěstování brokolice a červené kedlubny a jejich porovnání délky růstu.....	40
Obrázek 5. Doplnění polévky microgreens hráškem [38] .....	43