

Nutriční význam naklíčených semen

Barbora Miškarová

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Barbora Miškarová
Osobní číslo:	T21202
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Gastronomické technologie
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Nutriční význam naklíčených semen

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

- Charakterizovat naklíčená semena.
- Popsat chemické složení vybraných semen.
- Vliv naklíčených semen na lidské zdraví.
- Možnost využití naklíčených semen v potravinářství a gastronomii.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Zujko, M. E., Terlikowska, K. M., Zujko, K., Paruk, A., & Witkowska, A. M. (2016). Sprouts as potential sources of dietary antioxidants in human nutrition. *Progress in Health Sciences*, 6, 77-83.
- [2] Wojdyło, A., Nowicka, P., Tkacz, K., & Turkiewicz, I. P. (2020). Sprouts vs. microgreens as novel functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties. *Molecules*, 25(20), 4648.
- [3] Gan, R. Y., Lui, W. Y., Wu, K., Chan, C. L., Dai, S. H., Sui, Z. Q., & Corke, H. (2017). Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 1-14.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martina Mrázková, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

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

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 mohu užít 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(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá nutričním významem naklíčených semen, která představují cenný zdroj živin v rámci zdravého stravování. Cílem práce je charakterizovat změny nutričního složení semen během procesu klíčení a zhodnotit jejich přínos pro lidské zdraví. Klíčení aktivuje enzymatické procesy, které vedou ke zvýšení biologické dostupnosti vitamínů (zejména skupiny B, vitamínu C a E), minerálních látek, esenciálních aminokyselin a antioxidantů. Zároveň dochází ke snížení obsahu antinutričních látek, jako je kyselina fytová nebo inhibitory enzymů. Práce dále upozorňuje na rizika spojená s mikrobiologickou kontaminací a výskytem mykotoxinů, která mohou při nesprávném zacházení s naklíčenými semeny vzniknout. Na základě dostupné literatury lze konstatovat, že naklíčená semena mají vysoký nutriční potenciál a mohou významně obohatit racionální jídelníček.

Klíčová slova: klíčená semena, nutriční hodnota, využití naklíčených semen, bílkoviny, tuky, sacharidy, vitamíny, minerální látky, enzymy, polyfenoly, microgreens

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the nutritional importance of sprouted seeds, which represent a valuable source of nutrients in a healthy diet. The aim of the thesis is to analyse the changes in the nutritional composition of seeds during the germination process and to evaluate their benefits for human health. Germination activates enzymatic processes that lead to an increase in the bioavailability of vitamins (especially B vitamins, vitamin C and E), minerals, essential amino acids and antioxidants. At the same time, the content of antinutritional substances such as phytic acid or enzyme inhibitors is reduced. The work also draws attention to the risks associated with microbiological contamination and the presence of mycotoxins that can arise from improper handling of sprouted seeds. Based on the available literature, it can be concluded that sprouted seeds have a high nutritional potential and can significantly enrich a rational diet.

Keywords: sprouted seeds, nutritional value, use of sprouted seeds, proteins, fats, carbohydrates, vitamins, minerals, enzymes, polyphenols, microgreens

Chtěla bych poděkovat Ing. Martině Mrázkové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, laskavost i trpělivost při konzultacích nad odbornými texty a za cenné rady, kterých se mi při psaní práce dostalo. Také bych ráda poděkovala mé rodině a blízkým přátelům za podporu při psaní bakalářské práce a po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 CHARAKTERISTIKA NAKLÍČENÝCH SEMEN	13
1.1 HISTORIE	13
1.1.1 Charakteristika vybraných naklíčených semen	14
1.1.2 Sója.....	14
1.1.3 Cizrna	15
1.1.4 Mungo fazole	16
1.1.5 Sezam	16
1.1.6 Čočka.....	17
1.1.7 Hrách	18
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ NAKLÍČENÝCH SEMEN.....	19
1.2.1 Bílkoviny	19
1.2.2 Sacharidy	19
1.2.3 Tuky	20
1.2.4 Vitamíny.....	21
1.2.5 Minerální látky	23
1.2.6 Enzymy	23
1.2.7 Polyfenoly	24
1.2.8 Bioaktivní sloučeniny.....	25
1.3 ROZDÍL MEZI KLÍČKY A MICROGREENS	25
1.3.1 Klíčky	25
1.3.2 Microgreens.....	26
1.3.3 Společné využití	27
2 VYUŽITÍ NAKLÍČENÝCH SEMEN V GASTRONOMII A POTRAVINÁŘSTVÍ.....	29
2.1 MOŽNOSTI VYUŽITÍ	29
2.1.1 Výroba mouky a pečiva	29
2.1.2 Cereálie, müsli a snacky.....	30
2.1.3 Nápoje a smoothie	31
3 PROCES KLÍČENÍ	32
3.1 POPIS PROCESU KLÍČENÍ	32
3.1.1 Faktory ovlivňující klíčení	33
3.1.2 Vnější faktory	33
3.1.3 Vnitřní faktory.....	33
3.1.4 Teplo a světlo	34
3.1.5 Vodní aktivita.....	35
3.2 DOMÁCÍ KLÍČENÍ	37
3.2.1 Klíčící sklenice.....	37
3.2.2 Klíčící sáček	38
3.2.3 Klíčení v papírové utěrce	39

3.2.4	Klíčení v plastovém sáčku.....	40
3.3	KOMERČNÍ KLÍČENÍ	41
4	VLIV NAKLÍČENÝCH SEMEN NA LIDSKÉ ZDRAVÍ.....	43
4.1	ZDRAVOTNÍ PŘÍNOSY	43
4.1.1	Zvýšení obsahu živin a zlepšení stravitelnosti	43
4.1.2	Zvýšení antioxidační kapacity	44
4.1.3	Podpora srdeční činnosti	44
4.2	ZDRAVOTNÍ RIZIKA.....	45
4.2.1	Patogenní mikroorganismy.....	46
4.2.2	Kvasinky.....	47
4.2.3	Mikotoxiny	47
	ZÁVĚR.....	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
	SEZNAM TABULEK.....	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56

ÚVOD

Naklíčená semena se stávají stále populárnější součástí moderní stravy díky svým výjimečným nutričním vlastnostem. Proces klíčení zvyšuje biologickou dostupnost živin, což znamená, že semena poskytují tělu snadněji vstřebatelné a využitelné vitamíny, minerální látky, bílkoviny, vlákninu a antioxidanty. Tyto semena jsou obzvláště cenným zdrojem esenciálních aminokyselin, což je činí ideálními pro vegetariány a vegany. Klíčení navíc aktivuje enzymy, které podporují trávení a zlepšují stravitelnost bílkovin, a pomáhá tak i v detoxikaci těla.

Mezi hlavní výhody naklíčených semen patří jejich vysoký obsah vlákniny, která zlepšuje funkci trávicího systému, a minerálních látek jako hořčík, železo a zinek, které jsou klíčové pro imunitní systém, zdraví kostí a energetický metabolismus. Naklíčená semena jsou tak nejen cenným doplňkem stravy, ale i praktickým prostředkem pro obohacení jídelníčku o cenné živiny. Mohou být konzumována syrová nebo tepelně upravená, ať už v salátech, polévkách, sendvičích nebo pomazánkách.

V současné době, kdy stále více lidí vyhledává zdravý životní styl a vyváženou stravu, se naklíčená semena ukazují jako efektivní způsob, jak podpořit zdraví, posílit imunitní systém a přispět k prevenci některých chronických onemocnění. S ohledem na svou výživovou hodnotu a široké možnosti využití v kuchyni se stávají nejen oblíbeným, ale i praktickým nástrojem pro zlepšení celkového zdraví a vitality.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA NAKLÍČENÝCH SEMEN

Naklíčená semena, často definovaná jako semena s viditelným klíčkem (kořínkem), jsou po staletí využívána jako součást lidské stravy. Tradičně byla ceněna pro svou chuť, texturu a zejména výživové benefity. V současnosti jsou stále více předmětem vědeckého zájmu, a to nejen kvůli jejich nutričním kvalitám, ale i pro jejich potenciál v oblasti funkčních potravin, nutraceutik, farmacie a kosmetiky.

Proces klíčení představuje biologickou aktivaci semene, která nastartuje komplexní metabolické změny – od molekulární úrovně až po změny v makroskopické struktuře. Během klíčení dochází k reaktivaci metabolismu, který rozkládá makroživiny (např. škroby a bílkoviny) i antinutriční látky (např. fytáty a taniny), čímž se zvyšuje biologická dostupnost důležitých živin. Současně se začínají syntetizovat sekundární metabolity – bioaktivní látky s antioxidačními, protizánětlivými, antidiabetickými či protinádorovými účinky.

Významný je také obsah vitamínů (zejména skupiny B a C), minerálních látek (např. železo, zinek, hořčík), vlákniny a snadno stravitelných bílkovin. Klíčením se také zlepšuje chuť a stravitelnost semen, což z nich činí vyhledávanou složku zdravé výživy.

Zvláště u luštěnin (např. čočka, mungo, hrách) dochází ke změně aminokyselinového profilu. V kombinaci s obilovinami, které mají odlišné, ale doplňující se složení esenciálních aminokyselin, vzniká pokrm s vysoce kvalitní bílkovinou – což je zvláště důležité ve výživě v rozvojových zemích [4].

Klíčení je běžně využíváno k produkci naklíčených semen a klíčků, které jsou součástí naší každodenní stravy. Jednoduchými klíčovými procesy lze mnoho jedlých semen rychle naklíčit, což vede ke zlepšení jejich nutriční a léčebné hodnoty. Pochopení hlavních bioaktivních sloučenin a bioaktivity naklíčených semen a klíčků může přispět k jejich efektivnějšímu využívání jako funkční potraviny [1].

1.1 Historie

Historie klíčení semen se datuje až do starověkých civilizací. Archeologické nálezy naznačují, že lidé v Mezopotámii, Egyptě a Číně klíčili semena již před více než 5000 lety. V těchto kulturách byla klíčená semena považována za cenný zdroj živin a byla součástí tradiční stravy. Například ve starověkém Egyptě se klíčená pšenice a ječmen používaly nejen jako potravina, ale také při přípravě piva. V Evropě v 17. století sehrála klíčená semena důležitou roli v námořnictví. Britský mořeplavec James Cook je pěstoval na palubách svých

lodí, aby posádce zajistil vitamín C a předešel tak kurdějím – vážné nemoci z nedostatku tohoto vitamínu [14].

1.1.1 Charakteristika vybraných naklíčených semen

1.1.2 Sója

Sója luštinatá (*Glycine max* L.) je jednou z nejvýznamnějších zemědělských plodin na světě, jejíž pěstování sahá více než 5000 let zpět do Asie. Dnes se široce využívá v potravinářství, krmivářství i průmyslu, a to díky vysokému obsahu kvalitních bílkovin, vlákniny, nenasycených mastných kyselin, vitamínů a minerálních látek. Klíčení sóji, které trvá obvykle 3 až 5 dní, aktivuje enzymy (amylázy, proteázy, lipázy), jež rozkládají složité zásobní látky na jednodušší a biologicky dostupnější formy, čímž se výrazně zlepšuje její stravitelnost i nutriční hodnota. Klíčením se zároveň snižuje množství antinutričních látek a syntetizují se nové bioaktivní sloučeniny, například isoflavony nebo vitamíny skupiny B a C, které mají pozitivní zdravotní účinky. Kvalita a životaschopnost sójových semen jsou však výrazně ovlivněny podmínkami skladování. Zejména teplotou, délkou uložení, také genetickými faktory a způsobem pěstování, přičemž optimální skladovací podmínky (sucho, chlad, ventilace) jsou klíčové pro zachování vysoké klíčivosti a biologické hodnoty semen [2].

Klíčení sóji přináší řadu pozitivních nutričních a zdravotních změn. Dochází ke zvýšení dostupnosti bílkovin, čímž se zlepšuje jejich stravitelnost a biologická hodnota. Současně se snižuje obsah antinutričních látek, jako jsou fytáty, lektiny, taniny a inhibitory trypsinu, které jinak omezují vstřebávání minerálních látek a trávení bílkovin. Během klíčení rovněž stoupá obsah vitamínů, zejména skupiny B (např. B₂, B₆, kyselina listová) a vitamínu C, který se v suchých bobech běžně nevyskytuje. Zvyšuje se i biodostupnost minerálních látek, jako je vápník, železo, hořčík a zinek. Klíčením se také syntetizují bioaktivní sloučeniny, především isoflavony (např. daidzein, genistein), které mají výrazné antioxidační a hormonálně regulační účinky. Tyto látky přispívají k hormonální rovnováze, zejména u žen v menopauze, kdy mohou zmírnit návaly horka a podpořit hustotu kostí. Naklíčená sója také pozitivně ovlivňuje lipidový profil, čímž napomáhá ke snížení cholesterolu, zlepšuje inzulinovou senzitivitu a podle některých výzkumů může mít i protinádorové účinky, zejména v souvislosti s rakovinou prsu a prostaty [18].

1.1.3 Cizrna

Naklíčená cizrna (*Cicer arietinum*) je výživově velmi hodnotná luštěnina, která po klíčení prochází významnými biochemickými změnami zvyšujícími její stravitelnost i zdravotní přínosy. Během klíčení se aktivují enzymy (např. amylázy, proteázy a lipázy), které štěpí složité sacharidy, bílkoviny a tuky na jednodušší a lépe vstřebatelné formy. Zároveň dochází k výraznému snížení obsahu antinutričních látek, jako jsou fytáty, lektiny a inhibitory trypsinu, které v surové cizrně brání efektivnímu využití minerálních látek a narušují trávení bílkovin. Klíčená cizrna je bohatým zdrojem kvalitních rostlinných bílkovin, vlákniny, vitamínů skupiny B (zejména B₂, B₆ a kyseliny listové) a minerálních látek, jako je železo, hořčík, vápník a zinek. Oproti suché cizrně obsahuje také vitamín C, který v neklíčené formě zcela chybí. Díky těmto nutričním změnám je naklíčená cizrna výživnější a lépe využitelná lidským organismem.

Cizrna je rostlina se středně velkými, tvrdými semeny, nejčastěji žluté barvy, ale v závislosti na odrůdě a půdních podmínkách může mít i odstíny zelené či černé. Je ceněná nejen pro své nutriční vlastnosti, ale také pro svou schopnost zlepšovat půdu díky fixaci dusíku. V celosvětovém měřítku patří mezi nejvýznamnější luštěniny. Podle údajů FAOSTAT (2022) byla v roce 2022 největším producentem a konzumentem cizrny Indie s produkcí 13,54 milionu tun, následovaná Austrálií, Tureckem a Etiopií. Semena cizrny jsou důležitým zdrojem energie, fytochemikálií a dalších biologicky aktivních látek, které přispívají k prevenci civilizačních onemocnění. Kvalita skladovaného zrna je však úzce závislá na podmínkách uchovávání. Především na teplotě a délce skladování, které zásadně ovlivňují klíčivost, nutriční hodnotu i senzorické vlastnosti [48].

Dalším významným přínosem klíčení je zvýšení obsahu isoflavonů, jako jsou formononetin a biochanin A, které mají antioxidační a hormonálně regulační účinky. Tyto sloučeniny mohou pomoci zmírnit příznaky menopauzy u žen, podporovat zdraví kostí a mít protinádorové účinky. Například studie ukázaly, že klíčená černá cizrna obsahuje šest isoflavonů, jejichž koncentrace se během klíčení zvýšila až 115krát ve srovnání s neklíčenými semeny. Tyto isoflavony vykazovaly antioxidační aktivitu a schopnost inhibovat růst rakovinných buněk prsu [19].

1.1.4 Mungo fazole

Naklíčené mungo fazole (*Vigna radiata*), známé také jako mungo klíčky, představují nutričně hodnotnou potravinu s vysokým obsahem bílkovin, vlákniny, vitamínů a minerálních látek. Pocházejí z Asie, kde jsou tradičně využívány pro své výživové i léčivé vlastnosti. Během procesu klíčení se v semenech aktivují enzymy, které štěpí složité sacharidy, bílkoviny a tuky na jednodušší, snadněji vstřebatelné formy. Současně dochází k výraznému snížení obsahu antinutričních látek, jako jsou fytáty, lektiny a inhibitory trypsinu, jež v původních semenech omezují využití minerálních látek a narušují trávení bílkovin. V nedávné studii [16] byly zjištěny pozitivní účiny ultrazvuku. Kvůli mechanickým a smykovým silám ultrazvuku se mění vodíkové vazby a molekulární strukturu proteinu a tím se zlepší fyzikálně chemické vlastnosti proteinu.

Díky těmto změnám se výrazně zvyšuje biologická dostupnost živin a celková stravitelnost. Naklíčené mungo fazole mají vysoký obsah bílkovin (25–28 %), což z nich činí důležitou surovinu v potravinářském průmyslu. Jsou bohaté na vitamíny skupiny B (zejména B₂, B₆ a kyselinu listovou), vitamín C – který v suchých fazolích chybí. Z minerálních látek je fazole bohatá na železo, hořčík, vápník a zinek. Tato komplexní výživová hodnota přispívá ke zlepšení celkového zdravotního stavu, podporuje imunitní systém, napomáhá krvetvorbě a díky obsahu vlákniny také zlepšuje trávení. I proto jsou mungo klíčky označovány jako „zelená perla“ a jsou doporučovány jako součást moderní zdravé výživy [20].

1.1.5 Sezam

Naklíčený sezam (*Sesamum indicum* L.) je semeno, které prošlo procesem klíčení, během něžž dochází k enzymatickým přeměnám složitých látek na jednodušší, biologicky dostupnější formy. Tento proces zvyšuje stravitelnost a nutriční hodnotu semen, zlepšuje vstřebávání minerálních prvků (např. vápníku, železa, zinku) a snižuje obsah antinutričních látek, jako je kyselina fytátová. Sezam je jednou z nejstarších olejnin, hojně pěstovanou v Asii a Africe, a jeho semena obsahují široké spektrum bioaktivních látek – tokoferoly, fytosteroly, lignany (např. sezamin, sesamolin), flavonoidy, fosfolipidy, a jsou také bohatá na kvalitní rostlinné bílkoviny a nenasycené mastné kyseliny. Díky těmto složkám má naklíčený sezam výrazné antioxidační, protizánětlivé a kardioprotektivní účinky, snižuje hladinu cholesterolu a přispívá k celkovému metabolickému zdraví. Zvýšený obsah bioaktivních látek v klíčeném sezamu z něj činí atraktivní surovinu pro vývoj funkčních

potravin a je předmětem intenzivního výzkumu v oblasti nutričního inženýrství a potravinářské technologie. Díky těmto bioaktivním sloučeninám mají sezamová semínka a sezamový olej řadu zdravotních výhod, jako jsou antioxidační účinky, podpora zdraví srdce, protizánětlivý účinek a snížení hladiny cholesterolu. Sezamová semínka získávají pozornost díky vysokému obsahu bioaktivních a nutričních látek, což vede k zájmu potravinářských technologů a vědeckým výzkumům, které se zabývají těmto prospěšným sloučeninám [15].

1.1.6 Čočka

Naklíčená čočka (*Lens culinaris*) je výživově hodnotná luštěnina, která po klíčení vykazuje výrazně zvýšenou biologickou dostupnost živin a lepší stravitelnost. Proces klíčení, který zahrnuje namáčení suchých semen, jejich proplachování a odvodnění, aktivuje enzymy (např. amylázy a proteázy), jež štěpí složité sacharidy a bílkoviny na jednodušší, snadněji vstřebatelné formy. Tím se zvyšuje využitelnost živin a zároveň se odbourávají antinutriční látky, jako jsou fytáty a lektiny, které za běžných podmínek brání vstřebávání minerálních látek (např. železa a zinku). Klíčením se zvyšuje obsah vitamínu C, který v suché čočce téměř chybí, a který podporuje imunitní systém. Rovněž dochází ke zvýšení obsahu vlákniny, která má pozitivní vliv na trávení, střevní mikroflóru a detoxikaci organismu. Naklíčená čočka má jemně oříškovou chuť a křupavou strukturu, a proto je oblíbenou součástí zdravé výživy, veganských receptů i funkčních potravin [13].

Naklíčená čočka se vyznačuje vynikajícím nutričním profilem. Obsahuje vysoké množství bílkovin (až 29 %), vlákniny, vitamínů (zejména B-komplexu, vitamínu C a E), minerálních látek (např. železa, hořčíku, zinku) a antioxidantů. Tyto živiny podporují zdraví srdce, imunitní systém, regulaci hladiny cukru v krvi a zdraví střev. Klíčená čočka má také nižší glykemický index než sušená čočka, což znamená, že její konzumace vede k pomalejšímu a stabilnějšímu uvolňování cukru do krve, což je výhodné pro kontrolu hladiny glukózy, zejména u lidí s inzulinovou rezistencí nebo diabetem typu 2. Pro klíčení čočky v domácnostech stačí namočit semena na 8–12 hodin, poté je propláchnout a nechat odvodněná na teplém místě. Následně je pravidelně proplachovat dvakrát denně. Klíčky jsou obvykle připravené k použití po 2–4 dnech, kdy dosáhnou požadované délky. Naklíčenou čočku lze přidávat do salátů, polévek, sendvičů nebo ji konzumovat samostatně jako zdravou svačinu. Celkově je naklíčená čočka výživově hodnotná, snadno dostupná a cenově výhodná potravina, která může obohatit každodenní jídelníček a přispět k lepšímu zdraví [17].

1.1.7 Hrách

Naklíčený hrách (*Pisum sativum*) je nutričně bohatá a snadno dostupná luštěnina, která během procesu klíčení prochází výraznými biochemickými změnami. Klíčení začíná namočením suchých semen, pokračuje jejich uchováváním ve vlhkém prostředí a pravidelným proplachováním. Během tohoto procesu se aktivují enzymy, které rozkládají složité zásobní látky – především škroby a bílkoviny – na jednodušší, tělem lépe využitelné sloučeniny. Klíčením se zároveň snižuje obsah antinutričních látek, jako je kyselina fytová a lektiny, které mohou v těle bránit vstřebávání minerálních látek, například železa, vápníku nebo zinku.

Po nutriční stránce vyniká naklíčený hrách vysokým obsahem kvalitních rostlinných bílkovin – v sušině jich obsahuje přibližně 25 %. Díky působení enzymů během klíčení dochází k jejich částečnému štěpení na volné aminokyseliny, což výrazně zlepšuje jejich stravitelnost. Hrách je rovněž bohatý na vlákninu, která podporuje trávení a má příznivý vliv na střevní mikrobiom. V procesu klíčení se rovněž zvyšuje množství vitamínů – zejména skupiny B (B₁, B₂, B₆, kyselina listová) a vitamínu C, který se v suchém hrachu téměř nevyskytuje. Díky tomu je naklíčený hrách zvláště vhodný pro vegetariány, vegany a osoby se zvýšenou potřebou mikronutrientů.

Kromě toho je klíčený hrách významným zdrojem minerálních látek, mezi které patří železo, zinek, hořčík, vápník a fosfor. Aktivací enzymu fytázy při klíčení se rozkládá kyselina fytová, čímž se zvyšuje biologická dostupnost těchto prvků. Klíčky mají křupavou konzistenci a jemně nasládlou chuť s lehkým oříškovým tónem. Fyzicky se jedná o malé bílo-zelené výhonky, které obvykle dorůstají délky několika milimetrů až 2 centimetrů během 2–4 dnů klíčení [22].

1.2 Chemické složení naklíčených semen

1.2.1 Bílkoviny

Proteiny v naklíčených semenech jsou jedním z klíčových aspektů jejich výživové hodnoty, protože klíčení vede k významným změnám v jejich složení a stravitelnosti. Semena jsou přirozeně bohatá na zásobní bílkoviny, které slouží jako energetická rezerva pro počáteční fáze růstu rostliny. Během procesu klíčení dochází k aktivaci enzymatických systémů, zejména proteáz, které štěpí zásobní bílkoviny na jednodušší peptidy a volné aminokyseliny. Tento enzymatický proces zlepšuje stravitelnost a využitelnost bílkovin, protože menší molekuly jsou pro lidský organismus mnohem lépe absorbovatelné než původní komplexní bílkovinné struktury. Jedním z největších přínosů klíčení je zvýšení biologické hodnoty bílkovin v semenech. Biologická hodnota bílkovin je určena množstvím esenciálních aminokyselin, které jsou v bílkovinách přítomny. Esenciální aminokyseliny, jako jsou lysin, methionin, leucin, isoleucin, a valin, jsou pro lidský organismus nezbytné, protože si je tělo nedokáže syntetizovat a musí je získávat prostřednictvím stravy. Klíčení zvyšuje koncentraci těchto esenciálních aminokyselin, což činí klíčená semena bohatšími na výživově hodnotné bílkoviny [8].

Během klíčení dochází také k odstranění antinutričních látek, které by jinak mohly negativně ovlivnit trávení bílkovin. Jedním příkladem jsou lektiny, které se nacházejí v mnoha druzích semen, zejména v luštěninách. Lektiny jsou proteiny, které mohou vázat sacharidy a interferovat s trávením bílkovin, čímž snižují jejich dostupnost pro organismus. Klíčení způsobuje, že lektiny jsou degradovány a tím pádem se zlepšuje stravitelnost bílkovin [6].

1.2.2 Sacharidy

Sacharidy jsou jednou z hlavních složek naklíčených semen a jejich obsah a struktura se během klíčení mění, což má přímý vliv na nutriční hodnotu a stravitelnost těchto potravin. V suchých semenech jsou sacharidy většinou uloženy ve formě škrobu, který slouží jako energetická rezerva pro klíčící rostlinu. Během klíčení však dochází k enzymatické aktivitě, zejména díky amylázám, které štěpí škrob na jednodušší sacharidy, jako je glukóza a maltóza. Tato změna činí sacharidy v naklíčených semenech mnohem dostupnějšími pro lidský trávicí systém, protože jednodušší cukry jsou lépe absorbovány ve střevech než složitější polysacharidy [44].

Další důležitou změnou během klíčení je snížení obsahu oligosacharidů, jako jsou rafinóza a stachyóza, které jsou přítomny v některých druzích semen (například v luštěninách). Tyto oligosacharidy mohou být pro některé lidi obtížně stravitelné a způsobovat nadýmání nebo jiné trávicí obtíže, protože nejsou zcela rozloženy v tenkém střevě a mohou podléhat fermentaci v tlustém střevě. Klíčením dochází k degradaci těchto oligosacharidů, což znamená, že naklíčená semena jsou pro většinu lidí stravitelnější a méně pravděpodobně způsobují gastrointestinální potíže. Kromě toho klíčení může vést ke změně glykemického indexu sacharidů v semenech. Glykemický index je ukazatel, který měří, jak rychle se sacharidy z určitého jídla dostanou do krevního oběhu a zvyšují hladinu cukru v krvi. Klíčená semena mají často nižší glykemický index než jejich nezpracované formy, což znamená, že sacharidy se uvolňují pomaleji a stabilizují hladinu glukózy v krvi. To je výhodné zejména pro osoby trpící cukrovkou nebo pro ty, kteří chtějí regulovat hladinu cukru v krvi a udržovat stabilní energetickou hladinu během dne [44].

1.2.3 Tuky

Naklíčená semena jsou nejen bohatým zdrojem bílkovin, vlákniny a vitamínů, ale představují i významný zdroj lipidů – tedy tuků, které hrají důležitou roli ve výživě člověka. Klíčením se mění nejen celkový obsah tuků, ale především jejich kvalitativní složení, což zásadním způsobem ovlivňuje jejich biologickou dostupnost a zdravotní přínosy.

Během klíčení dochází k aktivaci enzymů, zejména lipáz, které rozkládají zásobní tuky (triacylglyceroly) na volné mastné kyseliny a glycerol. Tento proces zajišťuje vyklíčené rostlině přísun energie potřebný pro počáteční růst, zároveň ale zvyšuje dostupnost tuků pro lidský organismus. Zároveň během klíčení může dojít k nové syntéze mastných kyselin, což mění lipidový profil semene.

Jedním z hlavních benefitů klíčení je zvýšení podílu esenciálních mastných kyselin, zejména kyseliny linolové (omega-6) a kyseliny alfa-linolenové (omega-3). Tyto kyseliny jsou nezbytné pro správné fungování mozku, regulaci zánětlivých procesů a zdraví kardiovaskulárního systému, avšak lidský organismus si je nedokáže sám syntetizovat.

Například studie provedená na naklíčeném amarantu ukazuje zvýšení celkového obsahu lipidů až na 6,66 %, zatímco u běžné pšenice po klíčení došlo ke zvýšení lipidového obsahu na 1,43 % [11]. Navíc bylo pozorováno zlepšení poměru omega-6: omega-3 mastných

kyselin, což může být důležité z hlediska prevence civilizačních chorob, včetně srdečně-cévních onemocnění.

Z hlediska zdraví jsou klíčové také mononenasycené mastné kyseliny (např. kyselina olejová) a některé bioaktivní sloučeniny přítomné v tukových frakcích, jako jsou steroly a tokoferoly (vitamín E), které mají antioxidační účinky. Klíčením se koncentrace těchto látek může zvýšit, což zvyšuje stabilitu olejové složky a zároveň zdravotní benefity.

Důležité je zmínit, že klíčení zároveň snižuje obsah nasycených mastných kyselin, které bývají spojovány s vyšším rizikem rozvoje kardiovaskulárních onemocnění. Z tohoto důvodu se naklíčená semena, jako je například slunečnice, lněné semínko, amarant nebo sója, považují za kvalitní rostlinný zdroj tuků vhodný pro vegetariánskou i pestrout racionální výživu [10].

1.2.4 Vitamíny

Vitamíny jsou organické látky, které se běžně vyskytují v rostlinách a mají klíčový význam pro lidské zdraví. Obecně je dělíme na vitamíny, které se rozpouštějí ve vodě, a na ty, které se rozpouštějí v tucích. Při klíčení do sebe semeno absorbuje vodu a tím se aktivují enzymy, které rozkládá organické látky. Škrob se začne rozkládat na jednoduché cukry, bílkoviny na aminokyseliny a tuky na volné mastné kyseliny. Díky tomuto procesu se v semenu zvýší obsah vitamínů, jako jsou vitamíny skupiny B, C, E a A [4]. Naklíčená semena představují bohatý zdroj různých vitamínů, které jsou pro lidské zdraví nezbytné. Během procesu klíčení dochází k aktivaci enzymů, které nejen zlepšují stravitelnost bílkovin a sacharidů, ale také vedou k vyšší koncentraci a biologické dostupnosti vitamínů. Tento proces způsobuje, že naklíčená semena jsou nutričně hodnotnější než jejich nedehydratované protějšky.

Vitamín C je jedním z nejvíce ovlivněných vitamínů během klíčení. Představuje silný antioxidant, který pomáhá chránit buňky před oxidačním stresem a podporuje imunitní systém. Klíčením se zvyšuje jeho koncentrace, protože semena aktivují enzymy, které rozkládají složité sloučeniny, čímž se uvolňuje více vitamínu C. Tento vitamín je důležitý pro tvorbu kolagenu, zdraví pleti, kostí a zubů, a také pomáhá v absorpci železa z rostlinných zdrojů. Vliv klíčení může zvýšit obsah vitamínu C v semenech až o 300 % [21]. Vitamín C je nezbytný pro ochranu před infekcemi, zlepšení zdraví pleti a posílení imunitního systému.

Vitamíny skupiny B (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉ a B₁₂) jsou také pozitivně zlepšeny během klíčení. Tyto vitamíny jsou zásadní pro metabolismus, zdraví nervového systému, tvorbu červených krvinek a produkci energie. Vitamin B₁ (thiamin) zlepšuje metabolismus sacharidů a je důležitý pro nervovou soustavu. Klíčením se jeho koncentrace zvýší, což zlepšuje energetický metabolismus. Vitamin B₂ (riboflavin) je nezbytný pro růst a opravu tkání, tvorbu červených krvinek a energetický metabolismus. Klíčením se zvyšuje také dostupnost vitamínu B₆ (pyridoxin), který je klíčový pro metabolismus aminokyselin a tvorbu neurotransmiterů, jako je serotonin. Vitamin B₉ (folát) se také zvyšuje, což je důležité pro syntézu DNA a zdraví buněk, zejména v těhotenství. Biotin (B₇), známý svou rolí v metabolismu tuků, sacharidů a proteinů, má v naklíčených semenech rovněž vyšší koncentraci [9].

Vitamin E, který je silným antioxidantem, se v naklíčených semenech vyskytuje v hojnějších koncentracích než v semenech surových. Pomáhá v ochraně buněk před oxidačním poškozením a je důležitý pro zdraví pokožky a očí. Vitamin E je také prospěšný pro imunitní systém a kardiovaskulární zdraví. Chrání buňky před poškozením způsobeným volnými radikály a podporuje zdraví pokožky a kardiovaskulární systém.

Vitamin A, který je klíčový pro zrak, imunitní funkce a zdraví pleti, je v některých semenech, jako jsou slunečnicová semena, přítomen ve formě provitaminu beta-karotenu. Klíčení může zlepšit jeho biologickou dostupnost, čímž se zvyšuje jeho vstřebatelnost a účinnost v těle. Vitamin A je důležitý pro udržení zdravého zraku, funkci imunitního systému a zdraví pokožky.

Vitamin K, je klíčový pro srážlivost krve a zdraví kostí. Klíčením se zvyšuje obsah vitamínu K, což může mít pozitivní vliv na zdraví kostí a prevenci krvácení.

Méně známé, ale přesto důležité vitamíny, jako vitamin D a vitamin F (esenciální mastné kyseliny), mohou být také přítomny v naklíčených semenech, ačkoli v menších množstvích.

Během klíčení dochází k aktivaci enzymů, které pomáhají přeměně některých složitějších sloučenin na jednodušší formy. To zlepšuje biologickou dostupnost a účinnost vitamínů, což znamená, že tělo může tyto živiny lépe využít. Kromě toho klíčení zvyšuje celkovou nutriční hodnotu semen, což činí naklíčená semena výživově hodnotnějšími než jejich nedehydratované protějšky [45].

1.2.5 Minerální látky

Naklíčená semena jsou výživově velmi cenná a představují významný zdroj minerálních látek, které jsou nezbytné pro lidské zdraví. Během procesu klíčení dochází k řadě biochemických změn, které zvyšují dostupnost minerálních prvků. Jednou z nejdůležitějších změn je aktivace enzymu fytázy, který rozkládá kyselinu fytovou (fytáty). Tato látka se přirozeně nachází v semenech a váže na sebe minerální látky, čímž brání jejich vstřebávání ve střevě. Díky klíčení dochází k jejímu úbytku, což významně zlepšuje biologickou dostupnost minerálních látek [25].

Mezi hlavní minerální látky obsažené v naklíčených semenech patří železo, zinek, vápník, hořčík a měď. Železo hraje klíčovou roli v přenosu kyslíku a tvorbě hemoglobinu. Zinek podporuje správnou funkci imunitního systému, syntézu bílkovin a regeneraci buněk. Klíčky také často obsahují vápník a hořčík, které jsou důležité pro stavbu kostí, zubů a správnou funkci nervové soustavy. Některé klíčky, například slunečnicové, mohou být zdrojem selenu, který působí jako antioxidant a chrání buňky před oxidačním stresem.

Díky snížení antinutričních látek, jako jsou fytáty, dochází k tomu, že tělo může z naklíčených semen efektivněji využívat přítomné minerální prvky. Studie potvrzují, že proces klíčení může zvýšit vstřebatelnost železa i zinku z rostlinných zdrojů. V některých případech může dojít dokonce i k mírnému zvýšení absolutního obsahu některých minerálních látek, což souvisí s aktivací enzymů a metabolickou aktivitou během klíčení.

Zařazení naklíčených semen do stravy tak přináší nejen vyšší obsah biologicky dostupných minerálních prvků, ale zároveň zlepšuje celkovou nutriční hodnotu potravy. Klíčky lze snadno přidávat do salátů, polévek, sendvičů nebo je konzumovat samostatně. Pro osoby s vyšší potřebou minerálních látek, například těhotné ženy, sportovce nebo vegany, může být jejich pravidelná konzumace výživově velmi přínosná [25].

1.2.6 Enzymy

Naklíčená semena jsou bohatým zdrojem enzymů, které hrají klíčovou roli v jejich výživových vlastnostech a stravitelnosti. Během klíčení se aktivují různé enzymy, které pomáhají rozkládat složité molekuly, čímž zvyšují dostupnost živin pro lidský organismus.

Mezi hlavní enzymy přítomné v naklíčených semenech patří amylázy, proteázy a fytázy. Amylázy štěpí škroby na jednodušší cukry, což usnadňuje jejich vstřebávání. Proteázy

rozkládají bílkoviny na aminokyseliny, což zlepšuje jejich stravitelnost. Fytázy rozkládají kyselinu fytovou, která se váže na minerální látky jako železo, zinek a vápník, čímž zvyšují jejich biologickou dostupnost [26].

Studie ukazují, že klíčení může zvýšit aktivitu těchto enzymů a tím zlepšit nutriční hodnotu semen. Například výzkum ukázal, že klíčení může zvýšit obsah vitamínu B₂ v ovesných klíčcích až o 1300 %. Další studie prokázaly, že klíčení může snížit obsah antinutričních látek, jako jsou trypsinové inhibitory a třísloviny, které mohou ovlivnit trávení a vstřebávání živin.

Zařazení naklíčených semen do stravy může přispět k lepší výživové hodnotě a stravitelnosti potravy. Je však důležité si uvědomit, že účinnost klíčení závisí na druhu semene, podmínkách klíčení a době klíčení. Pro dosažení optimálních výhod je doporučeno klíčit semena za kontrolovaných podmínek a konzumovat je čerstvá [4].

1.2.7 Polyfenoly

Polyfenoly tvoří rozsáhlou skupinu rostlinných sekundárních metabolitů, které se vyznačují přítomností jedné nebo více fenolových jednotek ve své chemické struktuře. V rostlinách se vyskytují buď ve volné (rozpuštěné), nebo vázané formě, přičemž forma jejich výskytu zásadně ovlivňuje jejich biologickou dostupnost a vstřebávání v lidském těle. Zatímco ovoce a zelenina obsahují převážně rozpustné polyfenoly, některá jedlá semena, jako například fazole nebo obiloviny, jsou bohatší na vázané formy fenolických látek, které jsou hůře dostupné pro trávení a vstřebávání.

Proces klíčení má významný vliv na množství a složení polyfenolů v semenech. Dochází při něm nejen ke zvýšení celkového obsahu fenolických sloučenin, ale také ke změně poměru mezi rozpustnými a vázanými polyfenoly ve prospěch těch rozpustných, které jsou lépe vstřebatelné v trávicím traktu. Klíčení zároveň snižuje koncentrace některých antinutričních látek, například kyseliny fytové, která může vázat minerální látky a polyfenoly a bránit tak jejich účinnému využití organismem [34].

Během klíčení dochází k aktivaci enzymů, které štěpí složité sloučeniny na jednodušší formy, čímž se zvyšuje dostupnost polyfenolů. Například u mungo fazolí se obsah celkových polyfenolů a flavonoidů zvýšil až 4,5krát a 6,8krát oproti původní koncentraci v semenech, což vedlo k šestinásobnému nárůstu celkové antioxidační aktivity [19].

Mezi hlavní třídy polyfenolů, které se v semenech nacházejí, patří:

flavonoidy: např. kvercetin, kaempferol, isorhamnetin

fenolové kyseliny: např. kyselina kávová, *p*-kumarová, fenolové kyseliny

proantokyanidiny: polymerní flavonoidy s antioxidačními vlastnostmi

flavony a flavonoly: např. apigenin, luteolin [46].

1.2.8 Bioaktivní sloučeniny

Bioaktivní látky jsou přírodní sloučeniny obsažené v potravinách, které i v malých množstvích mohou podporovat nebo ovlivňovat biochemické procesy v těle. Tyto látky mají potenciál přispět ke zlepšení zdraví a přinášet různé zdravotní výhody. Klíčení může vést k hromadění různých bioaktivních látek v naklíčených semenech a klíčcích, jako jsou vitamíny, kyselina γ -aminomáselná a polyfenoly. Tyto bioaktivní sloučeniny mohou být během klíčícího procesu buď nově syntetizovány, nebo přeměněny. Klíčení je snadný a také levný způsob, jak zvýšit množství bioaktivních látek [4].

Během klíčení se v semenech aktivují enzymy, které štěpí složité sloučeniny na jednodušší formy, čímž se zvyšuje jejich biologická dostupnost. To vede k vyšším koncentracím bioaktivních látek, jako jsou:

polyfenoly a flavonoidy: např. kvercetin, kaempferol, luteolin, rutin, apigenin, katechin, epikatechin, myricetin, hesperidin a naringenin. Tyto sloučeniny vykazují silné antioxidační vlastnosti a mohou pomoci chránit buňky před oxidačním stresem. Zvyšuje se také obsah vitamínů (např. vitamín C), který se může během klíčení zvýšit až o 300 % a minerálních látek (např. železo, zinek, hořčík), které se stávají biologicky dostupnějšími díky snížení obsahu antinutričních látek. Vyšší koncentrace vykazují také aminokyseliny a peptidy, např. gama-aminomáselná kyselina (GABA), která má protizánětlivé a antioxidační účinky [23].

1.3 Rozdíl mezi klíčky a microgreens

1.3.1 Klíčky

Klíčky jsou mladé výhonky jedlých rostlin, které se sklízí krátce po vyklíčení, obvykle během 3 až 7 dnů. Na rozdíl od microgreens, které se pěstují v půdě a sklízí se po několika

týdnech, klíčky se pěstují ve vodě a konzumují se celé, včetně kořenů. Mezi nejběžnější druhy klíčků patří mungo, čočka, ředkvička, cizrna a brokolice.

Klíčky jsou výživově bohaté a obsahují vysoké koncentrace vitamínů (např. C, B-komplex), minerálních látek (např. železo, hořčík) a antioxidantů. Klíčení chia semen zvyšuje obsah esenciálních aminokyselin, vlákniny a fenolických sloučenin, což zlepšuje jejich antioxidační schopnosti. Tento proces také zlepšuje stravitelnost semen tím, že rozkládá složité sacharidy a bílkoviny na jednodušší formy, což usnadňuje vstřebávání živin v trávicím traktu.

Konzumace klíčků může přinášet různé zdravotní přínosy. Například některé studie naznačují, že klíčky brokolice obsahují sulforafan, sloučeninu s protirakovinnými účinky [33].

1.3.2 Microgreens

Microgreens, nebo také mikrozelenina, jsou mladé výhonky jedlých rostlin, které se sklízí velmi brzy – obvykle 7 až 14 dní po vyklíčení, jakmile se objeví děložní a první pravé listy. Na rozdíl od klíčků, které se konzumují celé včetně kořenů, se u microgreens konzumuje pouze nadzemní část – stonek a lístky. Jejich výška bývá obvykle mezi 3 a 10 cm. Pěstují se v půdě, kokosovém vláknu nebo na hydroponických podložkách s přístupem ke světlu, ideálně v kontrolovaných hygienických podmínkách [31].

Mezi nejběžnější druhy microgreens patří výhonky brokolice, ředkvičky, hořčice, hrášku, slunečnice, červené řepy, bazalky, koriandru či řeřichy. Různé druhy mají odlišné barvy, chutě i vůně – od jemně sladké přes pikantní až po lehce nahořklou, což z nich činí oblíbený doplněk do salátů, sendvičů nebo smoothies.

Microgreens jsou výživově velmi bohaté – obsahují vysoké koncentrace vitamínů, minerálních látek a antioxidantů. Podle studií amerického ministerstva zemědělství (USDA) mohou mít některé microgreens až 4–40× vyšší obsah živin než dospělá zelenina. Mezi běžné živiny v microgreens patří vitamíny A, C, E, K, některé vitamíny skupiny B, železo, hořčík, zinek, vápník a také rostlinné fytochemikálie – například flavonoidy, polyfenoly nebo chlorofyl [32].

Zdravotní přínosy microgreens jsou široké. Díky vysokému obsahu antioxidantů a fytolátek mohou pomáhat snižovat záněty, chránit buňky před oxidačním stresem, zlepšovat zdraví srdce, podporovat imunitní systém nebo pomáhat při detoxikaci jater. Brokolicové

microgreens obsahují sulforafan – sloučeninu s protirakovinnými účinky. Díky vláknině a enzymům podporují i zdraví trávicího traktu.

Výhodou microgreens je také nižší riziko kontaminace škodlivými bakteriemi oproti klíčkům, protože se pěstují nad zemí a sklízí se před plným rozvojem. Přesto by se měly skladovat v lednici, důkladně omýt před konzumací a zkonsumovat ideálně do 5–7 dnů od sklizně, protože čerstvost zásadně ovlivňuje jejich nutriční hodnotu [31].

Tabulka 1 Porovnání klíčků a microgreens

Vlastnost / využití	Klíčky	Microgreens
Doba růstu	2–7 dní	7–21 dní
Konzumovaná část	Celá rostlina (vč. kořínků)	Nadzemní část (stonky a listy)
Chuť	Jemná, neutrální až lehce ořechová	Intenzivní, typická pro daný druh
Použití ve výživě	Syrové, výjimečně vařené	Syrové, jako ozdoba, doplněk
Obsah živin	Vysoký (zejména enzymy)	Velmi vysoký (vitamíny, antioxidanty)

(zdroj: vlastní)

1.3.3 Společné využití

Zvýšení nutriční hodnoty jídel

Klíčky i microgreens jsou ceněny pro svůj bohatý obsah vitaminů (zejména A, C, E, K a skupiny B), minerálních látek (železo, vápník, hořčík, zinek) a antioxidantů. Díky tomu významně přispívají ke zvýšení nutriční hodnoty běžných jídel. Studie ukazují, že některé microgreens – například červená řepa, brokolice nebo ředkvička – obsahují dokonce vyšší koncentrace bioaktivních látek než jejich dospělé rostlinné protějšky [32].

Podpora trávení

Klíčky i microgreens přirozeně obsahují trávicí enzymy, které mohou napomáhat lepšímu rozkladu potravy a vstřebávání živin ve střevech. Kromě toho je jejich vysoký obsah vlákniny prospěšný pro zdraví střevní mikrobioty a celkové funkce trávicího systému [41].

Detoxikace a imunita

Některé druhy, jako například brokolicové klíčky, obsahují sulforafan – silnou bioaktivní sloučeninu s prokázanými detoxikačními a protinádorovými účinky. Antioxidanty a fytochemikálie obsažené v těchto rostlinách navíc podporují obranyschopnost organismu a mohou pomáhat v prevenci civilizačních onemocnění [19].

Nízký obsah kalorií

Klíčky i microgreens mají velmi nízký energetický obsah, což je činí ideálními pro redukční diety nebo jako zdravý doplněk jídelníčku s vysokou výživovou hustotou. Díky tomu je možné zvýšit příjem živin bez navýšení kalorií [31].

Kulinářské využití

V kuchyni mají klíčky i microgreens široké uplatnění. Konzumují se převážně v syrovém stavu – například jako přísada do salátů, sendvičů, wrapů nebo smoothie. Často se také používají jako estetická i nutriční ozdoba teplých pokrmů, jako jsou polévky, pomazánky či rizota. Jejich chuť bývá svěží a výrazná, což přispívá k atraktivitě pokrmů [32].

Alternativa k vitamínovým doplňkům

Díky svému přirozenému složení a vysoké biologické dostupnosti živin jsou klíčky a microgreens považovány za vhodnou alternativu k uměle vyráběným vitamínovým doplňkům. Nabízejí komplexní spektrum účinných látek v jejich přirozené formě, kterou tělo často lépe vstřebává [38].

2 VYUŽITÍ NAKLÍČENÝCH SEMEN V GASTRONOMII A POTRAVINÁŘSTVÍ

Rostlinná strava má menší ekologický dopad než strava založená na živočišných produktech, protože vyžaduje méně přírodních zdrojů a způsobuje menší škody na životním prostředí. Osoby, které preferují vegetariánskou nebo veganskou dietu, mají nižší riziko vzniku některých zdravotních problémů, jako jsou srdeční choroby, cukrovka 2. typu, vysoký krevní tlak, některé druhy rakoviny a obezita. Nižší příjem nenasycených mastných tuků, které obsahuje živočišná strava a vyšší příjem rostlinných produktů jako ovoce, zelenina, celozrnných, sójových výrobků a také luštěnin (naklíčených semen) jsou běžné pro vegetariány a vegany. To vede ke snížení cholesterolu [3]. Díky vědomí o nutričních výživových hodnot naklíčených semen se častěji objevují v jídelníčku vedle živočišných produktu. Naklíčená semena nacházejí v gastronomii široké uplatnění díky své čerstvé chuti, výživovým benefitům a atraktivní textuře. Často se přidávají do salátů a studených pokrmů jako dekorace či výživná složka (např. mungo, čočka, řeřicha), kde dodávají křupavost a „živý“ charakter. Výborně se hodí i do sendvičů a wrapů, zejména v rostlinné kuchyni, kde slouží jako svěží náplň nebo topping. V teplé kuchyni, především v asijských pokrmech, se využívají klíčky mungo fazolí do ramenů a polévek, kde si i po krátké tepelné úpravě uchovávají strukturu. V raw stravě a smoothies se používají druhy jako naklíčená pohanka nebo slunečnice, které zvyšují výživovou hodnotu nápojů. Nakonec se klíčená semena uplatňují také v pečivu a raw dezertech – ať už jako součást těsta (např. žitná klíčená mouka), nebo v energetických kuličkách a tyčinkách [32].

2.1 Možnosti využití

Naklíčená semena představují v potravinářství cenný surovinový zdroj, který se vyznačuje vylepšenými nutričními, funkčními a organoleptickými vlastnostmi ve srovnání s neklíčenými semeny. Klíčení aktivuje enzymy, které štěpí škroby na jednoduché cukry, bílkoviny na aminokyseliny a tuky na volné mastné kyseliny, čímž se zvyšuje stravitelnost a nutriční hodnota semen [32].

2.1.1 Výroba mouky a pečiva

Naklíčená semena, zejména obiloviny jako pšenice, žito, ječmen nebo oves, jsou v pekařství velmi cennou surovinou. Jejich využití v chlebu, houskách, plackách, sušenkách

i specialitách typu „raw pečivo“ je motivováno nejen nutričními výhodami, ale i lepší stravitelností a zajímavými senzorickými vlastnostmi.

Proces klíčení mění chemické složení zrn – škroby se částečně štěpí na jednoduché cukry, čímž se zvyšuje přirozená sladkost a zlepšuje fermentace během kynutí. Dochází také k aktivaci enzymů, které pomáhají rozkládat bílkoviny a zvyšují biologickou dostupnost vitamínů a minerálních látek, zejména vitamínů skupiny B, kyseliny listové, železa a zinku. Takto zpracované těsto je lépe stravitelné a výsledný výrobek často méně zatěžuje trávení [32].

2.1.2 Cereálie, müsli a snacky

Naklíčená semena se stávají čím dál populárnější složkou v kategorii müsli, cereálních směsí a dalších snídaňových produktů. Jejich klíčení vede k aktivaci enzymatických procesů, které zvyšují biologickou dostupnost živin a zároveň přispívají ke zlepšení chuťových vlastností. Díky tomu představují přirozený způsob, jak zvýšit výživovou hodnotu těchto běžně konzumovaných potravin. V cereálních směsích jsou často používána naklíčená zrna obilovin – například pšenice, žito, pohanky nebo oves. Klíčením dochází k částečnému rozkladu škrobů, což nejen zlepšuje stravitelnost, ale také přirozeně zvýrazňuje sladkost těchto zrn. To umožňuje výrobu cereálií bez přidaného cukru, které přesto chutnají příjemně sladce. Výsledné produkty obsahují vyšší množství vitamínů skupiny B, vitamínu C, antioxidantů a enzymů podporujících trávení.

V müsli a granolách bývají naklíčená semena přidávána také ve formě křupavé složky – po usušení (často metodou šetrného sušení při nízké teplotě) si zachovávají výživovou hodnotu, ale získávají atraktivní texturu. Kromě obilovin se často používají i naklíčené luštěniny (např. čočka nebo mungo) a olejniny (slunečnice, dýně, len), které přispívají k vyššímu obsahu bílkovin a zdravých tuků ve výsledné směsi.

Výrobci tzv. "raw" a "bio" potravin často využívají naklíčená semena jako základ svých produktů pro zákazníky hledající přirozené, minimálně zpracované a nutričně bohaté potraviny. Díky svému přínosu pro zdraví a přirozené sladkosti se naklíčená semena uplatňují nejen ve snídaňových směsích, ale i ve zdravých snackových tyčinkách a alternativách ke klasickým cereálním pochoutkám [40].

2.1.3 Nápoje a smoothie

Naklíčená semena si nacházejí stále širší využití v oblasti nápojů a smoothies. Díky vysokému obsahu živin, enzymů a bioaktivních látek představují ideální složku pro obohacení funkčních nápojů zaměřených na zdraví a vitalitu. Klíčením se výrazně zvyšuje obsah vitamínů (zejména C, E a skupiny B), minerálních látek a antioxidantů. Navíc dochází ke zlepšení stravitelnosti, protože se během procesu snižuje množství antinutričních látek, jako je kyselina fytová, a dochází k částečnému štěpení složených sacharidů a bílkovin.

V smoothies se často využívají čerstvé klíčky – například brokolicové, slunečnicové nebo mungo fazole – které zvyšují výživovou hodnotu nápoje a dodávají mu svěží chuť i texturu. Kromě toho přispívají enzymy z klíčků k lepšímu trávení ostatních složek smoothie. Výhodou je také přirozené zahuštění – podobně jako chia semínka, i naklíčená semena mírně nabývají na objemu, čímž zlepšují konzistenci nápojů bez nutnosti přídavku škrobů nebo stabilizátorů.

Významné je také využití naklíčených obilovin (např. rýže, ječmene nebo ovesa) při výrobě rostlinných mlék a fermentovaných nápojů. Například „germinated brown rice milk“ je oblíbeným produktem v Asii, který obsahuje zvýšené množství kyseliny γ -aminomáselné (GABA), prospěšné pro nervový systém, relaxaci a kvalitu spánku. Klíčená zrna rovněž slouží jako vhodný substrát pro fermentaci – používají se v přípravě nealkoholických pív, kvašených limonád či keřirových nápojů s probiotickými kulturami [41].

3 PROCES KLÍČENÍ

Klíčení semen je klíčový proces v životním cyklu rostliny a zásadně přispívá k obnově rostlinné populace. Tento proces může být výrazně ovlivněn environmentálními faktory, jako jsou teplota, světlo, dostupnost vody a pH půdy, které hrají roli při distribuci rostlin v přírodních stanovištích. Každý druh rostliny má svůj optimální teplotní rozsah pro klíčení, a pokud teplota překročí tento rozsah – ať už poklesne pod něj, nebo vzroste nad něj – účinnost klíčení se snižuje [4]. Fyzikální faktory, jako je vlhkost, teplota a cirkulace vzduchu, mají přímý vliv na zrání obilí a luštěnin během jejich skladování. Uskladněná zrna stále pokračují v dýchání a v závislosti na skladovacích podmínkách může být metabolická aktivita buď zpomalena, nebo urychlena, což vede k sérii biochemických reakcí, které mohou ovlivnit kvalitu semen [7]. Úspěšné klíčení semen je hlavní krok pro vznik nové generace rostlin a je zásadní pro jejich růst a přežití. Tento proces zahrnuje různé fáze, jako je nasávání vody, tvorba bílkovin a produkce fytohormonů. Všechny tyto procesy mohou být ovlivněny vnějšími faktory, jako je použití biostimulantů. Některé biostimulanty mohou pomoci zlepšit metabolismus rostlin a tím podpořit lepší klíčení. Účinek biostimulantů závisí na jejich typu, koncentraci a druhu rostliny, na které jsou aplikovány [12].

3.1 Popis procesu klíčení

Klíčení semen je proces, při kterém semeno pod vlivem vhodných podmínek začíná růst a vyvíjet novou rostlinu. Klíčení obvykle začíná, když semeno přijme vodu, což způsobí jeho bobtnání. Tento proces aktivuje enzymy, které zahájí metabolické reakce uvnitř semene, čímž se spustí fáze růstu. Jak semeno absorbuje vodu, jeho obal, tedy osemení, praskne a umožní tak zárodku, aby začal růst a vynořil se ven.

Podmínky, které klíčení podporují, jsou dány kombinací vnitřních faktorů, jako je genetická dispozice semene. Z vnějších faktorů, jsou teplota, světlo, vlhkost a kvalita půdy. Každý druh rostliny má specifické potřeby pro úspěšné klíčení, a pokud některý z těchto faktorů není optimální, klíčení může být zpomaleno nebo úplně zablokováno. Optimální teplota a dostatek vlhkosti jsou klíčové pro aktivaci procesu, zatímco světlo může ovlivnit některé rostliny, které potřebují konkrétní světelné podmínky pro správný růst [7].

3.1.1 Faktory ovlivňující klíčení

3.1.2 Vnější faktory

Vnější podmínky mají klíčový vliv na klíčení semen, ovlivňují nejen jeho rychlost, ale i kvalitu. Příznivé podmínky podporují rychlé a úspěšné klíčení, zatímco v nepříznivých podmínkách klíčení zpomaluje nebo zcela selže a zvyšuje se riziko mikrobiální kontaminace. Mezi faktory, které nejvíce ovlivňují klíčící proces, patří teplota, kvalita a množství vody, dostupnost kyslíku a oxidu uhličitého a světelné podmínky. Příliš vysoké teploty, zvláště v létě, mohou podporovat přemnožení mikroorganismů, což zhoršuje klíčení. Voda používaná pro klíčení by měla být pitná a nezávadná, protože kromě dodání vlhkosti pomáhá také odplavit mikroby a podporuje správný průběh klíčícího procesu. Dostatek kyslíku je pro klíčení nezbytný, protože jeho nízká koncentrace zpomaluje metabolické procesy a tím i samotné klíčení. Vysoký obsah oxidu uhličitého má podobný účinek, zpomaluje klíčení a zhoršuje zdraví semen.

Pro správné klíčení je důležitý také přísun vzduchu, který nejen podporuje dýchání, ale i pomáhá odvádět přebytečné teplo. Tím se snižuje riziko mikrobiálního růstu. Proto je důležité, aby klíčidlo nebylo přeplněné, aby semena měla dostatečný přístup k vzduchu.

Pokud jde o světlo, jeho intenzita rovněž ovlivňuje klíčící proces. Některé druhy semen klíčí lépe ve tmě, jiné potřebují světlo, aby správně vyklíčily. U těch, které klíčí ve tmě, je vystavení světlu vhodné až ke konci klíčícího cyklu. Světlo stimuluje tvorbu chlorofylu a dalších bioaktivních látek, což může zlepšit nutriční hodnotu naklíčených semen. Tímto způsobem mohou optimální světelné podmínky pozitivně ovlivnit kvalitu a zdravotní přínosy naklíčených rostlin [7].

3.1.3 Vnitřní faktory

Mezi vnitřní faktory omezující klíčení patří například nadměrně tvrdé osemení, které brání pronikání vody a kyslíku, nebo neúplné dozrání semene, při kterém nedojde k úplnému ukončení fyziologického vývoje. V důsledku těchto poruch se může v nakličovací dávce objevit neživotaschopné semeno, které neklíčí. Takové neaktivní semeno se pak může stát živnou půdou pro mikroorganismy, což představuje riziko pro ostatní zdravá semena a celkový průběh klíčení. Úspěšné klíčení semen je výrazně ovlivněno jejich kvalitou, která závisí na podmínkách během pěstování mateřských rostlin, způsobu sklizně a následného

skladování. Pro zachování klíčivosti je nezbytné semena uchovávat v suchu, chladu a temnu, čímž se minimalizuje riziko předčasné ztráty vitality [7].

3.1.4 Teplo a světlo

Teplota a světlo tedy hrají zásadní roli při regulaci klíčení semen. Optimální teplota podporuje enzymatickou aktivitu a růst, zatímco světlo může klíčení podpořit či potlačit v závislosti na druhu semen. Porozumění těmto faktorům je klíčové nejen pro základní botanický výzkum, ale i pro zemědělskou praxi, kde správné nastavení podmínek může významně ovlivnit výnos a úspěšnost pěstování.

Teplota hraje zásadní roli v procesu klíčení semen, neboť přímo ovlivňuje enzymatickou aktivitu nezbytnou pro mobilizaci zásobních látek a růst klíčícího výhonku. Každý rostlinný druh má specifické teplotní optimum pro klíčení, které se nejčastěji pohybuje v rozmezí 20–30 °C. Při nižších teplotách dochází ke zpomalení metabolických pochodů, což může prodloužit dobu klíčení, případně jej zcela inhibovat. Vysoké teploty naopak mohou vést k denaturaci enzymů, poškození buněčných struktur a v krajních případech i k nevratnému poškození semene. Kromě obecných požadavků na teplotu existují také druhově specifické adaptace k překonání dormance (klidového stavu) semen. Některé druhy vyžadují tzv. chladovou stratifikaci, tedy působení nízkých teplot (obvykle 2–5 °C) po určitou dobu. Tento proces aktivuje enzymy, které odbourávají inhibiční látky. Spuštění klíčení působením vyšších teplot, které slouží jako signál pro přechod do aktivního růstu, často v návaznosti na sezónní změny prostředí.

Světlo je dalším významným faktorem, který ovlivňuje, zda semeno začne klíčit, a jak rychle tento proces probíhá. Citlivost semen na světlo je často výsledkem evoluční adaptace na přirozené prostředí dané rostliny. Na základě reakce na světlo lze semena rozdělit do tří skupin:

1. Pozitivně fotoblastická semena – klíčí pouze nebo lépe při přítomnosti světla (např. salát, tabák).
2. Negativně fotoblastická semena – klíčení je inhibováno světlem, klíčí pouze ve tmě (např. některé lesní druhy).
3. Neutrální semena – klíčí bez ohledu na světelné podmínky.

Teplota a světlo působí často synergicky, přičemž jejich účinek může být navzájem podmíněný. Například určité druhy rostlin mohou vyžadovat současné působení tepla

a světla k aktivaci fytochromového systému a zajištění dostatečné enzymatické aktivity. V některých případech může nedostatek světla vyvolat prodloužení hypokotylu (etiolizace), zatímco vyšší teploty urychlují metabolické procesy spojené s mobilizací zásobních látek [4].

3.1.5 Vodní aktivita

Vodní aktivita (a_w) je měřítkem dostupnosti vody v semenech pro biologické procesy. Je to poměr parciálního tlaku vodní páry nad vzorkem k parciálnímu tlaku čisté vody při stejné teplotě. Nižší a_w znamená nižší dostupnost vody pro enzymatické reakce a metabolismus. Optimální a_w pro klíčení se liší mezi druhy, ale obecně se pohybuje mezi 0,6 a 0,9. Vodní potenciál (ψ) je souhrnný ukazatel dostupnosti vody v prostředí a ovlivňuje schopnost semen absorbovat vodu. Při klíčení semeno absorbuje vodu z okolního prostředí, což zvyšuje jeho ψ a aktivuje metabolické procesy. Pokud je ψ prostředí příliš nízký (např. suchá půda), semeno nemusí absorbovat dostatek vody, což může klíčení inhibovat. Například u pšenice bylo zjištěno, že při vodním potenciálu -0,5 MPa klesá klíčivost, ale předklíčení může tento negativní efekt zmírnit. Během klíčení dochází k aktivaci enzymů, jako je α -amyláza, která štěpí škroby na cukry pro energetické potřeby. Dostupnost vody ovlivňuje aktivitu těchto enzymů [24].

Klíčení semen začíná intenzivním nasáváním vody z okolní půdy. Tento proces je řízen rozdílem vodního potenciálu (Ψ) mezi suchým semenem a vlhkou půdou. Suchá semena mají extrémně nízký vodní potenciál (až -100 MPa), což vytváří silný gradient vůči vodě v půdě, která má vodní potenciál mnohem vyšší (často blízko 0 MPa, tedy čisté vody). Díky tomu může nasávání vody probíhat velmi rychle.

Samotná absorpce vody probíhá ve třech fázích:

Fáze I – Počáteční rychlá hydratace

První fáze je charakterizována rychlým příjmem vody, kdy semeno nasává vodu hlavně díky prudkému rozdílu vodního potenciálu. Většina semen vodu přijímá přes semenný obal, ale některé druhy, které mají obaly málo propustné, využívají specializované struktury pro vstup vody (například mikropyle nebo hilum). Během této fáze může semeno absorbovat množství vody odpovídající až trojnásobku jeho suché hmotnosti, čímž se jeho vodní potenciál zvýší na přibližně -1,5 až -1,0 MPa.

Fáze II – Stabilizační (lag) fáze

Jakmile je semeno dostatečně hydratované, přechází do fáze II, kdy se rychlost příjmu vody výrazně zpomalí. Buňky embrya jsou v tomto bodě nasycené vodou a dosáhly turgoru – tedy vnitřního tlaku. Další nasávání vody je omezeno mechanickými vlastnostmi buněk, zejména pevností buněčných stěn, které zabraňují dalšímu zvětšování objemu. Délka této stabilizační fáze závisí na okolních podmínkách, jako je teplota nebo aktuální vodní potenciál.

Fáze III – Obnovení příjmu vody a růst

Jakmile semeno začne růst – například prodlužováním kořínku je omezení buněčné expanze odstraněno. To znamená, že buňky mohou opět zvětšovat svůj objem, což vede ke zvýšené potřebě vody. Růst sazenice vyžaduje trvalý a rychlý přísun vody, který pokračuje i po ukončení samotného klíčení [24].

3.2 Domácí klíčení

Klíčení v domácnostech je dnes snadno dostupné a je to také levná varianta získání naklíčených semen. Při domácím klíčení je nutno dodržovat správný postup ale také hygienické podmínky, aby nedošlo ke kontaminaci semen, což by mohlo vést až ke kontaminaci celé naklíčené várky. Na domácí klíčení je dnes plno postupů a variant klíčení.

3.2.1 Klíčící sklenice

Klíčení v klíčící sklenici je jednoduchá, čistá a oblíbená metoda pro domácí pěstování čerstvých klíčků. Tato technika nevyžaduje žádnou půdu ani složité vybavení – stačí obyčejná zavařovací sklenice, voda a vhodná semena. Nejčastěji se používá pro luštěniny, obiloviny nebo brukvovité rostliny, jako jsou mungo, čočka, vojtěška (alfalfa), ředkvička nebo řeřicha.

Do sklenice se nasype 1–2 polévkové lžice semen a zalijí se je vodou – obvykle v poměru 1:4 až 1:5. Semena se nechávají namočená po dobu 6–12 hodin, v závislosti na jejich druhu. Například mungo se doporučuje máčet 8 hodin, čočku zhruba 10 hodin. Po namočení je voda slita, semena propláchnuta čistou vodou a sklenici překryta gázou nebo sítkou, připevněnou gumičkou či speciálním víčkem.

Sklenici je poté vhodné naklonit a postavit hrdlem dolů (například do misky), aby mohla přebytečná voda odtékat a semena zůstala dobře větraná. Teplota v místnosti, kde je umístěna klíčící sklenice by měla být v rozsahu od 18 do 22°C. Důležité je také, aby sklenice byla umístěna mimo přímé slunce. Během klíčení je důležité semena dvakrát denně proplachovat čerstvou vodou a znovu slévat. Pravidelné proplachování zabraňuje vzniku plísní a podporuje zdravý růst klíčků.

Semena začínají klíčit už během prvního nebo druhého dne. Za 3 až 5 dní jsou klíčky obvykle připraveny ke sklizni – záleží však na požadované délce a druhu rostliny. Pokud je žádoucí, aby klíčky zezelenaly (tedy spustily fotosyntézu a vytvořily chlorofyl), doporučuje se je poslední den nechat na světle.

Před konzumací se klíčky důkladně opláchnou ve vodě. Uchovávají se v lednici v uzavřené nádobě po dobu 3 až 5 dnů. Jsou skvělé do salátů, na pečivo, nebo do smoothies. Díky své vysoké výživové hodnotě a čerstvosti jsou ideální součástí zdravého jídelníčku [36].

3.2.2 Klíčící sáček

Klíčení v klíčících sáčcích je praktická metoda, která je oblíbená pro domácí pěstování klíčků, zejména pro semena, která jsou náchylná k plesnivění, jako například řeřicha, vojtěška, jetel nebo len. Tento způsob klíčení je ideální pro malé prostory, protože nevyžaduje velké nádoby nebo složité vybavení. Klíčící sáčky jsou obvykle vyrobeny z přírodních materiálů, jako je bavlna, len nebo konopí, které umožňují dobrou cirkulaci vzduchu, zároveň dobře saje vodu, a tím podporuje klíčení, aniž by semena zůstala ve vodě příliš dlouho.

Prvním krokem v této metodě je namočení semen. Semena je nutné nejprve namočit ve vodě po dobu 4–12 hodin, v závislosti na jejich typu. Například vojtěška vyžaduje asi 6 hodin, zatímco mungo fazole zhruba 8 hodin. Po namočení je voda slita a semena vložena do připraveného klíčícího sáčku. Sáček je dobře uzavřen a semena jsou jemně proklepnuta, aby se rovnoměrně rozprostřela. Tento krok zajistí, že semena budou mít dostatek prostoru k růstu.

Dalším důležitým krokem je pravidelné proplachování. Sáček s vloženými semeny se ponoří do čisté vody dvakrát až třikrát denně, jemně se promne, aby semena byla důkladně propláchnuta. Poté se nechá vodu odkapat. Pro tento proces je vhodné sáček pověsit nebo umístit tak, aby mohl dobře větrat – ideálně na háček nebo do sítka. Skvělé je, že tato metoda nevyžaduje žádné složité vybavení, a díky odkapávání vody se minimalizuje riziko hniloby nebo plesnivění. Semena začnou klíčit již po 1–2 dnech. Klíčky by měly být připravené ke sklizni po 3–5 dnech, v závislosti na jejich druhu a požadované délce. Během tohoto období je důležité, aby sáček zůstal na stinném a mírně teplém místě (18–22 °C). Jakmile jsou klíčky hotové, sáček se jednoduše vyjme, klíčky jsou důkladně propláchnuty a je možná okamžitá konzumace nebo uschovat v lednici, kde vydrží 2–3 dny.

Tato metoda má mnoho výhod, jako je vynikající odvodnění, což snižuje riziko vzniku plísní. Díky jednoduchosti a nízkým nárokům na prostor je klíčení v sáčcích vhodné i pro malé domácnosti nebo na cesty. Sáček lze snadno zabalit a přenést, což je ideální, protože nezabírají místo jako velké klíčící nádoby.

Pro tuto metodu je důležité používat čistá nenamočená semena určená speciálně pro klíčení. Pro zajištění hygieny sáčků je důležité pravidelně praní nebo vyvařování. Tato metoda však není ideální pro semena, která jsou příliš lepkavá nebo slizká (například hořčice nebo rukola), protože se mohou přichytit k tkanině sáčku a ztížit proplachování [37].

3.2.3 Klíčení v papírové utěrce

Klíčení v papírové utěrce je jednoduchá, levná a efektivní metoda, která nevyžaduje žádné speciální vybavení. Tento způsob klíčení je vhodný pro semena, která klíčí rychle a nevyžadují dlouhodobé namáčení, například řeřicha, hořčice nebo ředkvička. Jediné, co potřebujete, je papírová utěrka, misku a vodu. Je to ideální metoda pro začátečníky, kteří chtějí rychle pěstovat vlastní klíčky doma.

Prvním krokem je příprava papírové utěrky. Utěrka se umístí na talíř nebo do misky a navlhčí se vodou. Utěrka by měla být rovnoměrně vlhká, ale ne příliš promočená. Semena jsou rovnoměrně rozmístěna na vlhkou utěrku tak, aby měla mezi sebou dostatek prostoru pro růst. Poté je tato vrstva semen přikryta druhou vrstvou vlhké utěrky, aby byla zachována správná vlhkost a semena měla optimální podmínky pro klíčení.

Jakmile je papírová utěrka připravená a semena jsou na ní rovnoměrně rozprostřena, je miska umístěna na teplé místo, mimo přímé sluneční světlo. Optimální teplota pro klíčení je kolem 20–22 °C. Klíčení obvykle začíná již během 1–2 dnů. Je důležité pravidelně kontrolovat semena a dvakrát denně je proplachovat čerstvou vodou, aby utěrka zůstala vlhká a semena nezůstávala ve stojaté vodě. Po propláchnutí je přebytečná voda slita, aby se zabránilo plesnivění.

Klíčky začnou vyrůstat během 1–2 dnů a obvykle jsou připravené ke sklizni za 3–5 dní. Během tohoto období se můžou klíčky umístit na světlo, aby začaly vytvářet chlorofyl a zezlátly. Jakmile dosáhnou požadované velikosti, jemně se začínají sklízet. Před konzumací je potřeba semena důkladně propláchnout a můžou se uchovávat v lednici v uzavřené nádobě po dobu 2–3 dnů.

Tato metoda klíčení má několik výhod. Je velmi jednoduchá a nevyžaduje žádné speciální vybavení, což ji činí ideální pro začátečníky. Klíčky klíčí rychle, obvykle během 3–5 dní, a výsledek je rychle dostupný. Navíc, protože se používají běžné papírové utěrky, náklady na tuto metodu jsou minimální.

Pro klíčení touto metodou je vhodné použít čisté a kvalitní semeno určené pro klíčení. Semena by měla být rovnoměrně rozmístěná, aby měla dostatek prostoru pro růst. Pokud začnou semena plesnivět, je potřeba je vyhodit a začít s novým semínkem. Také je lepší používat jednovrstvou utěrku, protože semena potřebují dostatečný přísun vzduchu.

Tato metoda je ideální pro ty, kdo chtějí rychle a jednoduše pěstovat klíčky doma. Je to skvělý způsob, jak získat čerstvé a zdravé klíčky bez nutnosti speciálního vybavení a pro malé množství, které lze okamžitě sklízet a využít ve stravě [37].

3.2.4 Klíčení v plastovém sáčku

Klíčení v plastových sáčcích je jednoduchá a efektivní metoda, která je ideální pro pěstování klíčků v domácím prostředí. Tento způsob je vhodný pro semena, která potřebují vlhké a teplé podmínky k rychlému klíčení, jako jsou například řeřicha, vojtěška nebo mungo. Plastové sáčky poskytují kontrolovanou vlhkost a teplotu, což vytváří ideální prostředí pro růst klíčků.

Prvním krokem je namočení semen. Semena je potřeba namočit do vody na 4–12 hodin, v závislosti na jejich druhu. Například vojtěška se namáčí na 6 hodin, mungo na 8 hodin. Po uplynutí této doby je voda slita a semena důkladně propláchnuta čerstvou vodou. Následně jsou semena vložena do plastového sáčku. Sáček by měl být dostatečně prostorný, aby semena měla místo pro růst, ale zároveň dostatečně uzavřený, aby udržel vlhkost. Existují sáčky s uzávěrem nebo zipem.

Sáček je třeba umístit na teplé místo, ideálně mezi 18–22 °C, ale mimo přímé sluneční světlo. Plastový sáček vytvoří skleníkový efekt, který zajistí stabilní vlhkost a teplotu, což je ideální pro klíčení. Před vložením sáčku do teplého prostředí se do sáčku přidá trochu vody, aby byla semena rovnoměrně vlhká. Sáček by měl být otevřený nebo mírně pootevřený, aby semena mohla dýchat a měla dostatek vzduchu.

Semena je potřeba pravidelně proplachovat vodou. Dvakrát denně by měl být sáček otevřen a semena propláchnuta čerstvou vodou a znovu sáček uzavřít. Je důležité zajistit, aby v sáčku nezůstávala přebytečná voda, která by mohla způsobit hnilobu. Sáček by měl být stále vlhký, ale ne přemokřený. Klíčky začnou růst obvykle během 1–2 dnů. Při pravidelném proplachování a správných podmínkách se mohou klíčky dostat na požadovanou velikost během 3–5 dnů.

Jakmile klíčky dosáhnou požadované velikosti, můžou se sklízet. Před konzumací je důležité klíčky důkladně propláchnout čerstvou vodou. Klíčky jsou obvykle připravené k okamžité konzumaci, ale mohou být uchovávány v lednici v uzavřené nádobě po dobu 2–3 dnů. Tento způsob klíčení je skvělý pro ty, kdo chtějí mít čerstvé a zdravé klíčky rychle k dispozici.

Výhodou klíčení v plastových sáčcích je, že poskytuje ideální podmínky pro klíčení díky udržování vlhkosti a teploty. Navíc metoda nevyžaduje žádné složité vybavení a je velmi jednoduchá na realizaci. Plastové sáčky jsou levné a snadno dostupné, což činí tuto metodu dostupnou pro širokou veřejnost.

Pro úspěšné klíčení je vhodné se ujistit, že sáček není zcela uzavřen, aby semena měla přístup k čerstvému vzduchu. Používejte čisté semeno určené pro klíčení, aby se předešlo kontaminaci. Dále je důležité semena v sáčku rovnoměrně rozmístit, aby měla dostatek prostoru pro růst, a pravidelně kontrolovat, zda v sáčku není nadměrná vlhkost nebo plíseň [37].

3.3 Komerční klíčení

Výběr a příprava semene

Semena určená pro klíčení by měla pocházet od certifikovaných dodavatelů, kteří dodržují zásady dobré zemědělské praxe (GAP). Je důležité, aby semena byla čistá, bez přítomnosti půdních částic, zvířecích exkrementů nebo jiných kontaminantů. Některá semena mohou projít procesem skarifikace, který ztenčuje jejich slupku a může usnadnit klíčení, avšak tento proces může také zvýšit riziko přítomnosti mikroorganismů na povrchu semene

Antimikrobiální ošetření

Před samotným klíčením je doporučeno semena ošetřit antimikrobiálními látkami, jako je roztok vápenného nebo sodného hypochloritu, aby se snížila přítomnost patogenních bakterií, například *Salmonelly* nebo *E. coli*. Toto ošetření by mělo dosáhnout minimálního snížení mikrobiálního počtu o 3 logaritmické jednotky [39].

Klíčení

Semena se umísťují do kontrolovaných prostředí s optimálními podmínkami pro klíčení, což zahrnuje správnou teplotu, vlhkost a cirkulaci vzduchu. Během této fáze je klíčové pravidelně monitorovat a udržovat hygienu, aby se předešlo kontaminaci.

Sklizení a ošetření

Po dosažení požadované délky klíčků jsou tyto sklizeny a podrobeny konečnému mytí studenou pitnou vodou. Následně mohou být podrobeny dalším ošetřením, jako je chlazení, aby se zpomalil růst zbývajících mikroorganismů [39].

Balení

Hotové klíčky jsou baleny do hygienických obalů, které jsou označeny informacemi o původu, datu spotřeby a případných ošetřeních. Balení by mělo chránit produkt před kontaminací a zajistit jeho čerstvost během distribuce [47].

4 VLIV NAKLÍČENÝCH SEMEN NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

Naklíčená semena představují jednu z nejvýživnějších forem rostlinné stravy, která se v posledních letech těší rostoucí popularitě díky svým pozitivním účinkům na lidské zdraví. Proces klíčení aktivuje enzymy, zvyšuje biologickou dostupnost vitamínů a minerálních látek a snižuje obsah antinutričních látek, čímž se semena stávají lépe stravitelnými a pro tělo přínosnějšími. Kromě vysokého obsahu bílkovin, vlákniny a antioxidantů se klíčky vyznačují i pozitivním vlivem na imunitní systém, trávení, metabolismus a celkovou vitalitu. Vzhledem ke své nutriční hodnotě a nízké energetické hustotě představují důležitou součást zdravé výživy a jsou vhodné nejen pro běžnou populaci, ale i pro sportovce, vegetariány, vegany či osoby se specifickými dietními potřebami.

V moderní výživě jsou klíčky vnímány nejen jako „superpotravina“, ale i jako součást tzv. živé stravy (raw food), protože při jejich konzumaci nedochází ke ztrátě cenných látek tepelnou úpravou. Přestože se jedná o jednoduchý a přirozený produkt, jejich pravidelné zařazení do jídelníčku může mít dlouhodobě pozitivní účinky na zdraví člověka a prevenci řady civilizačních onemocnění.

Naklíčená semena se stávají stále častěji předmětem zájmu odborné i laické veřejnosti díky svému výjimečnému nutričnímu profilu a pozitivnímu vlivu na lidské zdraví. Klíčení je přirozený biologický proces, při kterém dochází k probuzení semene k růstu. V této fázi se v semeni aktivují enzymy, které rozkládají zásobní látky (škroby, tuky a bílkoviny) na jednodušší a lépe vstřebatelné formy, což výrazně zvyšuje biologickou dostupnost živin. Výsledkem je produkt s vyšším obsahem vitamínů (zejména skupiny B, vitamínu C, E a K), minerálních látek (železo, hořčík, zinek, vápník aj.), aminokyselin a antioxidantů.

4.1 Zdravotní přínosy

4.1.1 Zvýšení obsahu živin a zlepšení stravitelnosti

Naklíčená semena mají výrazně vyšší nutriční hodnotu než jejich neklíčené protějšky. Proces klíčení zvyšuje obsah esenciálních aminokyselin, vlákniny, vitamínů (zejména C a skupiny B) a minerálních látek, jako je železo a hořčík. Během klíčení dochází také k rozkladu složitých sacharidů a bílkovin na jednodušší formy, čímž se výrazně zlepšuje stravitelnost a vstřebávání živin v trávicím traktu. Například klíčením čočky se zvyšuje podíl bílkovin a vlákniny, což přispívá k lepší výživové hodnotě. U chia semen bylo navíc prokázáno, že

klíčení zvyšuje obsah fenolických sloučenin, které mají silné antioxidační vlastnosti a podporují obranyschopnost organismu [27].

4.1.2 Zvýšení antioxidační kapacity

Klíčení výrazně zvyšuje antioxidační kapacitu semen díky vyššímu obsahu bioaktivních sloučenin. Během klíčení dochází ke zvýšení koncentrace fenolických sloučenin, flavonoidů a dalších antioxidantů, které hrají klíčovou roli v ochraně buněk před oxidačním stresem – tedy nerovnováhou mezi volnými radikály a schopností těla je neutralizovat. Tento stav bývá spojován s rozvojem mnoha chronických onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby, cukrovka 2. typu, neurodegenerativní onemocnění či některé typy rakoviny [28].

Například klíčení brokolicevých semen výrazně zvyšuje obsah vitamínů A, C a K, stejně jako minerálních látek, jako je hořčík a fosfor, které se podílejí nejen na antioxidační ochraně, ale i na podpoře imunitního a nervového systému. Flavonoidy a další fytochemikálie získané během klíčení navíc vykazují protizánětlivé a detoxikační účinky, čímž napomáhají snižovat riziko poškození DNA a buněčných struktur.

Antioxidační vlastnosti klíčených semen byly prokázány u celé řady druhů – od brokolice, ředkvičky, mungo a čočky, až po chia, slunečnici a vaječnou. Pravidelná konzumace těchto potravin může být účinným prostředkem pro podporu přirozené obranyschopnosti a prevence civilizačních nemocí [28].

4.1.3 Podpora srdeční činnosti

Naklíčená slunečnicová semena jsou výživově bohatá a mohou pozitivně ovlivnit hladinu cukru v krvi, cholesterol a záněty, což je činí prospěšnými při řízení diabetu a prevenci metabolického syndromu. Výzkumy ukazují, že polyfenoly, zejména flavonoidy, obsažené v rostlinných potravinách, vykazují ochranné účinky proti řadě chronických onemocnění, která jsou spojena s oxidačním stresem, jako je rakovina, cukrovka, kardiovaskulární a neurologická onemocnění [48].

Vliv na hladinu cukru v krvi: Studie naznačují, že pravidelná konzumace slunečnicových semen může pomoci stabilizovat hladinu glukózy v krvi. Například studie ukázala, že lidé, kteří konzumovali 30 gramů slunečnicových semen denně, zaznamenali pokles hladiny glukózy nalačno přibližně o 10 % během šesti měsíců. Tento účinek může být částečně způsoben přítomností polyfenolů, jako je kyselina chlorogenová, která zpomaluje vstřebávání sacharidů a zlepšuje citlivost na inzulin.

Účinky na cholesterol: Slunečnicová semena jsou bohatá na zdravé tuky, zejména na kyselinu linolovou, která může pomoci snižovat hladinu "špatného" LDL cholesterolu a triglyceridů. Studie [29] zjistila, že ženy s diabetem 2. typu, které konzumovaly 30 gramů slunečnicových semen denně, zaznamenaly pokles systolického krevního tlaku o 5 %, snížení LDL cholesterolu o 9 % a triglyceridů o 12 %.

Protizánětlivé účinky: Chronický zánět je spojen s mnoha chronickými onemocněními, včetně srdečních chorob a diabetu. Slunečnicová semena obsahují vitamín E, flavonoidy a další rostlinné sloučeniny, které mohou pomoci snižovat hladiny zánětlivého markeru C-reaktivního proteinu (CRP). Studie ukázala, že lidé, kteří konzumovali slunečnicová semena alespoň pětikrát týdně, měli o 32 % nižší hladiny CRP ve srovnání s těmi, kteří semena nekonzumovali [29].

4.2 Zdravotní rizika

Konzumace naklíčených semen s sebou nese určitá zdravotní rizika, především kvůli možnosti kontaminace patogenními mikroorganismy. Ačkoli jsou tyto potraviny bohaté na vitamíny, minerální látky, antioxidanty a další bioaktivní látky, jejich konzumace může být nebezpečná, pokud nejsou správně ošetřeny. Proces klíčení totiž vytváří ideální podmínky pro růst bakterií – teplo, vlhkost a omezený přístup vzduchu. V důsledku toho mohou být semena kontaminována bakteriemi, jako jsou *Salmonella*, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Listeria monocytogenes* nebo *Bacillus cereus*, které jsou známé svou schopností způsobit závažné potravinové infekce.

Tyto mikroorganismy mohou představovat vážné zdravotní riziko zejména pro citlivé skupiny populace – děti, seniory, těhotné ženy a osoby s oslabeným imunitním systémem. V těchto případech může i mírná kontaminace vést k těžkému průběhu onemocnění, jako je krvavý průjem, horečka, dehydratace, nebo v krajních případech i selhání orgánů.

Zdrojem kontaminace může být samotné semeno (např. při sklizni, kontaktu s kontaminovanou půdou, vodou nebo hnojem), ale i nečisté prostředí během skladování či domácího klíčení. Přestože se klíčení doma často považuje za bezpečnější, pokud nejsou dodržována hygienická opatření (čisté nádoby, pravidelné proplachování, skladování v chladu), riziko zůstává [35].

4.2.1 Patogenní mikroorganismy

Naklíčená semena představují vhodné prostředí pro růst a množení patogenních mikroorganismů, protože klíčení vyžaduje teplé a vlhké podmínky – právě ty, které podporují rozvoj bakterií způsobujících potravinové infekce. Mezi nejčastěji detekované patogeny v kontaminovaných klíčcích patří:

Escherichia coli

Tento kmen *E. coli* produkuje tzv. shiga-toxin, který může způsobit závažná onemocnění včetně hemolyticko-uremického syndromu (HUS), jenž může vést k selhání ledvin. Zdrojem infekce mohou být nedostatečně omytá nebo tepelně neupravená semena. I zde může být infekční dávka extrémně nízká.

Listeria monocytogenes

Zatímco většina zdravých dospělých osob může infekci přestát bez vážnějších následků, *Listeria* je zvláště nebezpečná pro těhotné ženy, novorozence, starší osoby a imunosuprimované jedince. Může vést k potratům, meningitidě nebo sepse. Tento patogen má navíc schopnost růst i při nízkých teplotách, takže kontaminované klíčky mohou být nebezpečné i při skladování v lednici.

Bacillus cereus a *Staphylococcus aureus*

Oba tyto mikroorganismy produkují toxiny, které jsou tepelně stabilní, takže i po případné tepelné úpravě mohou zůstat aktivní. *Bacillus cereus* je často spojován s nevolností, zvracením a průjmy po konzumaci kontaminovaných potravin. *Staphylococcus aureus* se do klíčků může dostat např. z pokožky nebo rukou při manipulaci s potravinami a vylučuje enterotoxiny, které způsobují akutní gastroenteritidy.

Salmonella spp.

Salmonella patří mezi nejběžnější původce onemocnění spojených s konzumací kontaminovaných klíčků. I velmi nízká dávka bakterií, včetně jediného životaschopného mikroorganismu, může zejména u osob s oslabenou imunitou vést k rozvoji infekce. Onemocnění se obvykle projeví během 6 až 72 hodin po požití a mezi typické příznaky patří horečka, průjem, nevolnost, zvracení a bolesti břicha [30].

4.2.2 Kvasinky

Naklíčená semena jsou bohatá na různé mikroorganismy, včetně kvasinek, které se aktivně podílejí na fermentačních procesech během klíčení a následného kvašení. Tyto mikroorganismy, přítomné přirozeně na povrchu semen nebo v prostředí, mohou ovlivnit nutriční profil a senzorické vlastnosti finálních produktů.

Během klíčení dochází k aktivaci enzymů, které štěpí složité sacharidy, bílkoviny a lipidy na jednodušší sloučeniny. Tento proces zvyšuje dostupnost živin a vytváří prostředí vhodné pro růst mikroorganismů. Studie ukazují, že klíčení zvyšuje obsah volných aminokyselin, jako je tyrosin, což může sloužit jako substrát pro mikrobiální metabolismus během fermentace. Například při fermentaci žita byla pozorována zvýšená tvorba bioaktivních tyrosinových derivátů, jako je tyramin, L-DOPA a dopamin [42].

Mezi kvasinkami, které se mohou podílet na fermentaci naklíčených semen, patří různé druhy rodu *Saccharomyces*, jako je *Saccharomyces cerevisiae*, známá pro svou roli v alkoholovém kvašení a kynutí těsta. Tyto kvasinky mohou přispět k tvorbě alkoholu a oxidu uhličitého, což ovlivňuje texturu a chuť finálních produktů. Dalšími přítomnými mikroorganismy mohou být bakterie mléčného kvašení, které přispívají k fermentaci a mohou ovlivnit senzorické vlastnosti produktů.

Je však důležité poznamenat, že přítomnost a aktivita těchto mikroorganismů závisí na podmínkách klíčení a fermentace, jako je teplota, vlhkost a doba trvání. Kontrola těchto faktorů je klíčová pro dosažení požadovaných nutričních a senzorických vlastností finálních výrobků [42].

4.2.3 Mikotoxiny

Mikotoxiny jsou toxické látky produkovány některými druhy plísní (fungi), které mohou kontaminovat různé potraviny, včetně obilovin, ořechů, sušeného ovoce a koření. Tyto toxiny se tvoří za teplých a vlhkých podmínek, často během pěstování, sklizně nebo skladování plodin. Naklíčená semena, stejně jako sušená semena, mohou být náchylná k plísňové kontaminaci, zejména pokud jsou pěstována nebo skladována za nevhodných podmínek. Plísně mohou produkovat mykotoxiny, které jsou stabilní a mohou přežít i proces klíčení. Například aflatoxiny, které jsou vysoce toxické a karcinogenní, mohou být přítomny v naklíčených semenech, pokud byly před klíčením kontaminovány plísněmi jako *Aspergillus flavus* [43].

ZÁVĚR

Nutriční složení naklíčených semen představuje významné téma v oblasti výživy a zdravého životního stylu. Proces klíčení významně zvyšuje biologickou hodnotu semen – dochází k aktivaci enzymatických procesů, které vedou ke zvýšení obsahu vitamínů (zejména skupiny B, C, E a K), minerálních látek, antioxidantů a bioaktivních sloučenin, jako jsou polyfenoly a flavonoidy. Tyto látky hrají důležitou roli v ochraně buněk před oxidačním stresem, čímž mohou přispívat k prevenci civilizačních onemocnění, včetně kardiovaskulárních chorob, diabetu a některých typů rakoviny.

Klíčením se rovněž snižuje množství antinutričních faktorů, jako je kyselina fytová, což zvyšuje vstřebatelnost minerálních látek a zlepšuje celkovou stravitelnost. Naklíčená semena tak představují výživově koncentrovanou složku potravy, vhodnou pro běžnou populaci i specifické skupiny, jako jsou vegetariáni, senioři či osoby s vyššími nutričními nároky.

Z výsledků vyplývá, že zařazení naklíčených semen do stravy je jednoduchý a přirozený způsob, jak obohatit jídelníček o důležité mikroživiny a podpořit celkové zdraví. Klíčení se tak ukazuje jako efektivní metoda zvyšující nutriční kvalitu rostlinných potravin, a proto má své opodstatnění jak v domácí výživě, tak v širších konceptech udržitelného a funkčního stravování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FANG, Zhengxin; FU, Xiuqing; JIANG, Haoyu; LIU, Shouyang; TIAN, Luxu; ZHANG, Hongwen, 2025. Počítače a elektronika v zemědělství. *Hodnocení klíčivosti semen rajčete na plný úvazek na základě vylepšených YOLOv8s*. Anglie: Elsevier. ISSN 0168-1699
- [2] KIBAR, Hakan; EKREM, Soydemir Hakkı, 2024. Časopis pro výzkum skladovaných produktů. *Změny v semenech sóji způsobené skladováním: Klíčivost, nutriční hodnota a bioaktivní sloučeniny*. Anglie: Pergamon-elsevier science ltd. ISSN 0022-1212
- [3] CRAIG, Winston; LEVIN, Susan; MELINA, Vesanto, 2016. Časopis akademie výživy a dietetiky. *Stanovisko Akademie výživy a dietetiky: Vegetariánská strava*. New York: Elsevier. ISSN 2212-2672
- [4] CHAN, Chak-Lun; CORKE, Harold; DAI, Shu-Hong; GAN, Ren-You; LUI, Wing- Yee; SUI, Zhong-Quan; WU, Kao, 2017. Trendy ve vědě a technologii potravin. *Bioaktivní látky a bioaktivity naklíčených jedlých semen a klíčků: Aktualizovaný přehled*. Anglie: Elsevier. ISSN 0924-2244
- [5] BHATT, Arvind; CARON, Mercenes, Maria; CHEN, Xingxing, YU, Deshui; NIU, Yanli, 2022. Časopis aplikovaného výzkumu léčivých a aromatických rostlin. *Vliv teploty, světla a skladování na klíčení semen Salvia plebeia R.Br., Leonurus japonicus Houtt, Mosla scabra (Thunb.) CYWu & HWLi a Perilla frutescens (L.) Britton*. Čína: Elsevier. ISSN 2214-7861
- [6] MIERNYK, Jan A; HAJDUCH, Martin, 2011. Národní zdravotní ústav. *Proteomika semen*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 1874-3919
- [7] FERREIRA, Cristiano, Dietrich; PARAGINSKI, Ricardo, Tadeu, ZIEGLER, Valmor, 2020. Výzkum skladovaných produktů. *Systémy skladování zrna a vlivy vlhkosti, teploty a času na kvalitu zrna – Přehled*. Brazílie: Elsevier. ISSN 1879-1212
- [8] BELLANI, Lorenzo; DELLA CROCE Clara, Maria; ECHEVERRIA Maria, Cristina; GIORGETTI, Lucia; TASSI, Eliana, Lanfranca; VENTO, Martina, 2024. Mezinárodní časopis molekulárních věd. *Vliv klíčení, fermentace a vaření na obsah antioxidantů a celkovou antioxidační aktivituv Quinoa a Amarant*. Svýcarsko: Elsevier. ISSN 1661-6596

- [9] ANGELINO, Donato; ERBA, Daniela; FAORO, Franco; MANINI, Federica; MARTI, Alessandra; MORREALE, Federico; PELLEGRINI, Nicoletta, 2019. Mezinárodní časopis potravinářských věd a výživy. *Vliv klíčení na nutriční kvalitu luštěnin*. Anglie: Elsevier. ISSN 0963-7486
- [10] SHOHAG, Mji; WEI, Yanyan; XE, Yang, 2012. Časopis zemědělská a potravinářská chemie. *Změny obsahu folátů a dalších potenciálních zdraví prospěšných fytochemikálií v semenech luštěnin v závislosti na klíčení*. Washington: Elsevier. ISSN 0021-8561
- [11] AL-TAHER, Fadwa; NEMZER, Boris, 2023. Národní zdravotní ústav. *Analýza složení mastných kyselin v naklíčených semenech*. Švýcarsko: Elsevier. ISSN 2304-8158
- [12] ARAUJO, Wagner, Luiz; COSTA, Maximillier Dal – Bianco Lamas; GASPARINI, Karla, GONCALVES, Julia de Paiva; PICOLI, Edgar Augusto de Toledo; RIBEIRO, Dimas Mendes; ZSÖGÖN, Agustin, 2024. Fyziologie rostlin. *Metabolická kontrola klíčení semen v luštěninách*. Brazílie: Elsevier. ISSN 0176-1617
- [13] ALMEIDA, Daiana; BARROS, Lillian; FERNANDES, Angela; FERREIRA, Isabel CFR; LIBERAR, Angela; PEREIRA, Carla; VIVAR-QUINTANA, Ana Maria. 2023. Chemie potravin. *Nutriční, chemické a antioxidační hodnocení čočky Armuña (Lens culinaris spp.): Vliv ročního období a půdy*. Portugalsko: Elsevier. ISSN 0308-8146
- [14] JASON C, Anthony, 2012. Snaha. *Význam místních potravin: porážka a kurděje v antarktické kuchyni*. Anglie: Elsevier. ISSN 0160-9327
- [15] JIA – RUI, Li; ZHI, Qin; ZI-FAN, Zhang; YUN-LONG, Chang; RIU, Wang; SHU- GUANG, Gao; HUA-MIN, Liu; XUE-DE, Wang; HONG-WEI, Liu; HONG-YU, Zhang; YU-LONG, Niu; XIN – YU, Wen, 2024. Věda a technologie potravin. *Metabolická analýza naklíčených sezamových semen (Sesamum indicum L.): Možnost začlenění krátkodobého klíčení do procesu výroby sezamu*. Čína: Elsevier. ISSN 0023-6438
- [16] FA, Masoodi; MUNAZAH, Sidiq; SABEERA, Muzzaffar; SHEIKH, Irfan, 2024. Měření: Jídlo. *Vliv ultrazvuku na fyzikálně-chemické, strukturní, tepelné a funkční vlastnosti proteinu z fazolí mungo*. Indie: Elsevier. ISSN 2772-2759

- [17] GRUBER, Sabine; SANTOS, Carla S; SILVA, Beatriz; VALENTE, Luisa M. P; VASCONCELOS, Marta W, 2020. Potraviny. *Vliv klíčení na nutriční a mikrobiologický profil čočky (Lens culinaris)*. Švýcarsko: Elsevier. ISSN 2304-8158
- [18] GEETANJALI, Kaushik; SANTOSH, Satya; SN, Naik, 2010. Středověký časopis o výživě a metabolismu. *Vliv domácích technik zpracování na nutriční kvalitu sóji*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 1973-798X
- [19] ACOSTA-SMITH, Erika; CANIZALEZ-ROMAN, Adrian; CUEVAS-RODRIGUEZ, Edith-Oliva; DOMINGUEZ-ARISPURO, Dulce-Maria; MILAN-CARRILLO, Jorge; MILAN-NORIS, Ada-Keila; REYES-MORENO, Cuauhtemoc, 2021. Saudský časopis biologických věd. *Izoflavony z klíčků cizrny černé (Cicer arietinum L) s antioxidační a antiproliferační aktivitou*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 1319-562X
- [20] KEXUAN, Tang; RIU HAI, Liu; TONG, Li; XINBO, Guo, 2012. Časopis zemědělské a potravinářské chemie. *Vliv klíčení na fytochemické profily a antioxidační aktivitu klíčků fazole mungo (Vigna radiata)*. Washington: Elsevier. ISSN 0021-8561
- [21] GALLIE, Daniel R, 2013. Živiny. *Zvyšování obsahu vitamínu C v rostlinných potravinách za účelem zlepšení jejich nutriční hodnoty – úspěchy a výzvy*. Švýcarsko: Elsevier. ISSN 2072-6643
- [22] JI, Jian; LI, Pej-Pej; SLUNCE, Siulan; WANG, Jia-Sheng; WANG, Jiayi; YE, Yongli, 2025. Potravinářská bio věda. *Senzibilizace na hrachový protein: Poznatky z modelového experimentu s alergií u myši BALB*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 2212-4292
- [23] CHAVAN, Prasad; DHIMAN, Anju; HAMID; JAISWAL, Amit; KATHURIA, Deepik; THAKUR, Abhimanyu K, 2024. Mezinárodní recenze jídla. *Komplexní přehled o bioaktivních látkách naklíčených semen, vlivu nových technik zpracování a přínosech pro zdraví*. Filadelfie: Taylor & Francis inc. ISSN 8755-9129
- [24] GIAO N, Nguyen; SAMÍR, Džoš; SÚRJA, Kant, 2017. Efektivita využití makroživin v rostlinách: molekulární a genomické perspektivy u plodin. *Dostupnost vody a využití dusíku v rostlinách: vliv, interakce a základní molekulární mechanismy*. Anglie: Elsevier. ISSN 978-0-12-811308-0
- [25] ELLIOTT, Hannah; GREEN, Brian D; NUGENT, Anne P; WOODS, Patrick, 2022. Nutriční zpravodaj. *Může klíčení snížit obsah fytátů a zlepšit nutriční složení*

a biologickou přístupnost živin v obilovinách a luštěninách? Anglie: Wiley. ISSN 2048-7177

- [26] DŽUGAN, Małgorzata; KIJOWSKA, Klaudia; SANECKI, Pzemyslaw T; RAWSKI, Rafal I, 2018. Chemické dokumenty. *Průkaz proteáz v naklíčených semenech a jejich využití pro trávení živočišných bílkovin*. Švýcarsko: Springer int publ ag. ISSN 0366-6352
- [27] HUANG, Manting; SU, Yuting; WANG, Mingfu; XIAO, Jianbo; XU, Hui; ZHOU, Quian, 2024. Kritické recenze v oblasti potravinářství a výživy. *Výživový profil semen a klíčků chia: přizpůsobení postupů klíčení pro zvýšení prospěšnosti pro zdraví - komplexní přehled*. Filadelfie: Taylor & Francis inc. ISSN 1040-8398
- [28] AL-ASMARI, Fahad; AYUB, Hudda; MAJEED, Iqra; RAHIM, Muhammad, Abdul; RASUL, Hamad; SEHRISH, Aqeela; ZONGO, Eliasse. 2023. Mezinárodní časopis o vlastnostech potravin. *Přehled různých metod extrakce a detekce biofunkčních složek z mikrozelenin: potravinářské aplikace a zdravotní vlastnosti*. Filadelfie: Taylor & Francis inc. 1094-2912
- [29] BARTHOLOMEW SAANU, Adelek; OLUBUKOLA OLURANTI, Babalola, 2020. Potravinářská věda a výživa. *Slunečnice roční (Helianthus annuus) jako zdroj potravin: Výživové a zdravotní přínosy*. Jihoafrická republika: Wiley. ISSN 2048-7177
- [30] AIRD, H; de PINNA, E; ELVISS, N; FOX, A; JORGENSEN, F; KAYE, M; LANE, C; MCLAUCHLIN, J; SADLER-REEVES, L; WILLIS, C, 2016. Časopis aplikované mikrobiologie. *Výskyt salmonel v syrových a k jídlu připravených fazolových klíčcích a naklíčených semenech v maloobchodním prodeji v Anglii a Severním Irsku*. Anglie: OXFORD UNIV PRESS. ISSN 0266-8254
- [31] DI GIOIA, F; FERREIRA, ICFR; PETROPOULOS, SA; ROSSKOPF, EN, 2024. III Mezinárodní sympozium o bezorebných kulturách a hydroponii: inovace a pokročilé technologie pro okružní zahradnictví. *Mikrozelenina: od módní zeleniny k funkční potravine a potenciálnímu zdroji nutriční bezpečnosti*. Belgie: INT soc zahradnické vědy. ISSN 0567-7572
- [32] BADULESCU, Liliana; DELIAN, Elena; CHIRA, Adrian; CHIRA, Lenuta, 2015. Vědecké články – řada B – zahradnictví. *Poznatky o fyziologii mikrozeleniny*. Rumunsko: Univ agronomických věd a veterinární lékařství Bukurešť. ISSN 2285-5653

- [33] NOWICKA, Paulina; TKACZ, Karolína; TURKIEWICZ, Igor Piotr; WOJDYLO, Aneta, 2020. Molekuly. *Klíčky vs. mikrozelenina jako nové funkční potraviny: Varianty výživových a fytochemických profilů a jejich bioaktivních vlastností in vitro*. Švýcarsko: MDPI. ISSN 1420-3049
- [34] PARUK, A; TERLIKOWSKA, K.M; WITKOWSKA, A.M; ZUJKO, K; ZUJKO, M.E, 2016. Pokrok ve zdravotnických vědách. *Klíčky jako potenciální zdroje antioxidantů v lidské výživě*. Polsko: Lékařská univerzita v Białymstoku. ISSN 2083-6260
- [35] PINTADO GARCIA, Concepción; MATA LLANA GONZALEZ, Ma Cruz; TORIJA ISASA, Esperanza, 2020. Klinická výživa a nemocniční dietetika. *Zájem o klíčky a jejich potravinová bezpečnost*. Španělsko: Soc espanola dietetica & ciencias alimentacion-sedca. ISSN 0211-6057
- [36] JABLONSKÝ IVAN, 2004. Česká zahrada. *Pěstujeme klíčky osivo a výhonky*. Praha: Grada. ISBN 80-247-1114-1
- [37] GALCHUS, Rita, 2014 *Domácí klíčky: podrobný návod k domácímu nakličování po celý rok: luštěniny, obiloviny, výhonky, osení a další*. Praha: Slovart, 2014. ISBN 978-80-7391-8729
- [38] KUMAR, Satština; KUMAR, Vikas; SAINI, Rajni; SHARMA, Deepika; SHARMA, Rakesh; SHARMA, Shweta; SHREE, Bharti, 2022. Mezinárodní výzkum potravin. *Zeleninová mikrozelenina: Jejich genetické vylepšení, zdravotní přínosy a způsoby zpracování*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 0963-9969
- [39] FEFER, Michae; FELLNER, Andreas; HAMMINGER, Christoph; LIU, Jun; PLAETZER, Kristjan, 2020. Fotonika. *K mikrobiální bezpečnosti potravin z klíčků: Fotodynamická dekontaminace semen*. Švýcarsko: MDPI. ISSN 2304-6732
- [40] ALOO, Simon Okomo; KILONZI, Sheila M; OFOSU, Fred Kwame; OH, Deog Hwan; SHABBIR, Umair, 2021. Živiny. *Klíčky jedlých rostlin: Přínosy pro zdraví, trendy a příležitosti pro nový výzkum*. Švýcarsko: MDPI. ISSN 2072-6643
- [41] ASCACIO-VALDÉS, Juan A; ESPARZA-GONZÁLEZ, Sandra Cecilia; FLORES, Sendar Nery; FLORES-GALLEGOS, Adriana C; GARCÍA, Stephany Nefertari Chavez; RODRÍGUEZ-HERRERA, Raul; SILVA-BELMARES, Sonia Yesenia, 2023. Chemie potravin: molekulární vědy. *Klíčky jako nosiče probiotik: Nový trend pro zlepšení výživy spotřebitelů*. Nizozemsko: Elsevier. ISSN 2666-5662

- [42] CANLI, Merve; CELIK, Ecem Evrim; GOKMEN, Vural; KANMAZ, Evrim Ozkaynak; KOCADAGLI, Tolgahan, 2021. Časopis zemědělské a potravinářské chemie. *Tvorba bioaktivních derivátů tyrosinu při klíčení a fermentaci vybraných celých zrn*. Washington: AMER CHEMICAL SOC. ISSN 0021-8561
- [43] MARREZ, Daa A; AYESH, Ahmed M, 2022. Egyptský časopis chemie. *Mykotoxiny: hrozba pro bezpečnost potravin*. Egypt: National Information & Documentation Centre-NIDOC. ISSN 0449-2285
- [44] BARANIAK, Barbara; GAWLIK-DZIKI, Urszula; SWIECA, Michal, 2013. Chemie jídla. *In vitro stravitelnost a obsah škrobu, předpokládaný glykemický index a potenciální antidiabetický účinek in vitro klíčků čočky získaných různými technikami klíčení*. Anglie: Elsevier. ISSN 0308-8146
- [45] ALRAYESS, Zeina; DEBS, Esperance; FRANCIS, Helga; KOUBAA, Mohamed; LOUKA, Nicolas; MAROUN, Richard G, 2023. Jídlo. *Využití klíčků jako funkční potraviny. Optimalizace klíčení semen pšenice (Triticum aestivum L.), vojtěšky (Medicago sativa L.) a ředkve (Raphanus sativus L.) na základě jejich nutričního obsahu* Vývoj. Švýcarsko: MDPI. ISSN 2304-8158
- [46] KARIM, Roselina; RAZIS, Ahmad Faizal Abdull; ZAINI, Nur Syamimi; ZAWAWI, Norhasnida, 2023. Molekuly. *Využití nutričních a polyfenolických látek v nedostatečně využívaných rostlinných semenech pro zdravotní účely*. Švýcarsko: MDPI. ISSN 1420-3049
- [47] MICHIGAN, Gil, 2019. VI Mezinárodní konference postharvest unlimited. *Posklizňový výzkum a důsledky pro průmysl*. Belgie. INT soc horticultural science. ISSN 0567-7572
- [48] CUEVAS-RODRÍGUEZ, E. O; DOMÍNGUEZ-ARISPURO, D. M; GUTIÉRREZ-DORADO, R; LEÓN-LÓPEZ, L; MILÁN-CARRILLO, J; REYES-MORENO, C, 2016. Časopis potravinářské vědy a technologie – mysore. *Optimální podmínky klíčení ovlivňují antioxidační aktivitu a profil fenolických kyselin v pigmentovaných semenech cizrny desi (Cicer arietinum L.)*. Indie: SPRINGER INDIE. ISSN 0022-1155

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Porovnání klíčků a microgreens	27
--	----

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FAOSTAT	Organizace OSN pro výživu a zemědělství
GABA	Kyselina gama aminomáselná
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
LDL	Low density lipoprotein
CRP	C-reaktivní protein
HUS	Hemolyticko-uremického syndrom
Ψ	Vodní potenciál
GAP	Dobrá zemědělská praxe