SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

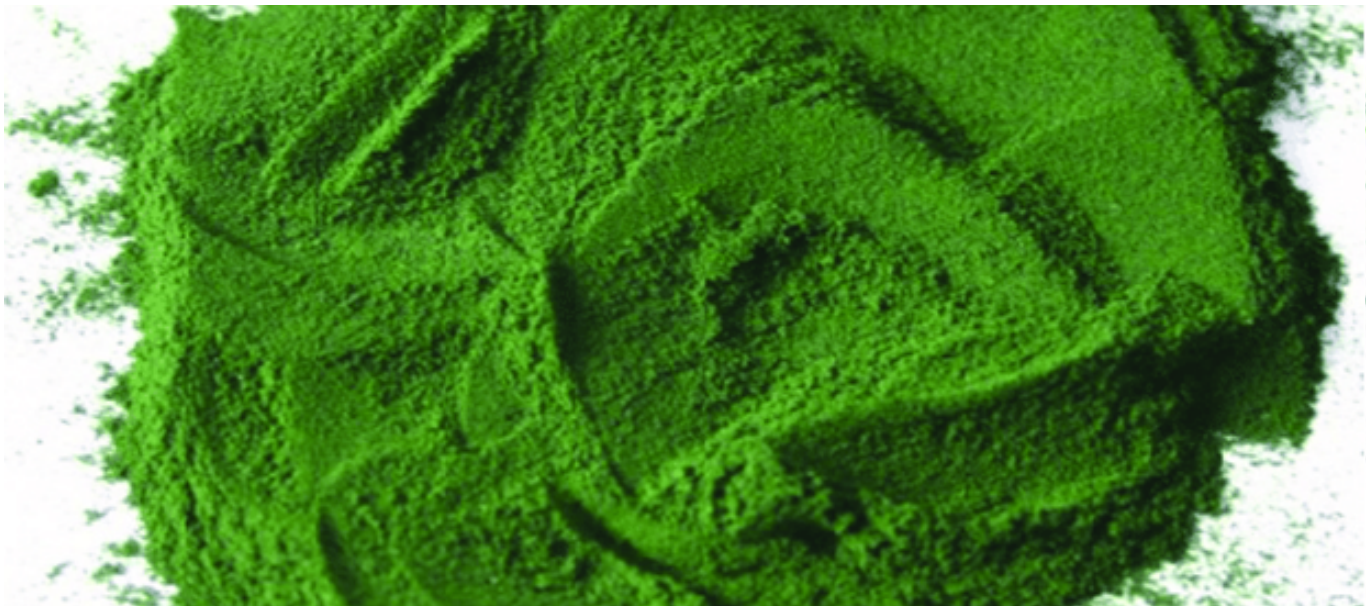
WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



Mikroorganizmy – jedlo budúcnosti?

Publikované 11. decembra 2018

Jakub Mutňanský, Lukáš Hleba

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva

Úvod

Svetová populácia ľudí sa za posledných šesť dekád zvýšila až o 250 %, z pôvodných 2,6 na 7 miliárd a očakáva sa, že ak bude rast naďalej pokračovať rovnakou mierou, populácia dosiahne do roku 2042 až 9 miliárd obyvateľov. Z rastúceho globálneho tlaku obyvateľstva vyvstávajú problémy spojené so zvýšeným dopytom potravín. Ľudstvo v budúcnosti nebude môcť byť úplne závislé len od poľnohospodárstva, chovu zvierat alebo rybolovu. Aj keď poľnohospodársky priemysel vo väčšine vyspelých krajín posilnil, niektoré z nich však stále čelia problémom, ako je hlad, podvýživa a choroby súvisiace s nedostatkom potravín.



Obr. 1: Pestovanie rias

Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) odhaduje, že v mnohých rozvojových krajinách je v súčasnosti hladovanie a podvýživa bežným problémom, v dôsledku ktorého stráca život až 12 miliónov ľudí ročne. Preto je potrebné preskúmať a vyvinúť alternatívne zdroje potravín pre udržanie a zásobenie rozširujúcej sa ľudskej populácie.

Single cell proteín

Mikroorganizmy predstavujú modernú perspektívnu možnosť produkcie kvalitných potravinových zdrojov formou Singlle cell poteinu (SCP) – surovina s vysokým obsahom bielkovín, obsahujúcim všetky esenciálne aminokyseliny, získaná prostredníctvom mikroorganizmov. Termín SCP predstavuje mikrobiálne bunky obsahujúce množstvo bielkovín, ktoré sa kultivujú vo veľkom meradle. Následne sa zozbierajú a ďalej sa využívajú či už v potravinových výživových doplnkoch pre ľudskú spotrebu alebo vo výkrme zvierat. Mikrobiálne bielkoviny existujú vo forme sušených buniek rôznych druhov mikroogranizmov, ktoré sa vyrábajú kultiváciou vo veľkoobjemových zariadeniach z rôznych surovín (ktorými sú častokrát aj odpadové produkty). Obsah bielkovín sa pohybuje v rozmedzí 30 – 85 %, v závislosti od druhu mikroorganizmu. V niektorých prípadoch je takáto biomasa zdrojom mnohých ďalších nutrične významných látok, ako napríklad vitamínov, minerálnych látok a pod.

Tabuľka 1 Priemerné hodnoty rôznych skupín mikroorganizmov (%) (Bajpai, 2017)

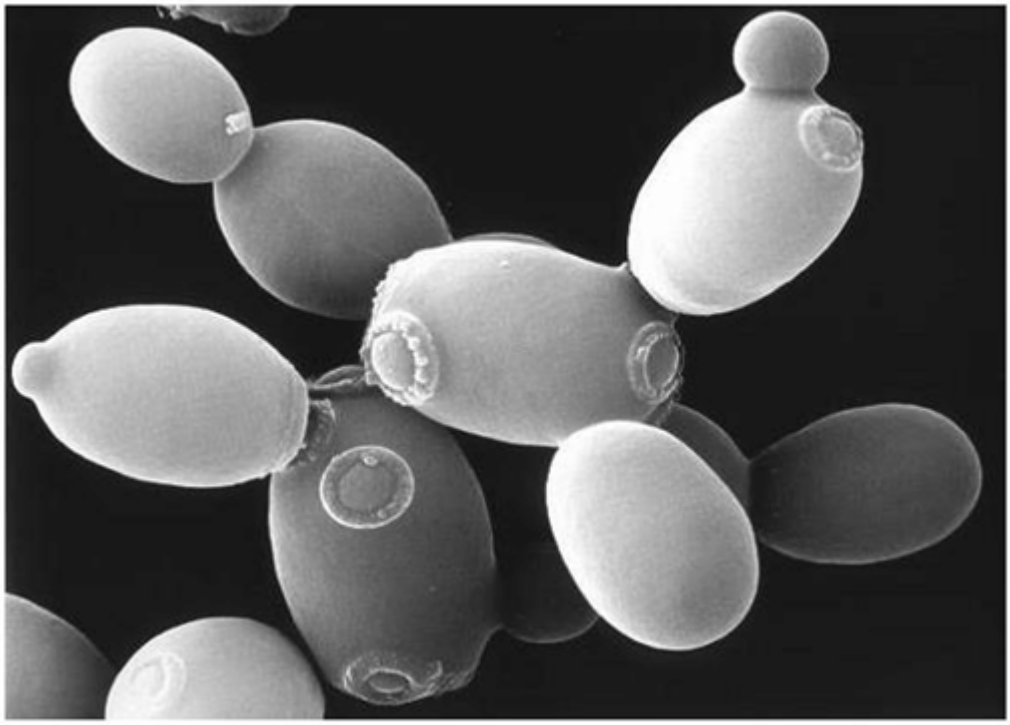
	Huby	**Riasy**	**Kvasinky**	**Baktérie**
Bielkoviny	30 – 45	40 – 60	45 – 55	50 – 65
Tuky	2 – 8	7 – 20	2 – 6	1 – 3
Nukleové kyseliny	7 – 10	3 – 8	6 – 12	8 – 12

Označenie „Single cell protein“ prvýkrát použil Carol L. Wilson v roku 1966, no napriek tomu SCP stále naberá na význame a je viac a viac aktuálny.

Na produkciu mikrobiálnej biomasy sa používajú rozličné mikroorganizmy ako baktérie (*Cellulomonas, Alcaligenes*), kvasinky (*Candida, Saccharomyces*), huby (*Trichoderma, Fusarium, Rhizopus*) a riasy (*Spirulina, Chlorella*). Vhodná voľba mikroorganizmov závisí od mnohých kritérií, ako sú napríklad rýchlosť rastu mikróbov alebo širšie spektrum materiálov, ktoré dokáže daný mikroorganizmus využiť pre svoj rast. Ďalšiím faktorom môžu byť nutričné kritériá (energetická hodnota, obsah bielkovín, vyváženosť aminokyselín) a technické kritériá (požiadavky na priemyselnú výrobu). Organizmy použité pre výrobu SCP musia mať nasledovné základné vlastnosti:

- použiteľné ako potravina a krmovina,
- dobré nutričné hodnoty,
- nesmú byť patogénne pre ľudí, rastliny ani zvieratá,
- nesmú obsahovať toxické zložky,
- nízke výrobné náklady.

Kvasinky boli prvými mikroorganizmami, ktorých význam ako doplnok krmív pre zvieratá bol uznaný už pred storočím. Počas prvej svetovej vojny Nemecko nahradilo polovicu dovezených bielkovinových zdrojov kvasinkami.



Obr. 2: Kvasinka *Saccharomyces cerevisiae*

Pivovarské kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*) sa pre ľudskú spotrebu predávajú už dlhé roky v produktoch kvasinkových extraktov ako sú Marmite®, Cenovis® , Vitam-R®, ktoré poskytujú okrem bielkovín aj dobrý zdroj vitamínov skupiny B.

„Pruteen“, produkovaný baktériami *Methylophilus methylotrophus* krmenými metanolom, bol prvý komerčný single cell proteín používaný ako prísada do krmiva pre zvieratá.

Proces nazvaný „Pekilo“ bol vyvinutý vo Fínsku na výrobu SCP ako krmivo pre zvieratá z cukrov prítomných v siričitanovej kvapaline z odpadov produkovaných papierňami. Ako produkčný

mikroorganizmus bola použitá vláknitá huba *Paecilomyces varioti*.



Obr. 3: Pestovanie rias v bioreaktoroch

Mikroorganizmy sú bežnou súčasťou potravín

Mikroorganizmy využívané v potravinárstve sú neoddeliteľnou súčasťou veľkého množstva výrobkov, ktoré by bez ich prítomnosti neexistovali. Človek ich konzumuje ako súčasť potravín už od pradávna. Kvasené nápoje, v ktorých sa nachádza množstvo mikroorganizmov, najmä kvasiniek, boli známe už pred viac ako 6 000 rokmi.

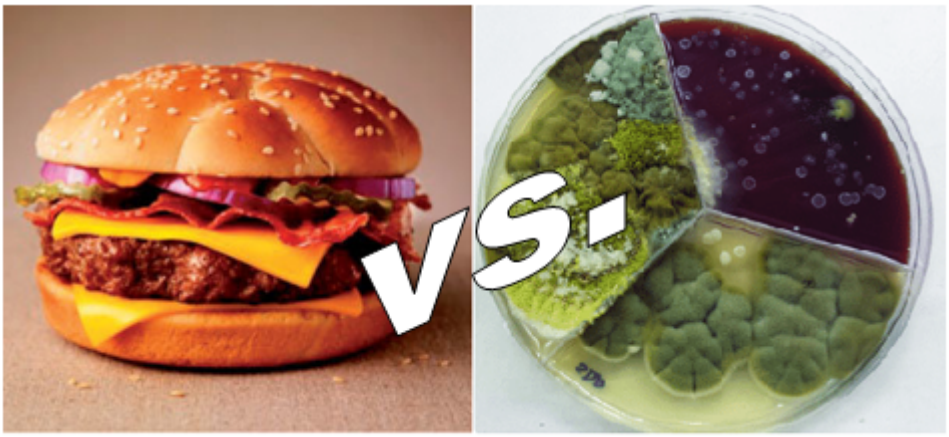
Mliečne baktérie sa používajú ako štartovacie kultúry pri výrobe širokej škály mliečnych výrobkov. Najvýznamnejšia kvasinka *Saccahromyces cerevisiae* nachádza uplatnenie pri výrobe piva, vína a pekárenských výrobkov. Niektoré druhy húb rodu *Penicillium* sa využívajú ako ušľachtilá pleseň pri výrobe plesňových syrov. Mikroorganizmy sa podieľajú na vytváraní konzistencie, typickej chuti a arómy výrobkov, môžu tiež zabraňovať kontaminácii potravín nežiaducou milkroflórou.

Výhody Single cell proteínu

V mnohých krajinách sa používanie mikroorganizmov alebo biomasy mikroorganizmov ako výživový doplnok stravy stretlo so skepticizmom ľudí kvôli určitým pschychologickým bariéram. V budúcnosti však aj v týchto krajinách bude mikrobiálna biomasa zohrávať dôležitú úlohu prinajmenšom prostredníctvom krmovín s prídavkom SCP pre hospodárske zvieratá, ktoré budú následne spracované a konzumované ako bežné potraviny. Produkcia mikrobiálnej biomasy vo veľkom meradle ako Single cell protein má nasledujúce výhody:

1. Mikroorganizmy sa vyznačujú rýchlym rozmnožovaním. V prípade kvasiniek sa mikrobiálna hmota pri vhodných podmienkach zdvojnásobí približne za dve hodiny.
2. Mikroorganizmy majú vysoký obsah bielkovín. Obsah proteínov môže byť v niektorých prípadoch až 85 %. Pre porovnanie, najvýznamnejší producent bielkovín z rastlinnej ríše – sója, dosahuje v priemere hodnoty na úrovni 35 – 45 %. Obsah bielkovín v mäse je taktiež okolo 45

%.



Obr. 4: Hamburger versus mikroorganizmy

1. Mikroorganizmy môžu využívať rôzne zdroje uhlíka ako hlavný zdroj energie. Dokážu spracovať širokú škálu substrátov, ako napríklad poľnohospodárske, priemyselné odpady, metán a pod. čo taktiež vedie k odstraňovaniu environmentálneho znečistenia.
2. Mikrobiálne kmene s vysokým výťažkom SCP a výhodným zložením môžu byť vyrábané vo veľkom množstve v laboratórnych podmienkach. Pre demonštráciu – bolo vypočítané, že 45 kg kvasiniek je schopných v priebehu 24 hodín vyprodukovať až 250 ton bielkovín. Riasy pestované v rybníku dokážu produkovať 50 ton bielkovín (sušenej váhy) za rok na hektár.
3. Výroba mikrobiálnej biomasy ako SCP je nezávislá od sezónnych a klimatických zmien. Vo veľkej mierke môže byť sústredená vo výrobných halách, v ktorých bude zabezpečené optimálne prostredie pre produkciu SCP počas celého roka.

Nevýhody Single cell proteínu

Na druhej strane oponuje aj rada nevýhod pri používaní mikroorganizmov alebo mikrobiálnej biomasy ako výživového doplnku:

1. Mnohé typy mikroorganizmov produkujú látky, ktoré môžu byť toxické pre človeka ako aj pre zvieratá. Preto musí byť zabezpečená prísna kontrola, že vyrobená mikrobiálna biomasa neobsahuje žiadnu z týchto toxických látok;
2. V niektorých prípadoch, ak sa mikrobiálna biomasa používa ako potravinový doplnok stravy, môže dochádzať k poruchám trávenia;
3. V niektorých prípadoch, ak sa mikrobiálna biomasa používa ako potravinový doplnok stravy, môže dochádzať u ľudí k alergickým reakciám;
4. Vysoký obsah nukleových kyselín v niektorých mikrobiálnych bunkách je taktiež nežiadúci pre ľudskú spotrebu. Niekedy táto skutočnosť môže viesť k tvorbe obličkových kameňov alebo vyvolať dnu;
5. Vysoký obsah nukleových kyselín môže viesť k zlej stráviteľnosti, gastrointestinálnym problémom a k niektorým kožným reakciám;
6. Možná prítomnosť toxínov alebo karcinogénnych látok môže viesť k niektorým vážnym zdravotným problémom u ľudí ako aj u zvierat;
7. Produkcia SCP je zatiaľ veľmi drahá záležitosť, pretože si vyžaduje vysokú úroveň kontroly sterility vo výrobných zariadeniach alebo v laboratóriách.

Záver

Single cell protein ako mikrobiálny proteín sa môže stať udržateľným zdrojom bielkovín, ktorý spĺňa požiadavky potravinového doplnku pre ľudí a zvieratá. Existujú určité riziká, akým je prítomnosť vysokého množstva nukleových kyselín v niektorých mikroorganizmoch, ktoré sú nevhodné pre ľudskú spotrebu, no tento problém sa dá vyriešiť oddelením a odstránením nukleových kyselín z biomasy. Na druhej strane, význam mikroorganizmov ako dôležitého zdroja výživy a ich schopnosti úspešne spracovávať odpadové materiály a produkovať veľké množstvo kvalitných bielkovín môže byť v blízkej budúcnosti kľúčovým krokom pre zachovanie ľudstva.

Teraz je už len na každom z nás, či vložíme dôveru do rúk týmto miniatúrnym organizmom, aby sa stali súčasťou nášho každodenného jedálnička.

Použitá literatúra

BAJPAI, Pratima. 2017. Microorganisms Used for Single-Cell Protein Production. In *Single Cell Protein Production from Lignocellulosic Biomass*. Springer, Singapore, pp. 21-30. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-5873-8_4

NASSERI, A. T., 2011. et al. Single cell protein: production and process. In *American Journal of food technology*, vol. 6, no. 2, pp. 103 – 116. **DOI:** http://dx.doi.org/10.3923/ajft.2011.103.116

RITALA, Anneli, et al. 2017. Single cell protein—state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001–2016. In *Frontiers in microbiology*, vol. 8, 18 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2017.02009

SUMAN, Gour, et al. 2015. Single cell protein production: a review. In *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 4, no. 9, pp. 251 – 262. ISSN: 2319-7706

UPADHYAYA, SUMAN, et al. 2016. Microbial protein: a valuable component for future food security. In *Microbes and Environmental Management. Studium Press, New Delhi*, pp. 259 – 279. DOI: http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1775.8801

Použité obrázky

SIMANJUNTAK, Sorta Basar Ida; WIBOWO, Eko Setio; INDARMAWAN, Indarmawan. Stimulation of Deprivation Cycles with Spirulina platensis Feed Supplementation on Osphronemus gouramy Physiological Responses. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 2016, 8.3: 377-384.

Obr. 1: THORNTON, Anthony; WEINHART, Thomas; BOKHOVE, Onno. Modeling and optimization of algae growth. 2010.

Obr. 2: AREF, Rasha. Comparative analysis of repressor interaction with pleiotropic corepressors Sin3 and Cyc8 in the yeast Saccharomyces cerevisiae. 2014.

Obr. 3: BHATERIA, Rachna; DHAKA, Renu. Algae as biofuel. *Biofuels*, 2014, 5.6: 607-631.

Obr. 4 (upravené podľa): BARAC, Aleksandra, et al. Fungi-Induced Upper and Lower Respiratory Tract Allergic Diseases: One Entity. *Frontiers in microbiology*, 2018, 9: 583.

MANNO III, Francis AM, et al. Health risk communication message comprehension is influenced by image inclusion. *Journal of visual communication in medicine*, 2018, 41.4: 157-165.