



PROGRAM
RAZVOJA
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

GOJENJE IN PREDELAVA SPIRULINE NA KMETIJAH



modrozelena 

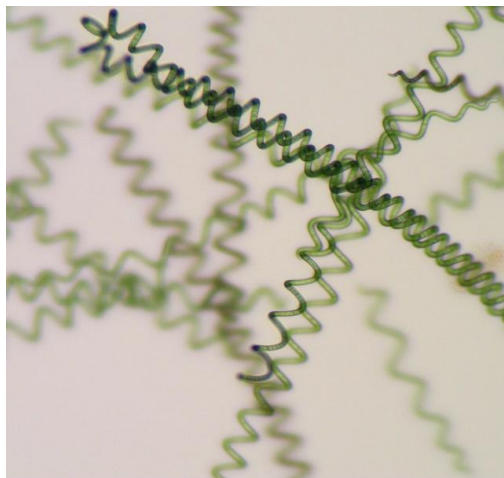


Kazalo

• Ali je spirulina mikroalga?	3
• Zakaj jo gojiti doma?	3
• Kaj potrebujemo za gojenje spiruline?	4
• Posoda	4
• Vir svetlobe	5
• Vir ogljika	5
• Hranilni medij?	6
• V kakšnih pogojih uspeva spirulina?	7
• Izzivi gojenja spiruline	7
• Kje dobiti začetno kulturo spiruline?	8
• Dnevna oskrba in spremljanje	9
• Žetev spiruline in priprava za uporabo	9
• Kratek pregled njenih koristi	10
• Priloge	
• Tabela za odpravljanje težav DSS	11

Ali je spirulina mikroalga?

Alge so izvorno zelo raznolika skupina organizmov. Izraz »alge« se uporablja podobno kot izrazi *drevesa*, *grmičevje* ali *zelišča* – kot splošna oznaka za organizme, ne glede na njihovo natančno sorodstveno povezanost. V najširšem pomenu zajema vse vodne fotosintezne organizme, ki nimajo listov, stebela in korenin ter iz vode in ogljikovega dioksida ob prisotnosti svetlobe tvorijo sladkor, pri čemer se sprošča kisik.



V morjih ali jezerih in rekah lahko s prostim očesom opazujemo tudi več metrov velike makroalge, ki so prosto plavajoče ali pritrjene na dno. Mikroalge so mikroskopski organizmi iz ene ali nekaj celic, lahko tudi oblikovane v nitke, ki vodo obarvajo zeleno. Kljub temu da je spirulina cianobakterija jo uvrščamo med mikroalge.

Spirulina – Arthrospira - Limnospira

Okrog 1970 so še pred molekulskimi metodami uredili taxonomijo *Sprulina platensis* saj so ugotovili, da ni v sorodu z drugimi vrstami iz rodu *Spirulina* in so jo zato uvrstili v rod *Arthrospira*. Kljub temu se je komercialno ime *Spirulina* ohranilo za vrsti *Artrospira platensis* in *Arthrospira maxima*. V 2019 so ponovno preuredili taxonomijo z uporabo modernih molekulskih metod in *Spirulino* preimenovali v *Limnospira platensis* in *Limnospira maxima*.

Zakaj jo gojiti doma?

Spirulina ima status, tradicionalnega z beljakovinami, vitamini in minerali bogatega živila. Iz zapisov lahko preberemo, da so se z njo prehranjevali Azteki ob jezeru Texcoco v Mehiki med 14. in 17. stoletjem, opisana je bila že leta 1521.

Ker je večina spiruline pridelana zunaj EU, želimo lasten pridelek s kontrolirano kvaliteto, torej varno in okusno. Na ta način dobimo tudi dostop do sveže spiruline, ki je sicer na trgu ni.

Gojenje spiruline je ob upoštevanju določenih standardov možno tudi doma v manjših posodah ali v manjših bazenih. Ko pridobimo dovolj izkušenj z gojenjem alg, se lahko lotimo tudi pridelave v večjih bazenih. Tako si lahko zagotovimo visok donos kakovostne in sveže spiruline ne samo za družino in najbližje ampak tudi za trg, kar je lahko zanimiv dodatni zaslužek.

Kaj potrebujemo za gojenje spiruline?

Ker je spirulina fotosintezni organizem, potrebujemo poleg posode z veliko površino, vir svetlobe, najraje sončne, lahko jo gojimo tudi pod umetno razsvetlavo in vir hranil ter CO₂.

Posoda

Lahko jo gojimo v manjših posodah pod lučjo, vendar bo količina pridelka premajhna za enostavno žetev. Če želimo pridelati dovolj produkta za vsakodnevno žetev, moramo razmisliti o posodi z vsaj štirideset litri prostornine. Proizvodnja v optimalnih razmerah lahko preseže 1 g/L/dan (suhe teže - ST) torej v taki posodi lahko pridelamo 40 g spiruline (ST) kar je pri dvajset odstotni vlagi 200 g svežega produkta na dan.



Kaj potrebujemo za gojenje spiruline?

Če želimo spirulino gojiti na soncu moramo izbrati večji ovalni bazen. Proizvodnja spiruline je na tak način nekoliko nižja - 1 g/m²/dan (suhe teže) seveda pa se izognemo stroškom električne energije za osvetlitev, ki lahko pri velikih površinah nesorazmerno narastejo.

Vir svetlobe

Če želimo spirulino gojiti na soncu moramo izbrati večji ovalni bazen. Proizvodnja spiruline je na tak način nekoliko nižja - 1 g/m²/dan (suhe teže) seveda pa se izognemo stroškom električne energije za osvetlitev, ki lahko pri velikih površinah nesorazmerno narastejo.

Vir ogljika

Ogljik je temeljni gradnik vseh organskih molekul zato je nujen v procesu fotosinteze. Alge lahko sprejemajo ogljikov dioksid (CO₂) iz zraka, dosti bolj učinkovita pa je dostava v obliki raztopljenega natrijevega hidrogen bikarbonata (NaHCO₃).

Poleg tega spirulina potrebuje tudi vodo z alkalnim pH (~9,5–11) kar lahko dosežemo z dodajanjem natrijevega luga (NaOH) in nizko vsebnostjo kalcija, da ne pride do obarjanja karbonatov.



Kaj potrebujemo za gojenje spiruline?

Hranilni medij

Po delovanju so alge na en način zelo podobne rastlinam, zato za rast in razvoj potrebujejo mešanico mineralnih hranil. Pomembna razlika je, da so alge vodni organizmi in živijo v okolju, ki je zelo različno od prsti. V prsti simbiotski organizmi drobne živali, glive in bakterije razgrajujejo organsko snov v mineralna hranila, ki jih rastline nato raztopljene v vodi in koreninskih izločkih vsrkajo in uporabijo v presnovi. Pri spirulini pa takih simbiotov in korenin ni, zato morajo prejeti raztopljena hranila. Poleg makrohranil, ki jih lahko pridobimo v različnih mešanicah naravnih soli, ne smemo pozabiti na mikrohranila.

Element	Kemijska oblika (primer)	Vloga
Dušik (N)	Natrijev nitrat (NaNO_3) ali sečnina (urea)	Sestavni del beljakovin, encimov, pigmentov (klorofil, fikobilini)
Fosfor (P)	Kalijev dihidrogenfosfat (KH_2PO_4) ali natrijev fosfat (NaH_2PO_4)	Za energijo (ATP), membrane, nukleinske kisline
Kalij (K)	Kalijev klorid (KCl), kalijev karbonat (K_2CO_3)	Osmoregulacija, encimska aktivacija
Magnezij (Mg)	Magnezijev sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	Središče molekule klorofila, aktivacija encimov
Kalcij (Ca)	Kalcijev klorid (CaCl_2)	Stabilizacija celične stene, signalizacija
Žveplo (S)	Sulfatne oblike (npr. MgSO_4)	Del aminokislin (cistein, metionin), koencimov

Najbolj pogosto se za gojenje uporablja mešanico Zarroukov medij (standardni medij za spirulino) kjer dobimo tudi recepturo za mikroelemente (količine v sledeh) in jo glede na izkušnje različni gojitelji prilagajajo.



V kakšnih pogojih uspeva spirulina?

Spirulina potrebuje svetlobo, torej bo v okolju z več sonca tudi pridelka več. Seveda pa se soočimo z izzivom optimalne temperature, ki je pri spirulini med 25 in 35 °C. Poleti se pri polni osvetlitvi temperatura zraka v rastlinjaku povsod po Sloveniji dvigne nad 40 °C zato moramo zagotoviti primerno prezračevanje. Ob tem lahko pričakujemo, da bomo z izparevanjem, ki je mehanizem ohlajevanja, odvisno od vremenskih razmer izgubili 1-5 mm vode. Če temperature pozimi padejo pod 5 °C, moramo razmisliti o ogrevanju oziroma o praznjenju bazenov. Če imamo bazenov več je najbolje da enega vzdržujemo na minimalni temperaturi ostal pa izžanjemo in spraznimo.

Izzivi gojenja spiruline

Da bi pridelali okusno in varno spirulino se moramo soočiti z naslednjimi izzivi:

Natančni pogoji gojenja: Za optimalno rast spiruline je potrebno vzdrževati stabilno temperaturo, ustrezen pH in zadostno osvetlitev. Nepravilni pogoji lahko privedejo do zmanjšane produktivnosti ali celo propada kulture.

Obvladovanje kontaminacije: najpomembnejši zaščitni dejavnik pred kontaminacijo je visok pH. Kljub temu je potrebno redno mikroskopiranje, da se izognemo tveganju razvoja drugih vrst alg. Mikrobiološko ustreznost nadzorujemo tudi z rednimi kontrolami v akreditiranem mikrobiološkem laboratoriju (npr. NLZOH, veterinarski inštitut). Dokler je spirulina v gojitvenem mediju in pokrita v posodi ali pod rastlinjakom je precej varna, z žetvijo pa jo izpostavimo dejavnikom tveganja. Pomembno je, da so vsi nadaljnji postopki opravljeni v karseda čistem okolju s čisto opremo, pri nizkih temperaturah (<10 °C). Z uporabo insektnih mrež preprečimo dostop žuželk.

Investicijski stroški: Za doseg visoke produktivnosti in varnosti kulture so potrebne naložbe v sodobno opremo, kot so pravilno oblikovani in izdelani reaktorji ali bazeni, avtomatizirani sistemi za nadzor kvalitete gojišča in pogojev rasti in sistem za pripravo vode, avtomatiziran žetveni sistem in ustrezno napravo za ekstrudiranje in sušenje spiruline

Kje dobiti začetno kulturo spiruline?

Za vzdrževanje mikroorganizmov so najbolj usposobljene institucije, ki vzdržujejo mikrobiološke tudi alge zbirke. V Evropi obstaja več uglednih algalnih zbirk (npr. SAG v Nemčiji), ki hranijo, identificirajo in distribuira mikroalge (vključno s spirulino) za raziskave in industrijsko uporabo. Začetno (startno) kulturo lahko naročimo pri njih ali pri kaki fakulteti ali podjetju, ki se ukvarja z raziskavami in gojenjem alg.

Dnevna oskrba in spremljanje

Potem, ko izberemo ustrezno posodo, zamešamo ustrezno gojišče in vanj zlijemo začetno kulturo se začne dogajati rast spiruline. Spiruline je iz dolgih spiralnih nitk - skupkov celic. Te celice se neprestano množijo zato se spiralaste nitke daljšajo in lomijo in spet daljšajo. Gojišče postaja postopoma vedno bolj temno kar ovira prodiranje svetlobe v globino. Če želimo ohranjati intenzivno rast, moramo redno z žetvijo odstranjevati dnevni prirast spiruline. Po vsaki žetvi moramo gojišču vrniti ustrezno količino hranil in ogljika kot smo jih odvzeli z žetvijo spiruline (glej sistem za podporo odločanja).

Koncentracijo celic (optično gostoto) lahko preprosto spremljamo z uporabo Secchijevega diska, ali pa z uporabo ustreznega optični senzor. Ko je gostota alg visoka (disk izgine na -3 cm), opravimo žetev. Žanjemo toliko časa, da je disk še viden pri -5 cm.

Za merjenje pH vrednosti lahko uporabimo pH lističe z območjem meritve med 9 in 12, ali uporabimo pH meter, ki mora biti redno kalibriran. Pri običajnih razmerah pH vrednost zaradi porabe CO₂, ki se sprošča iz bikarbonata, zato jo moramo vzdrževati z dodajanjem NaHCO₃.

Celokupno koncentracijo mineralov v gojišču spremljamo z meritvijo električne prevodnosti (EC). Če se njena vrednost povečuje, svež medij pripravljamo brez dodatka NaCl. Pravtako spremljamo temperaturo, ki seveda niha med dnevom in nočjo in ustrezno uravnavamo prezračevanje.

Dnevna oskrba in spremljanje

Da bi se izognili iztrošenju in zamenjavi večjih količin gojišča, ga lahko ob vsaki žetvi del (dva odstotka na žetev) zamenjamo s svežim. Odvzeto gojišče lahko razredčimo 1:10 in uporabimo za zalivanje.

Za pomoč pri oskrbi spiruline lahko uporabljamo »Sistem za podporo odločanja« (Priloga 1)

Žetev spiruline in priprava za uporabo

Ko je spirulina dovolj gosta, opravimo žetev. Ker je spirulina iz dolgih in spiralasto zvitihi nitk, je idealna za filtriranje. Spirulino prefiltriramo na filtrirni tkanini s 25 mikronskimi okenci. Prefiltrirano gojišče vrnemo v gojitveno posodo, približno dva odstotka ga zamenjamo s svežim. Spirulino, ki ostane na filtru odnesemo v prešo in ji z blagim stiskanjem, ki traja 15 min, odstranimo preostanek gojišča. Ta del gojišča je del iztrošenega, ki ga zamenjamo. Če se iz preše cedi zelenomodra raztopina je to pokazatelj, da je stiskanje preveč agresivno.

Pogača, ki jo dobimo iz preše je sveža spirulina, in vsebuje približno dvajset odstotkov suhe snovi. Taka je že primerna za uživanje ima pa zelo kratek rok trajanja. Shranjeno v hladilniku jo lahko uživamo 3-5 dni. Za daljšo uporabo jo lahko zamrznemo. Sicer pa pogačo ekstrudiramo v špagete, ki jih posušimo v sušilnici. Špageti morajo biti dovolj tanki (2 mm) da jih pri temperaturi do 42 °C posušimo v dveh do treh urah.

Špagete zdrobimo v mrvice in jih shranimo v neprosojne metalizirane vrečke, ki ne prepuščajo kisika, lahko tudi v neprosojne steklene kozarce. Tak izdelek ima rok trajanja do 3 leta.

Kratek pregled njenih koristi (prehrana, trajnost)

Spirulina ima zelo bogato hranilno sestavo. Bogata je z beljakovinami, mineralnimi snovmi, vitamini, vsebuje esencialne maščobne kisline, prehranske vlaknine in antioksidante. Spirulina vsebuje približno 60–70 % **beljakovin** v suhi masi, kar jo uvršča med najbolj koncentrirane naravne vire rastlinskih beljakovin. Ima popoln aminokislinski profil saj vsebuje vse esencialne aminokisline, potrebne za človeško telo. Približno polovico beljakovin sestavljajo esencialne aminokisline (npr. levcin, izolevcin, lizin, metionin). Beljakovine v spirulini imajo visoko biološko vrednost, kar pomeni, da jih telo učinkovito izkorišča. Primerljive so s kakovostjo beljakovin iz jajc in mleka. Spirulina vsebuje približno 5–10 % **lipidov** glede na suho maso. Čeprav so lipidi količinsko manj zastopani kot beljakovine, predstavljajo pomemben vir bioaktivnih spojin, zlasti večkrat **nenasičenih maščobnih kislin** (PUFA). Gama-linolenska kislina (GLA) je najpomembnejša maščobna kislina v spirulini saj ima dokazano protivnetno delovanje. Vsebnost GLA v spirulini znaša 1–2 % suhe mase, kar je med najvišjimi naravnimi vrednostmi v hrani neživalskega izvora. Vsebnost maščob se lahko glede na gojitvene pogoje precej razlikuje zato je pomembno, da je gojena v kontroliranem okolju.

Ogljikovih hidratov je do 20% in so počasi prebavljivi, kar pomeni, da spirulina ne povzroča nenadnih porastov krvnega sladkorja.

Vsebuje visoke ravni **vitaminov B** kompleksa, psevdovitamin B12 ni biorazpoložljiv za človeka, vitamin A in vitamin E . Poleg bogate vsebnosti kalija, kalcija, magnezija, in drugih **mineralov**, je eden najboljših neživalskih virov železa z visoko biorazpoložljivostjo.

Spirulina nima celične stene iz celuloze, kar omogoča lahko prebavljivost in hitro absorpcijo beljakovin, zato je zelo primerna tudi za posameznike z oslabljenim prebavnim sistemom.

SISTEM za PODPORO ODLOČANJA

za gojenje spiruline

1. korak: določi spremenljivke, ki jih je v bazenu preprosto meriti

	nizko	optimalno	visoko	kritično
T [°C]	< 10	20–35	> 38	> 40
pH	< 9,5	9,8–10,8	> 11	> 12
EC [mS cm ⁻¹]	< 8	10–25	> 30	
NO ₃ -N [mg L ⁻¹]	< 100	300–500	> 600	
OD	< 0.5	1.5–2	> 2.5	< 0.5

Ali so vse spremenljivke v optimalnem območju?

2a korak : vzdrževanje kulture

- Vsakodnevno dodajanje hranila na 100g požete spiruline (ST) = 200 g mešanice B + 16 g mešanice A oziroma v tem razmerju
- Vir ogljika - vsakodnevno na 100g požete spiruline (ST) = 250 g NaHCO₃
- Žetev OD 2 ~ (Secchi disc -3 cm) do OD~0.8-1 (Secchi disc -6 cm)
- Urnvananje pH=10,5
- Vzdrževanje ostalih spremenljivk v optimalnem območju

2b korak : Aktivnosti za remediacijo kulture

		Spremenljivke											
		T (°C)				pH		EC (mS cm ⁻¹)		NO ₃ -N (mg L ⁻¹)		OD	
Aktivnosti		< 1	< 20	> 35	> 38	< 9,5	> 10,5	< 15	> 20	< 200	> 500	< 0.3	> 0.7
dodajanje hranil	več									X			
	manj		X	X							X		
žetev	več				X								
	manj		X										X
dodajanje NaHCO ₃	več						X					X	
	stop					X							
temperatur	začni dogrevati	X											
	začni ohlajati				X								
jakost osvetljevanja	senčenje											X	
	polna osvetljenost												X
zamenjava rastnega medija	2%							X					
	4%								X				

Ali so vse spremenljivke v optimalnem območju

je NO₃-N še vedno previsok(> 5000 mg L⁻¹)?

3. korak: požeti del kulture, zamenjati del gojitvenega medija s svežo vodo, ne dodajati hranil, dokler se kultura ne stabilizira

Je OD dovolj visoka (> 1,5)?

4. korak : požeti vso kulturo in jo shraniti za inokulum, pripraviti nov hranilni medij in ga inokulirati



PROGRAM
RAZVOJA
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

Vsebino gradiva je pripravilo podjetje AlgEn, center za algne tehnologije, d.o.o ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) kot pristojni organ za upravljanja in izvajanje pomoči iz ESKRP

projekt EIP Modrozelená: Spirulina, superživilo s slovenskih kmetij

modrozelená

Partnerji



BF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Biotehniška fakulteta

Oddelek za agronomijo



Kmetija Resman

Kmetija Mahne

Kmetija Rudolf



Kmetija Studen

Uredila: Liza Zavrl in Borut Lazar

Obveščamo vas, da se projekt **EIP Modrozeleni: Spirulina, superživilo s slovenskih kmetij** zaključuje 11. maja 2025. S sofinancerjem *Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014–2020* je deset projektnih članov v sklopu projekta uvedlo **ново kmetijsko dejavnost**: gojenje mikroalge spirulina za prehrano.

Mikroalga gojitvena tehnologija omogoča kmetijam pridelavo novega kakovostnega produkta in **dodatni zaslužek**. To velja tudi za kmetije, ki se ukvarjajo z dopolnilno dejavnostjo, in lahko spirulino vključijo v prehranske izdelke s povišano tržno vrednostjo.

Kmetijske pridelovalce in predelovalce spiruline vabimo, da se pridružijo **mreži Modrozeleni**, ki omogoča povezovanje in lažji nastop na trgu pod **blagovno znamko** Modrozeleni, ki potrošnikom zagotavlja **varen in kakovosten produkt**.

Pridelava spiruline

Poleg obstoječe farme spiruline EKO Janez (Kranj) smo postavili dve **demonstracijski farmi**:

- kmetija Studen (Šmarje pri Ajdovščini)
- kmetija Rudolf (Veržej pri Ljutomeru)

Farmi omogočata **ogled pridelovane tehnologije** in **usposabljanje** novih pridelovalcev spiruline tudi po zaključku projekta.

Pri EKO Janez smo postavili **avtomatski žetveni sistem**, ki:

- skrajša čas žetve,
- razbremeni pridelovalca,
- pomembno izboljša kakovost produkta.



Avtomatiziran merilni sistem na Centru algnih tehnologij (CAT) Biotehniške fakultete v Ljubljani, ki

- stalno spremlja dejavnike rasti,
- omogoča sprotno spremljanje ključnih kontrolnih parametrov za zagotavljanje varnosti in kakovosti produkta,
- omogoča višjo kakovost raziskovalnega in pedagoškega dela.



Optimizacija učinkovitosti gojitvene tehnologije na slovenske pridelovalne razmere

Z natančno pripravo in spremljanjem stanja gojišča smo dosegli optimalno dnevno prirast spiruline:

- v poletnem obdobju več kot 10 g suhe snovi dnevno na m²
- v jesenskem in pomladanskem obdobju med 6 in 8 g dnevno na m²
- v zimskih mesecih okrog 2 g suhe snovi dnevno na m²

Prav tako smo z izračuni in opazovanjem določili natančno količino dohranjevanja kulture, v različnih letnih časih.

V manj ugodnih obdobjih smo uporabili:

- umetno razsvetlavo, ki je sicer manj ekonomična, omogoča pa preživetje kulture in stalno zagotavljanje manjše količine produkta,
- toploto iz kompostnega kupa s čimer smo uspeli zagotoviti temperaturo vode bazena v območju 15–18°C.

Nizko produkcijo v zimskih mesecih lahko dodatno oteži sluzenje kulture (EPS - zunajcelične polisaharidne snovi), ki oteži žetev. Preučevali smo tehnične rešitve za omilitev težav, pa tudi kriterije za ekonomsko smiselen odlog žetve do pomladi. Na tem področju bodo potrebne dodatne raziskave.



Na osnovi rezultatov poskusov smo pripravili **sistem za podporo odločanja (DSS)**, ki je pripomoček za sprejemanje pridelovalnih odločitev. Prav tako smo pripravili **smernice** za pridelavo spiruline, ki vsebujejo tehnološka navodila pridelave, HACCP pridelave ter standarde kakovosti.

Razvoj izdelkov s spirulino z daljšim rokom trajanja, ki se lahko predelujejo in prodajajo na lokalnem trgu



Izdelki s spirulino

V sklopu EIP Modrozeleni smo preizkusili tudi pripraviti šest izdelkov z daljšim rokom trajanja, kjer smo jih pet pripravili za vstop na trg:

- jogurt s spirulino,
- skuta s spirulino,
- nabiralniški žepki s spirulino,
- zeleni smoothie s spirulino,
- lofilizirana proteinska ploščica s spirulino.

Preizkusili smo tudi maslo s spirulino, ki ga nismo pripravili za vstop na trg zaradi višje zahtevnosti pridelave.

Za vse izdelke smo pripravili HACCP dokument za pridelavo spiruline v izdelke s spirulino, ki so varni za človeško prehrano. Pod blagovno znamko Modrozeleni lahko pridelovalci in predelovalci z izdelki skupaj nastopijo na trgu in predstavijo širši javnosti celovite postopke od pridelave do pridelave in slovenskim potrošnikom nudijo izdelke s kakovostno spirulino.

Po pregledu prehranske vrednosti spiruline ugotavljamo, da:

- ima 15–20 % ogljikovih hidratov glede na suho maso, ki so počasi prebavljivi, kar pomeni, da užitek spiruline ne povzroča nenadnih porastov krvnega sladkorja,
- spodbuja rast koristne črevesne mikrobiote,
- ima veliko različnih vitaminov skupine B, vitamina A in E,
- je modra beljakovina fikocianin močan antioksidant,
- je eden najboljših neživalskih virov železa, ki ima visoko biorazpoložljivost in pomaga pri izboljšanju anemije.

Spirulina kot biostimulant

Na koruzi smo s praktičnim preizkusom preverili biostimulativne učinke spiruline. Ugotovili smo, da:

- ima spirulina pozitivne učinke na seme, saj izboljša razrast korenin v fazi kalitve
- ob preveliki koncentraciji spiruline na semenu se pojavi zavirajoč učinek na razrast korenin
- optimalna koncentracija spiruline na koruznem semenu je 0,5 kg SS/ha
- ob foliarnem nanosu spiruline na rastlino, nismo opazili pomembnih učinkov na razvoj rastlin



- Ob žetvi smo primerjali pridelek koruze tretirane z biostimulantom s kontrolo in ugotovili, da ni razlike v količini pridelka v kg/ha. Na podlagi poskusa sklepamo, da spirulina kot biostimulant pozitivno vpliva na razvoj rastline v fazi kalitve ter lahko pomaga pri ukoreninjenju rastlin, vendar ne vpliva neposredno na količino pridelka (potrebne bodo dodatne raziskave, tudi v neugodnih rastnih razmerah).

Ekonomska kalkulacija

Prodajna cena

- Zelo velika variabilnost ceni spiruline na trgu 23 - 350 €/kg (velik vpliv kakovosti, načina proizvodnje, porekla, ...)
- Velika ponudba spiruline iz Kitajske za B to B po zelo nizki ceni.

Ekonomičnost proizvodnje v modelu za samooskrbno proizvodnjo (do 10 m²)

- primeren za lastno samooskrbno proizvodnjo, da vemo na kakšen način je proizvedena
- ne krijejo se vsi stroški (lastno delo ne vrednotimo)
- zaradi nizke količine pridelka primerna za ljubitelje

Ekonomičnost proizvodnje v modelu za srednje veliko proizvodnjo (do 500 m²)

- primeren za tržno proizvodnjo na kmetiji, možno je doseči primeren dohodek
- ekonomičnost proizvodnje je odvisna od številnih dejavnikov: uspešnost in kakovost proizvodnje, uspešnost trženja in prodaje, dosežene cene, ...

• Vpliv pridelave spiruline na okolje in varovanje naravnih virov:

Poleg preizkusa delovanja spiruline na rastline kot biostimulant, smo preverili vpliv ostanka iztrošenega gojišča na okolje in uporabo degradiranih zemljišč za pridelavo spiruline.

Uporaba iztrošenega gojišča

Preverili smo ali bi iztrošeno gojišče lahko uporabili za namene namakanja.

Ugotovili smo, da zaradi specifične sestave:

- ima sorazmerno nizko količino nitratov,
- veliko vsebnost kalija in natrija,

za namene namakanja uporabimo 10-krat redčeno raztopino.

Visoka vsebnost kalija in natrija lahko negativno vpliva na strukturo tal, vendar bi hkrati lahko tudi pozitivno vplivala na talne mikroorganizme in tako posredno na odpornost rastlin.

Opravili smo tudi mikrobiološko analizo, ki je pokazala:

- mikrobiološko neoporečnost,
- biološka potreba po kisiku (BOD) je bila pod predpisano mejo,
- motnost in neraztopljene snovi so bile nad mejno vrednostjo

Priporočamo: Ker so bile motnost in neraztopljene snovi nad mejno vrednostjo, priporočamo dodatno filtriranje odpadne žetvene vode.

Pred uporabo vode za namakanje je pomembno preveriti, ali je kakovost vode v skladu z Uredbo (EU) 2020/741 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. maja 2020 o minimalnih zahtevah za ponovno uporabo vode.

Okoljski odtis

Ugotavljamo, da v enem letu oziroma sezoni:

Pridelek na 1 ha v letu

	Suha snov na ha na leto	Proteinov na ha na leto	Poraba vode na kg proteinov
Spiruline	36,0 t	21,0 t	550 L / kg
Soja	3,5 t	1,3 t	3500 L / kg
Goveje meso	0,5 t	0,13 t	15400 L / kg

Pridelava spiruline je za pridobivanje proteinov 16-krat bolj učinkovita kot pridelava soje in 160 krat bolj kot pridelava govejega mesa. Ker za pridelavo spiruline ne uporabljamo mehanizacije in pesticidov, je obremenitev okolja z izpušnimi plini in s kemičnimi sredstvi neznatna. Poraba električne energije za mešanje in črpalke je nižja od 20 kW/ha. Na podlagi omenjenega ugotavljamo, da je pridelovanje spiruline manjša obremenitev na okolje v primerjavi s pridelavo soje in govejega mesa.

Pridelava spiruline na degradiranih območjih

V okviru preučevanja nekmetijskih površin v Sloveniji za pridelavo spiruline, smo se osredotočili na degradirana oziroma funkcionalno razvrednotena območja. To so območja, ki niso zadostno izkoriščena ali pa imajo zmanjšano uporabno vrednost. Degradirana območja zaradi slabe kakovosti tal ali odsotnosti prsti niso primerna za tradicionalno kmetijsko pridelavo.

Ugotovili smo, da je od 2200 ha degradiranih območij v Sloveniji:

- okoli 800 ha zelo primernih,
- 500 ha območij pa optimalnih za gojenje spiruline ali drugih mikroalg.

Na teh območjih so prisotni večji objekti, ki bi jih bilo možno predelati in izkoristiti, ali pa gre za prazne, utrjene površine, na katere bi bilo možno postaviti novo infrastrukturo. S tehnologijami, kot je gojenje mikroalg, **ni potrebno posegati v kmetijska zemljišča**, ki jih v Sloveniji primanjkuje, in lahko izkoristimo območja brez rodovitne zemlje ali pa so ta degradirana.

Podporno okolje

Za dejavnost gojenja alg za prehrano ljudi smo pripravili predloge za **zakonodajo**, vzpostavili neformalno **mrežo** pridelovalcev in predelovalcev Modrozelenena, ustvarili osnutek **blagovne znamke** Modrozelenena in opravili **usposabljanja** kmetij, strokovnjakov in svetovalcev na področju kmetijstva.

Pregled obstoječe zakonodaje in predlogi za prihodnost

Naredili smo pregled zakonodaje in pripravili predolge, kjer ugotavljamo, da:

- gojenje spiruline ni vključeno v zakon o kmetijstvu, na EU nivoju je gojenje alg vključeno v področje akvakulture (morske ali sladkovodne),
- v Standardni klasifikaciji dejavnosti, ki velja od začetka 2025, so definirane dejavnosti nabiranja in pridelave morskih in sladkovodnih alg.
- pridelava alg ni vključena v podporne sheme kmetijske politike in nacionalnih programov,
- večina akvakulturne regulacije je usmerjene v ribogojstvo in podobne dejavnosti, alge so zelo slabo pokrite, opise bi bilo potrebno prilagoditi ali razširiti, da dobro vključujejo gojenje alg in ustrezno specifiko,
- Pogoj za pridobitev dovoljenja za opravljanje te gojenja alg kot dopolnilne dejavnosti na kmetiji je, da ima kmetijsko gospodarstvo v uporabi najmanj 1 ha primerljivih kmetijskih površin in da ima v uporabi vodno zemljišče, ki je vpisano v centralni register objektov akvakulture in komercialnih ribnikov.

Neformalna mreža Modrozelenena

Zasnovali smo neformalno mrežo pridelovalcev in predelovalcev Modrozelenena. Registrirali bomo blagovno in storitveno znamko Modrozelenena, ki jo bodo na osnovi licenčnime pogodbe, lahko uporabljali pridelovalci, ki upoštevajo kakovostna merila in pravila skupnega trženja. Partnerji projekta Modrozelenena bodo imeli začetno pravico do uporabe znamke Modrozelenena. Mreža bo usmerjena v sodelovanje na dogodkih, kjer bodo širili pridobljeno znanje in rezultate projekta EIP Modrozelenena, promovirali gojitveno dejavnost spiruline in njene izdelke pod **blagovno znamko Modrozelenena**. Mreža bo tako ozaveščala slovenske potrošnike in slovenski trg o kakovostni slovenski spirulini.

Usposobljeni svetovalci in strokovnjaki

Usposobili smo kmetije, kmetijske in druge svetovalce, ki bodo lahko po zaključku projekta nudili podporo bodočim pridelovalcem spiruline.

> Načrt trženja in analiza izvedljivosti:

Načrt trženja

Pripravili smo načrt trženja, ki zajema kratko-, srednje- in dolgoročne cilje nastopa na trgu, analizo tržišča in izvedbe ter načrt vstopa na trg za izdelke, ki so bili pripravljeni v sklopu tega projekta.

Analiza izvedljivosti

Z analizo izvedljivosti smo ugotovili, da:

- za več kot samooskrbno pridelavo spiruline potrebujemo inštalacijo velikosti vsaj 300 m², kjer poleg bazena potrebujemo tudi rastlinjak, električno in vodovodno inštalacijo,
- iztrošeno gojišče lahko uporabimo za namakanje z 10–kratnim redčenjem in filtracijo,
- spirulino lahko naneseemo na semena v koncentraciji 0,5 kg SS/ha,
- pridelava spiruline je manj okoljsko obremenjujoča kot pridelava soje in goveda,
- pridelavo spiruline lahko izvajamo tudi na degradiranih območjih
- zakonodaja za pridelavo spiruline mora biti še dodelana
- prodajna cena je trenutno zelo variabilna
- v Sloveniji lahko dosežemo produkcijo 10 g/m²/dan

> Rezultati projekta so povzeti in javno **objavljeni**:

- [Odmevih](#)
- [Dobro jutro](#)
- [TV Koper](#)
- Časopis [Delo](#)
- www.spirulina.si/modrozelenana
- [Facebook](#)
- [LinkedIn](#)

> Partnerji projekta:

- AlgEn, center za alge tehnologije
- Oddelek za agronomijo, Biotehniške fakultete UL
- KGZS Murska Sobota
- KGZS Kranj
- Biotehniški center Naklo
- EKOJanez
- Kmetija Studen
- Kmetija Rudolf
- Kmetija Resman
- Kmetija Mahne



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO


modrozelenana