

Janusz Czapski
Instytut Warzywnictwa
Skierniewice

Biotechnologiczne aspekty produkcji i wykorzystania glonu spiruliny jako źródła białka

1. Wprowadzenie

Zaspokojenie rosnącego wciąż zapotrzebowania na żywność wymaga zwiększenia produkcji białka. Trudności w pokryciu zapotrzebowania na białko nie mają charakteru przejściowego, a jego deficyt będzie się nadal powiększał. Obecnie prowadzone są intensywne badania nad poszukiwaniem źródeł taniego białka spożywczego, np. z ropy naftowej, drożdży czy bakterii. Jednym z najbardziej interesujących surowców o dużym potencjale produkcji białka jest glon spirulina. Charakteryzuje się ona dużą zawartością białka (65–70%), małą zawartością kwasów nukleinowych (poniżej 4%) oraz znaczącą ilością związków biologicznie czynnych jak witaminy oraz makro- i mikroelementy. Spirulina jest wielokomórkowym glonem o długości kilkudziesiętych a szerokości kilkusetnych milimetra. Żyje w dużych, ale płytkich zbiornikach wodnych jako składnik naturalnego planktonu. Spirulina biosyntetyzuje znaczne ilości przyswajalnego białka, wykorzystując energię słoneczną i dwutlenek węgla.

Firma ORAI Italia Co., opracowała biotechnologię produkcji spiruliny oraz wykorzystanie jej w żywieniu ludzi i zwierząt.

2. Skład chemiczny spiruliny

Roczna produkcja białka spiruliny w porównaniu do roślin uprawnych wysoko-białkowych jest bardzo duża, średnio 16–45 razy wyższa niż koniczyny, kukurydzy czy soi (tab. 1).

Tabela 1

**Porównanie rocznej produktywności białka spiruliny
z innymi wysokobiałkowymi roślinami uprawnymi**

Roślina	Wysuszony produkt (t · ha ⁻¹)	Białko (t · ha ⁻¹)
kukurydza	12	1,1
soja	2	0,7
koniczyna	10	2,0
spirulina	50	32,5

Tabela 2

**Srednia zawartość niektórych składników chemicznych
spiruliny w przeliczeniu na suchą masę**

Składnik	Zawartość (%)
białko	69,0
tluszcze	6,8
węglowodany	15,5
popiół	8,1
błonnik	0,5

Cechą charakterystyczną tego składu jest wysoki poziom przyswajalnego białka i stosunkowo niska zawartość węglowodanów. Zawartość aminokwasów (tab. 3), a szczególnie aminokwasów niezbędnych jest znacznie wyższa niż w soi, kukurydzy czy pszenicy.

Tabela 3,

Skład aminokwasowy białek spiruliny w przeliczeniu na świeżą masę

Aminokwasy niezbędne	%	Pozostałe aminokwasy	%
izoleucyna	3,91	alanina	5,39
leucyna	5,68	arginina	5,22
lizyna	3,48	kwas asparaginowy	6,20
metionina	1,86	kwas glutaminowy	8,61
cystyna	0,61	glicyna	3,31
fenyloalanina	3,36	histydyna	0,98
treonina	3,67	prolina	2,82
tryptofan	0,97	seryna	3,52
walina	5,10	tyrozyna	1,50

Spirulina zawiera znaczne ilości makro-, i mikroelementów oraz witamin (tab. 4).

**Srednia zawartość niektórych składników mineralnych
oraz witamin w świeżej masie spiruliny**

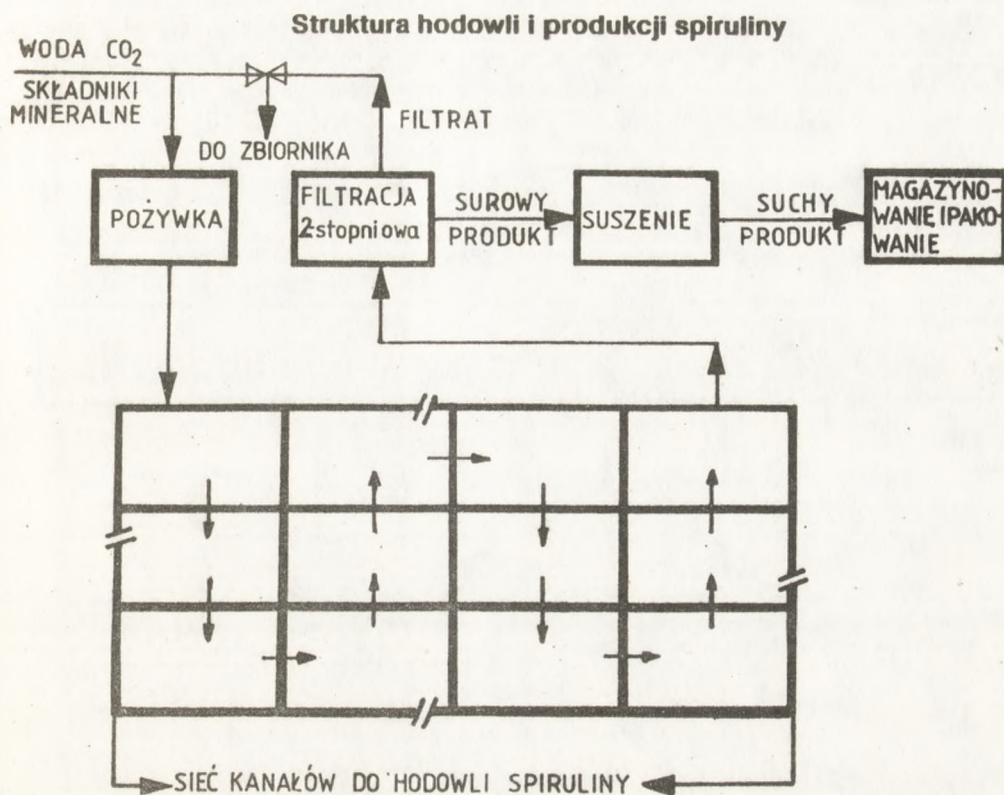
Składniki mineralne	mg · kg ⁻¹	Witaminy	mg · kg ⁻¹
wapń	1180	biotyna (wit. H)	0,4
fosfor	8279	cyjanokobalamina	
żelazo	527	(wit. B ₁₂)	2
sód	343	pantotenian wapnia	11
magnez	1662	kwas foliowy	0,5
mangan	21	inozytol	350
cynk	33	kwas nikotynowy	
potas	14 352	(wit. PP)	118
chlorki	4200	pirydoksyna (wit. B ₆)	3
inne aniony		ryboflawina (wit. B ₂)	40
(CO ₃ ⁻² , SO ₄ ⁻²)	46 500	tiamina (wit. B ₁)	55
		tokoferole (wit. E)	170
		β-karoten (prowit. A)	1700
		niezbędne kwasy	
		tłuszczowe (wit. F)	1300
		filochinon (wit. K)	90
		kwas askorbinowy (wit. C)	80

3. Produkcja spiruliny

Głony produkuje się w dużych, ale płytkich (12–20 cm) zbiornikach wodnych na terenach nieprzydatnych do upraw rolniczych (nieużytki, tereny pustynne itp.). "Bioreaktor" produkcyjny powinien się charakteryzować jak największym stosunkiem powierzchni do objętości w celu maksymalnej absorpcji światła w przeliczeniu na jednostkę objętości. Przykładowo, przy produkcji 10 000 t rocznie suchej masy spiruliny i przy założeniu, że liczba dni słonecznych w roku wynosi 300, uzyskuje się 4 kg suchej masy z 1 m² w ciągu roku. Powierzchnia zbiornika powinna wynosić 250 ha, natomiast powierzchnia zabudowań produkcyjnych i zaplecza 3000 m². Istotnym elementem hodowli i produkcji spiruliny jest sieć kanałów (schemat 1) wykorzystana do:

- pompowania i obiegu pożywki;
- obiegu filtratu;
- płukania surowego materiału;
- wzbogacenia pożywki w dwutlenek węgla.

Schemat 1



Głony zbierane są codziennie przy użyciu wibrujących sit, a następnie suszone metodą rozpylania. Jako źródła energii i dwutlenku węgla używa się oleju opałowego. Dwutlenek węgla absorbowany jest w alkalicznej pożywce w postaci węglanów.

Niektóre dane technologiczne produkcji spiruliny są następujące:

- optymalna zawartość glonu w 1 l pożywki: 1,35 g;
- zużycie CO₂ : 2 kg na 1 kg suchej masy spiruliny;
- pH pożywki: 10-11;
- wartość energetyczna: 5000 kcal · kg⁻¹ suszu.

Niektóre cechy fizyczne suchego produktu:

- wygląd zewnętrzny - miazki proszek;
- zapach i smak - delikatny lub bez zapachu o lekkim posmaku warzywnym;
- ciężar właściwy - 0,5 kg · l⁻¹.

4. Produkcja pasz i żywności

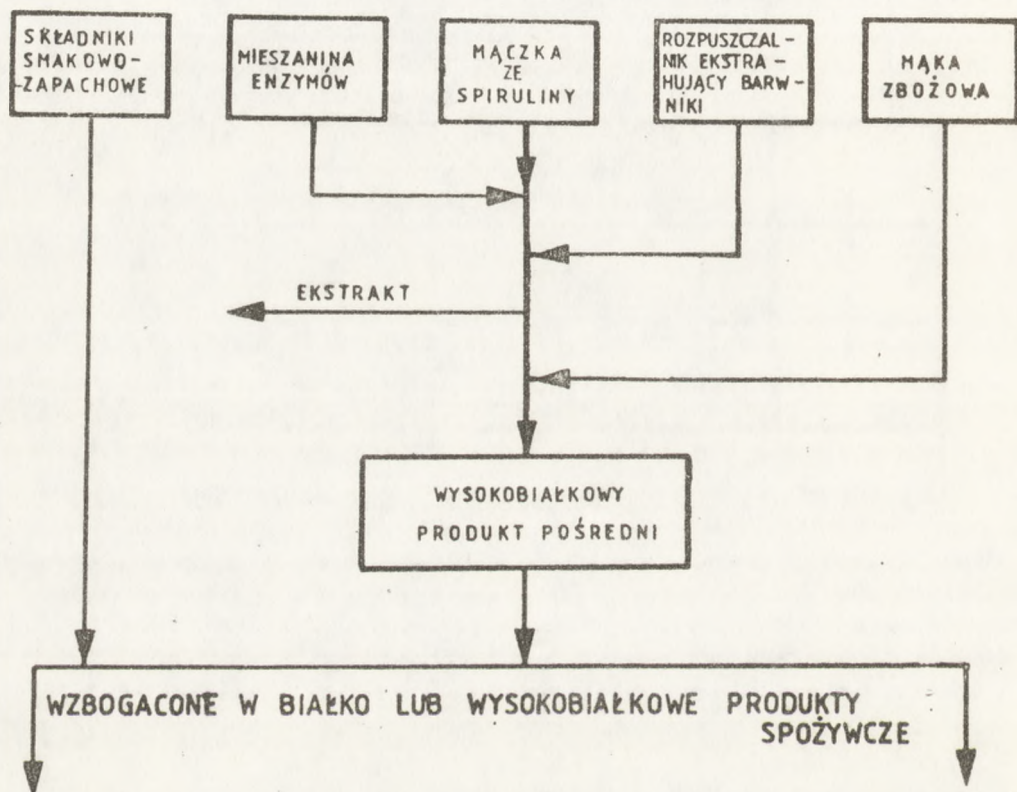
Suchy proszek ze spiruliny wykorzystywany jest do produkcji wysokobiałkowo-witaminowych pasz oraz żywności. Produkcję pasz prowadzi się na ogół w silosach,

które służą nie tylko do składowania surowców, ale również do mieszania poszczególnych składników wchodzących w skład paszy.

Mączka ze spiruliny stanowi surowiec, który po obróbce technologicznej stosowany jest do wzbogacenia w białko i witaminy żywności, jak również do produkcji wysokobiałkowo-witaminowych artykułów spożywczych jak mąka, pieczywo, makaron i inne. Schemat 2 przedstawia obróbkę technologiczną mączki ze spiruliny.

Schemat 2

Podstawowe etapy produkcji żywności ze spiruliny



Odbarwienie mączki nie zawsze jest konieczne. Szczególnie, wtedy gdy zabarwienie produktu spożywczego jest pożądane (np. lodów). Zielony naturalny barwnik po odbarwieniu mączki może być użyty do barwienia różnych produktów spożywczych.

Można również regenerować i zawracać do produkcji rozpuszczalnik ekstrahujący. Jak wynika ze schematu 2 końcowym produktem obróbki technologicznej mączki ze spiruliny jest tzw. produkt pośredni. Stanowi on surowiec do wyrobu różnego rodzaju mącznych wysokobiałkowych artykułów spożywczych (pieczywo, ciasta, makaron). Porównanie składu chemicznego poszczególnych elementów wzbogaconej i wysokobiałkowej żywności przedstawiono w tab. 5.

Tabela 5

**Zawartość niektórych składników chemicznych (% suchej masy)
w poszczególnych komponentach żywności
wzbogaconej i wysokobiałkowej**

Produkt	Białko	Tłuszcze	Węglowodany	Popiół	Błonnik
mąka pszenna	14	2,5	80	1,7	1,9
produkt pośredni	80	4,9	12	4,9	0,6
mąka wzbogacona produktem pośrednim w stosunku 5 : 1	25	2,9	68	1,8	1,7
wysokobiałkowe produkty spożywcze	47	3,7	46	2,1	1,2

Zawartość białka w mące wzbogaconej produktem pośrednim jest 1,8–3,3 razy wyższa, a poziom węglowodanów 1,2–1,7 razy niższy w porównaniu do mąki pszennej. Jeżeli przyjąć średnio, że codzienne zapotrzebowanie na białko dla ludzi wynosi 64 g, to na jego pokrycie potrzeba 256 g mąki wzbogaconej lub 273 g świeżego produktu z mąki o zawartości suchej masy 50%. Równocześnie ilości te w wielu przypadkach znacznie przekraczają zapotrzebowanie na niektóre składniki mineralne i witaminy (tab. 6 i 7).

Tabela 6

**Procentowe codzienne pokrycie zapotrzebowania dla ludzi na niektóre
składniki mineralne przez produkty wzbogacone i wysokobiałkowe
przy założeniu 100% (64 g) pokrycia zapotrzebowania
na białko przez te produkty**

Produkt	Ca	Fe	Mg (%)	J	Zn
mąka wzbogacona żywność wysokobiał- kowa (około 50% suchej masy)	22,7	310	56	1,3	73,3
	18	390	42	1,0	166,0

Tabela 7

Procentowe dzienne pokrycie zapotrzebowania dla ludzi na niektóre witaminy przez produkty wzbogacone i wysokobiałkowe przy założeniu 100% (64 g) pokrycia zapotrzebowania na białko przez te produkty

Produkt	Witamina B ₁	Witamina B ₂	Folacyna	Witamina B ₁₂	Prowitamina A
mąka wzbogacona żywność wysokobiałkowa (około 50% suchej masy)	258	125	10	4250	3866
	333	175	17	6800	3866

5. Opłacalność produkcji

Obliczenia opłacalności produkcji pasz z mączki spiruliny przeprowadzono w wyniku porównania kosztów produkcji soi i koniczyny, a następnie przeliczając je w dolarach na 1 tonę białka tych roślin. Dane te przedstawiono w tab. 8.

Tabela 8

Porównanie kosztów produkcji 1 t białka

Roślina	Koszt produkcji w USD w przeliczeniu na 1 t białka
soja	650
koniczyna	731
spirulina	652

W obliczeniach nie uwzględniono kosztów użytkowania ziemi przeznaczonej pod uprawy roślin przemysłowych, które są znacznie wyższe w porównaniu do hodowli spiruliny. Przy produkcji 2000 t mączki ze spiruliny rocznie można otrzymać 13 000 t produktów spożywczych wysokobiałkowych. Koszt 1 kg takiej żywności wynosi 0,5 USD.

6. Podsumowanie

1. Żywność wzbogacona produktem ze spiruliny odznacza się wysoką wartością odżywczo-biologiczną.
2. Wysoka zawartość i jakość białka tego glonu stwarza możliwości przynajmniej częściowego uniezależnienia się od konwencjonalnych źródeł białka.
3. Koszt białka ze spiruliny jest 12 razy niższy od białka mięsa.
4. Technologia hodowli, produkcji pasz oraz żywności jest stosunkowo prosta.
5. Zużycie energii można zmniejszyć poprzez recyrkulację pary grzewczej suszarni i powtórne jej wykorzystanie do ogrzania wchodzącego do suszarni powietrza.

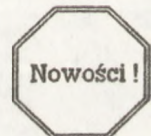
Artykuł opracowano w oparciu o materiały informacyjne firmy ORAI Italia Co.

Summary

Spirulline as protein source: biotechnological aspects

Chemical composition (proteins, lipids, carbohydrates, minerals, vitamins etc.) of a multicellular (alga). Spirulline has been reported. Industrial installations for mass cultivation are described and the technology for utilization of dry biomass in food and fodder production is outlined.

Janusz Czapski, Instytut Warzywnictwa,
ul. 22 Lipca 1/3, 96-100 Skierniewice.



Zasiewy podwójnie ulepszonych odmian rzepaku w krajach EWG

W 1990 r. w krajach EWG upływa ostateczny termin zastąpienia tradycyjnych odmian rzepaku odmianami podwójnie ulepszonymi. We Francji i RFN cel ten już osiągnięto. W Wielkiej Brytanii zasiewy rzepaku odmian podwójnie ulepszonych wynoszą obecnie nieomal 100%. Szacuje się, że ogólny obszar zasiewów jest 5-10% mniejszy niż w 1988 r. (obsiano wówczas 348 tys ha). Ostatnio uzyskane plony odmian podwójnie ulepszonych były niższe od plonów odmian pojedynczo ulepszonych. Intensyfikacja prac badawczych związanych z tworzeniem odmian powoduje, że okres ich użytkowania wynosi najwyżej dwa lata.

M.F.