

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245200 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437973**

(22) Data zgłoszenia: **2021.05.26**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.11.28 BUP 48/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.06.03 WUP 23/2024**

(51) MKP:

A23L 33/105 (2016.01)

A23L 33/135 (2016.01)

A23L 33/16 (2016.01)

C12N 1/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**A-Z MEDICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gdańsk, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**BLANKA KRYSZYNA MISCHKE-
-SZCZUROWSKA, Gdańsk, PL
KAROL SZCZUROWSKI, Słupsk, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Małgorzata Matyka, Gdańsk, PL

(54) Tytuł:

Sposób otrzymywania spiruliny oraz jej kompozycja

PL 245200 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku sposób otrzymywania wzbogaconej w żelazo spiruliny oraz jej kompozycja. Suplementacja (wzbogacanie) alg hodowlanych *Arthrospira* spp. (*Arthrospira cassubia*) żelazem (w postaci siarczynu żelaza) w celu uzyskania pełnej przyswajalnej dawki dziennej mikroelementu (1–2 mg) w rekomendowanej porcji dziennej łatwo przyswajalnego suplementu spirulina, wynoszącej 3 g.

Spirulina to powszechnie stosowana nazwa handlowa cyjanobakterii (sinic) należących do rzędu Oscillatorales. Posiada ona szereg właściwości wpływających korzystnie na zdrowie człowieka. Obecnie coraz częściej zalicza się ją do tzw. super żywności ze względu na ogromną ilość zawartych w niej łatwo przyswajalnych przez człowieka składników odżywczych, takich jak:

- białko
- węglowodany nasycone
- kwasy tłuszczowe
- witaminy
- minerały
- fito składniki

Spirulina hodowana jest na całym świecie, zarówno w otwartych zbiornikach wodnych jak i przeznaczonych do tego, specjalnie skonstruowanych fotobioreaktorach.

Żelazo (*Fe*, *lac. Ferrum*) to pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 26, metal z VIII grupy pobocznej układu okresowego, należący do grupy metali przejściowych. Pod względem masy żelazo jest najczęściej występującym pierwiastkiem chemicznym na ziemi.

Żelazo odgrywa ważną rolę w biologii, łącząc się z tlenem cząsteczkowym w hemoglobinie i mioglobinie, białkach wykorzystywanych do transportu tlenu u kręgowców. Żelazo jest też metalem występującym w wielu ważnych enzymach odpowiadających za oddychanie komórkowe, utlenianie i redukcję (*redoks*) u roślin i zwierząt. Przeciętny mężczyzna ma w organizmie 4 gramy żelaza, a kobieta około 3,5 grama.

Żelazo jest pierwiastkiem niezbędnym dla prawie wszystkich organizmów żywych – od drobnoustrojów poprzez świat roślin i zwierząt aż po człowieka. Choć znacznie rozpowszechnione na ziemi, należy żelazo do mikroelementów, to znaczy występuje w niewielkich ilościach w składzie organizmów żywych.

Żelazo występuje w organizmie ludzkim w hemoglobinie, tkankach, mięśniach, szpiku kostnym, białkach krwi, enzymach, ferrytynie, hemosyderynie oraz w osoczu.

Ponad 60% całej ustrojowej puli żelaza jest zużywane do produkcji hemoglobiny, będącej głównym składnikiem erytrocytów, czyli czerwonych komórek krwi. Hemoglobina jest najważniejszym białkiem wykorzystywanym do dostarczania cząsteczek tlenu wszystkim komórkom ciała. Pozostała część żelaza znajduje się w postaci związanej w mioglobinie, dostarczającej tlen do mięśni szkieletowych, ponadto w enzymach odpowiedzialnych za procesy oddychania komórkowego, w enzymach chroniących komórki przed stresem oksydacyjnym, a także w enzymach biorących udział w procesie syntezy serotoniny, hormonów tarczycy, związków wysokoenergetycznych (niezbędnych do przemian biochemicznych), a także w syntezie DNA, prostaglandyn i tlenku azotu. Prawidłowy poziom żelaza we krwi jest niezbędny do tego, aby wszystkie te procesy fizjologiczne mogły przebiegać w niezakłócony sposób. Około 25% żelaza stanowi jego pula zapasowa, zlokalizowana głównie w wątrobie oraz śledzionie. Aby organizm mógł prawidłowo funkcjonować, musi być zachowana równowaga pomiędzy zużyciem a dostarczaniem mu tego pierwiastka.

Zapotrzebowanie na żelazo u człowieka jest zmienne i zależy od wieku, płci i stanu organizmu. U osób dorosłych wynosi ono od 1 mg/dobę u mężczyzn do 2 mg u kobiet, z zastrzeżeniem, że w okresie ciąży i karmienia powinno to być ok. 3 mg/dobę.

Różnice w przyswajalności żelaza z pożywienia są bardzo duże w zależności od diety, od 1–2% dla diety wyłącznie zbożowej, do 25% dla diety mięsnej (zależy także od gatunku mięsa). Dla średniej, mieszanej diety przyswajalność żelaza wynosi ok. 10%, co oznacza konieczność spożycia ok. 10-krotnie większej ilości żelaza niż wynosi zapotrzebowanie jego organizmu. Niekiedy spożycie nie zaspokaja zapotrzebowania organizmu na ten pierwiastek, co po pewnym czasie prowadzi do jego niedoboru i objawów chorobowych z nim związanych (niedokrwistość z niedoboru żelaza), anemia. Czasem mimo istniejących mechanizmów regulacyjnych organizmu, może dojść do stanów przeciążenia żelazem. Najważniejszym schorzeniem związanym z nadmiarem żelaza

w organizmie jest hemochromatoza. Duże ilości soli żelaza(II) są toksyczne. Związki żelaza (III-VI) są nieszkodliwe, ponieważ się nie wchłaniają.

Prawidłowe stężenie żelaza w surowicy krwi:

- * wartość średnia
 - mężczyźni 21,8 $\mu\text{mol/l}$, 120 $\mu\text{g/dl}$
 - kobiety 18,5 $\mu\text{mol/l}$, 100 $\mu\text{g/dl}$
- * wartość skrajna
 - mężczyźni 17,7–35,9 $\mu\text{mol/l}$, 90–200 $\mu\text{g/dl}$
 - kobiety 11,1–30,1 $\mu\text{mol/l}$, 60–170 $\mu\text{g/dl}$

Żelazo wchłania się w dwunastnicy i jelicie cienkim w postaci Fe^{2+} . Po wchłonięciu wiązane jest przez apoferrytynę w błonie śluzowej przewodu pokarmowego. Powstaje ferrytyna, a żelazo znajduje się wtedy na III stopniu utlenienia. We krwi transportowane jest przez transferynę. Magazynowane jest w wątrobie, również w postaci ferrytyny.

Niedobór tego pierwiastka występuje najczęściej w stanach zwiększonego zapotrzebowania, przy okazji zaburzeń wchłaniania lub zwiększonej utraty żelaza. W takim przypadku może wystąpić niedokrwistość. W takim przypadku należy wprowadzić suplementację preparatami żelaza. Powinno się stosować ją m.in. u osób po zabiegach operacyjnych z dużą utratą krwi, u osób z krwawieniami z przewodu pokarmowego, z dróg rodnych, u kobiet ciężarnych, karmiących, przy obfitych menstruacjach, u wcześniaków, u dzieci po konflikcie serologicznym, u osób z zaburzeniami wchłaniania żelaza. Według danych WHO (World Health Organization) ocenia się, że aż 30% światowej populacji może spełniać kryteria niedokrwistości. W krajach rozwijających się ten problem dotyczy co drugiej kobiety w ciąży i blisko 40% dzieci w wieku przedszkolnym.

Część badań wskazuje, że podawanie żelaza może zmniejszać natężenie objawów u dzieci z ADHD mających niedobory tego pierwiastka. Rola suplementacji żelaza w tej chorobie nie została jednak jeszcze naukowo potwierdzona i wymaga dalszych badań.

Źródłem żelaza jest mięso (w tym mięso ryb), wątroba, żółtko jaj, twaróg, orzechy, mleko, warzywa strączkowe, brokuły. Wbrew powszechnym opiniom szpinak zawiera umiarkowane ilości żelaza i jest ono w formie słabo przyswajalnej przez człowieka.

Do produktów o najwyższej zawartości żelaza należą:

- wątróbka gęsia (30,5 mg/100 g produktu)
- wątroba wieprzowa (17,9 mg/100 g produktu)
- wątróbka drobiowa (11,6 mg/100 g produktu)
- kaszanka (7,5 mg/100 g produktu)

Zawartość żelaza w rodzajach mięs nie jest znacząca. I tak na przykład wołowina zawiera go około 20–30 mg w kilogramie mięsa, wieprzowina ok. 10 mg/kg, natomiast drób biały (indyk i kurczak) zaledwie 7 mg/kg.

Sporo żelaza hemowego zawierają także sardynki w oleju, makrela, jajka. Żelazo hemowe jest łatwiej przyswajalne niż niehemowe, choć niektóre produkty zawierają naprawdę dużo tego drugiego rodzaju żelaza. Na przykład sezam, pestki dyni, natka pietruszki, tofu, kakao.

W publikacji „Wpływ suplementacji spiruliny na wybrane parametry antropometryczne i biochemiczne” autorów: Ewelina Gumiela, Monika Szulińska i Paweł Bogdański z Katedry i Kliniki Chorób Wewnętrznych, Zaburzeń Metabolicznych i Nadciśnienia Tętniczego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu czytamy m.in.:

„Przyswajalność żelaza ze spiruliny, prawdopodobnie dzięki wejściu w kompleks z fikocyjaniną, jest ponad dwukrotnie większa niż z większości mięs, a także z powszechnie stosowanych preparatów jak na przykład siarczyn żelaza. Barwnikami obecnymi w spirulinie są: chlorofil (pobudzający perystaltykę, łagodzący stany zapalne, regulujący wydzielanie kwasów żółciowych i wspomagający przenoszenie impulsów nerwowych w mięśniu sercowym), karotenoidy (b-karoten, kryptoksantina, czyli substancje będące u ludzi prekursorami witaminy A), a także fikocyjaniny.”

Oznacza to, że spirulina może być doskonałym nośnikiem pełnowartościowego żelaza, o wiele bardziej skutecznym od innych naturalnych źródeł tego pierwiastka, jak również od dostępnych licznie na rynku suplementów diety.

Innymi słowy, gdy mamy do czynienia z dwukrotnie lepszą przyswajalnością żelaza w spirulinie niż z mięsa, w którym wynosi ona ok. 20%, oznacza to, że jeśli podamy w spirulinie 3 mg

żelaza, w jelicie wchłonie się 1,2 mg, co stanowić będzie codzienne zapotrzebowanie na ten pierwiastek. Po to aby dostarczyć do organizmu podobną dawkę żelaza konsumując drób, musielibyśmy zjeść ok. 0,8 kg mięsa z kurczaka.

Celem niniejszego wynalazku jest sposób suplementowania (wzbogacania) żelazem, w postaci siarczana żelaza, spiruliny hodowanej w fotobioreaktorze, który pozwoliłby na wyhodowanie surowca, który po przerobieniu (wysuszeniu i sproszkowaniu) na suplement diety mogłaby dostarczać jak największą, zbliżoną do zalecanej, dawkę dzienną żelaza w rekomendowanej dziennej porcji suplementu.

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania spiruliny o referencyjnej wartości spożycia RSW wynoszącej 3 mg w 3 g suplementu diety, gdzie:

- miesza się odżywkę złożoną z siarczana żelaza (II) w ilości 1,2–20 g oraz roztwór z zielonej herbaty w ilości 100–150 ml,
- wprowadza się roztwór do fotobioreaktora o pojemności 280 l, w którym prowadzona jest hodowla *Arthrospira spp.*
- hodowlę prowadzi się w środowisku wodnym o następujących parametrach: temperatura 8–40°C, rosnące pH, gdzie zbiór następuje kiedy pH osiągnie wartość 10,6–10,8,
- po dokonaniu zbioru otrzymany surowiec suszy się przez 4 godziny w temperaturze 64°C,
- tak przygotowany surowiec gotowy jest do przygotowania skutecznego suplementu diety.

Sposób, gdzie roztwór *Arthrospira spp.* przygotowuje się poprzez rozpuszczenie *Arthrospira spp.* w 280 l wody, przed zaaplikowaniem do fotobioreaktora siarczana żelaza i przy rozpoczęciu hodowli.

Sposób, gdzie roztwór *Arthrospira spp.* należy wprowadzić do fotobioreaktora o ściśle kontrolowanym środowisku hodowli.

Kompozycja spiruliny otrzymanej według sposobu zdefiniowanego powyżej zawiera:

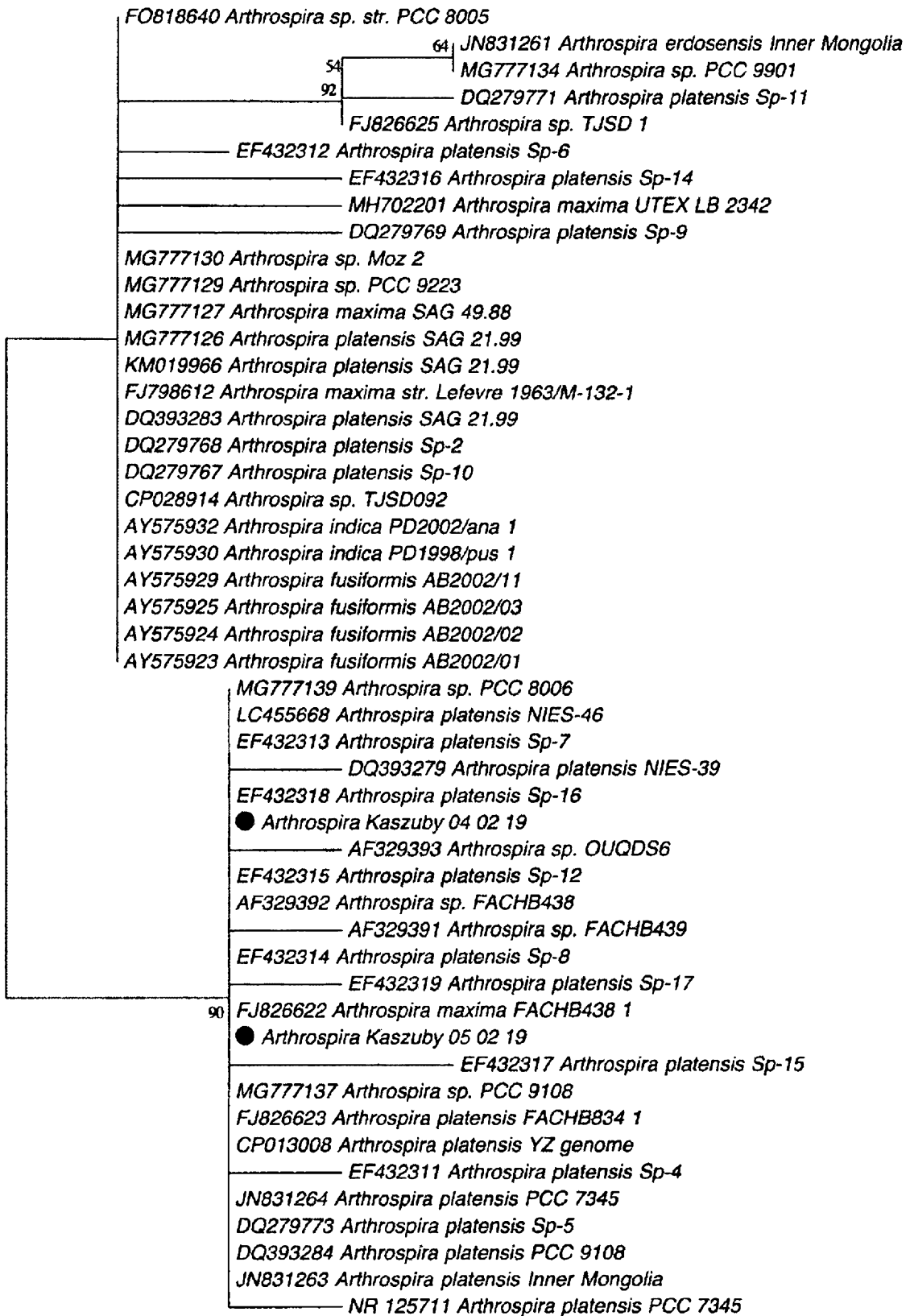
- siarczan żelaza II w ilości 1,2–20 g
- roztwór zielonej herbaty 150 ml
- algi *Arthrospira spp.*

Kompozycja ma postać proszku lub kapsułki.

Wynalazek ilustruje przykład wykonania, nie stanowiący jego ograniczenia.

Ustalenia wstępne:

Metodą DNA fingerprint z wykorzystaniem starterów ERIC 1 i ERIC 2 dokonano identyfikacji surowca poddawanego następnie suplementacji w ramach projektu „Opracowanie nowej technologii hodowli mikroalg z suplementacją mikroelementami i witaminą”. Badane mikroalgi okazały się przynależać do gatunku jadalnych cyjanobakterii *Arthrospira spp.*, reprezentujących genotyp II. Analiza filogenetyczna na podstawie uzyskanych sekwencji i sekwencji szczepów wzorcowych zdeponowanych w bazach GenBank wykazała, że pod względem budowy badany surowiec różni się od wzorców na tyle, że hodowane dla celów doświadczalnych jak i dalszych komercyjnych algi nazwano *Arthrospira cassubia*. (Źródło: wynik badania przeprowadzonego przez Gdański Uniwersytet Medyczny, Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej, 10.06.2019 r.)



Do suplementacji postanowiono wykorzystać siarczan żelaza. Jest to nieorganiczny związek chemiczny o wzorze chemicznym FeSO_4 (siarczan żelaza II), otrzymywany zazwyczaj w wyniku działania rozcieńczonego kwasu siarkowego na metaliczne żelazo.

Siarczan żelaza(II) (dalej jako siarczan żelaza) jest stosowany w analizie chemicznej oraz do otrzymywania soli Mohra, odpowiada za zabarwienie niektórych rodzajów cementu, oraz jest stosowany jako łatwo wchłanialna forma żelaza w medycynie.

Stosowany jest także jako źródło żelaza w celu uzupełnienia jego niedoboru. Jego sole hydroliżujące wchłaniane są łatwo z przewodu pokarmowego i stają się substratem do produkcji hemoglobiny i mioglobiny.

Celem badań prowadzonych nad suplementacją *Arthrospira spp.* było stworzenie takiego modelu absorpcji żelaza aby osiągnąć poziom referencyjnej wartości spożycia RWS, która dla żelaza wynosi 1–2 mg w jednej dawce dziennej spiruliny, wynoszącej 3 g.

Przykład:

- Do suplementacji spiruliny z gatunku *Arthrospira spp.* żelazem wykorzystano siarczan żelaza
- Siarczan żelaza w stosownej każdej dawce łączony był z naparem (roztwór) z zielonej herbaty w ilości 100–150 ml (odżywka) i w ten sposób podawany do fotobioreaktora. Zielona herbata (*Camellia sinensis*) powoduje lepszą rozpuszczalność żelaza, a co za tym idzie jego wchłanialność. Roztwór zielonej herbaty otrzymuje się poprzez jej zalanie ciepłą wodą.
- Pierwsza dawka odżywki wynosiła 1,2 g siarczanu żelaza na fotobioreaktor o pojemności 280 litrów.
- W fotobioreaktorze znajdowało się 280 litrów wody z algami *Arthrospira spp.* (nazwa komercyjna *Arthrospira cassubia*). Taka hodowla suplementowana była 150 ml naparu z zielonej herbaty w temperaturze pokojowej, zawierającego stosowną dawkę siarczany żelaza. Tak suplementowana hodowla trwała ok. 10–14 dni (w zależności od warunków panujących na zewnątrz). Przez cały okres wzrostu mierzona była na bieżąco temperatura oraz pH hodowli. W chwili gdy hodowla osiągała pH 10.6–10.8, następował zbiór alg polegający na wypompowaniu wody z fotobioreaktora i wysuszeniu zebranego surowca.
- Po zebraniu wyhodowanej suplementowanej spiruliny i oczyszczeniu fotobioreaktora dla każdego kolejnego nastawu hodowlanego zwiększano dawki siarczanu żelaza według następującego schematu:
 - 2,4 g
 - 3,6 g
 - 6 g
 - 10 g
 - 15 g
 - 20 g
 - 30 g

a pobrane próbki każdorazowo oddawano do badań zawartości żelaza (po trzy próbki z każdego zbioru). Napar (roztwór) z zielonej herbaty pozostawał w ilości 150 ml, przy czym ilość naparu zależna jest nie od ilości odżywki, lecz od rozmiaru hodowli.

Siarczan żelaza II [g]	Roztwór zielonej herbaty [ml]
1,2	150
2,4	150
3,6	150
6	150
10	150
15	150
20	150
30	150

- Okres suplementowania każdorazowo trwał ok. 14 dni, woda miała temperaturę nie niższą niż 8°C i nie przekraczającą 40°C przy wzrastającym pH. Temperatura wody ma wpływ na tempo wzrostu materiału hodowlanego – im wyższa temperatura, tym szybszy wzrost mas materiału hodowlanego.
- Spirulinę zbiera się kiedy pH osiągnie wartość 10,6–10,8.
- Zebrany materiał hodowlany poddawany zostaje suszeniu przez 4 godziny w temperaturze 64°C. Tak wysuszony surowiec jest gotowy do dalszej obróbki, czyli mielenia i zapakowania w kapsułki.

Parametry:

Do suplementacji 280-litrowego fotobioreaktora hodowlanego z *Arthrospira spp.* (komercyjna nazwa *Arthrospira cassubia*) dozujemy stosowną dawkę siarczanu żelaza oraz naparu z zielonej herbaty (w ilości 150 ml). Hodowla powinna mieć temperaturę nie niższą, niż 8°C i nie wyższą niż 40°C i rosnące pH. Zbiór następuje w momencie kiedy pH osiągnie wartość 10,6–10,8.

Próbki poddawane były badaniom metodą LS-PP-CH-2/20, ICP-OES w akredytowanym laboratorium Eurofins. Numer akredytacji S-106.

Otrzymane wyniki

Badania absorpcji prowadzone w zakresie stężeń od 1,2 g do 20,0 g siarczanu żelaza wykazały, że stężenie siarczanu żelaza zmieniło się ca 20 razy dając około dwukrotny przyrost żelaza organicznego. Oznacza to około 3% przyrost absorpcji.

Z przebiegu dalszych badań wychodzi, że procesy absorpcji odbywają się dwuetapowo. Mamy mianowicie powolny przyrost absorpcji w zakresie stężeń od 1,2 do 20,0 g siarczanu żelaza i za ten proces może być odpowiedzialny błonowy mechanizm adsorpcyjny. Natomiast po aplikacji 30,0 g siarczanu żelaza następuje gwałtowny przyrost stopnia absorpcji do 12% oparty prawdopodobnie o mechanizm komórkowy wspomagany transportem jonowym.

Wyniki uzyskane podczas badania próbek ujęto w następującej tabeli:

Pożywka siarczanu żelaza [g]	Absorbacja [mg/kg]		
	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3
1,2	350	369	545
2,4	431	445	469
3,6	526	579	584
6	532	502	541
10	623	567	620
15	565	551	565
20	739	586	636
30	3420	1070	3690

Udało się uzyskać suplement bogaty w żelazo organiczne, łatwo przyswajalne z założeniem aplikacji dawki dziennej Spiruliny (ca 3g) z obecną dawką dzienną żelaza.

Uzyskany wynik zawartości próbki 2 suplementowanej pożywką zawierającą 30 g żelaza został odrzucony, ponieważ doszło do błędu laboratoryjnego.

Wykres przedstawiający wzrost dynamiki przyrostu stopnia absorpcji przedstawia fig. 1.

Literatura:

1. Ewelina Gumiela, Monika Szulińska, Paweł Bogdański „Wpływ suplementacji spiruliny na wybrane parametry antropometryczne i biochemiczne”, *Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2013;4(4):199–209.
2. Amha Belay, Yoshimichi Ota, Kazuyuki Miyakawa & Hidenori Shimamatsu Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*, *Journal of Applied Phycology* **volume 5**, pages 235–241 (1993)
3. Bob Capelli, Gerard Cysewski: Potential health benefits of spirulina microalgae, April 2010 (Nutrafoods 9(2))
4. Aggelos Pappas, Athanasios Tsiokanos, Ioannis G. Fatouros, Athanasios Poullos, Dimitris Kouretas, Nikos Goutzourelas, Giannis Giakas and Athanasios Z. Jamurtas The Effects of Spirulina Supplementation on Redox Status and Performance Following a Muscle Damaging Protocol, *Int J Mol Sci.* 2021 Apr; 22(7): 3559.
5. Magdalena Miklaszewska, Małgorzata Waleron, Krzysztof Waleron Katedra Biotechnologii, Zakład Ochrony i Biotechnologii Roślin, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i AMG, Gdańsk „Biotechnologiczny potencjał cyjanobakterii z rodzaju *Arthrospira*”, *Biotechnologia* (3 (82) 119–142 2008)
6. Magdalena Miklaszewska, Małgorzata Waleron, Krzysztof Waleron Katedra Biotechnologii, Zakład Ochrony i Biotechnologii Roślin, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i AMG, Gdańsk „Charakterystyka jadalnej cyjanobakterii z rodzaju *Arthrospira*”, *Biotechnologia* (3 (82) 103–118 2008)
7. Helical and linear morphotypes of *Arthrospira* sp. PCC 8005 display genomic differences and respond differently to – Anu Yadav, Pieter Monsieurs, Agnieszka Misztak, KRZYSZTOF WALERON, Natalie Leys, Ann Cuypers, Paul J. Janssen. – *Eur. J. Phycol.* 2020; vol. 55, nr 2, s. 129–146
8. Magda A. Furmaniak, Agnieszka E. Misztak, Martyna D. Franczuk, Annick Wilmotte, Małgorzata Waleron and Krzysztof F. Waleron „Edible Cyanobacterial Genus *Arthrospira*: Actual State of the Art in Cultivation Methods, Genetics, and Application in Medicine, *Front. Microbiol.*, 18 December 2017

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania spiruliny o referencyjnej wartości spożycia RSW wynoszącej 3 mg w 3 g suplementu diety **znamienny tym**, że:
 - miesza się odżywkę złożoną z siarczanu żelaza (II) w ilości 1,2–20 g oraz roztwór z zielonej herbaty w ilości 100–150 ml,
 - wprowadza się roztwór do fotobioreaktora o pojemności 280 l, w którym prowadzona jest hodowla *Arthrospira* spp.,
 - hodowlę prowadzi się w środowisku wodnym o następujących parametrach: temperatura 8–40°C, rosnące pH, gdzie zbiór następuje kiedy pH osiągnie wartość 10,6–10,8,
 - po dokonaniu zbioru otrzymany surowiec suszy się przez 4 godziny w temperaturze 64°C,
 - tak przygotowany surowiec gotowy jest do przygotowania skutecznego suplementu diety.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że roztwór *Arthrospira* spp. przygotowuje się poprzez rozpuszczenie *Arthrospira* spp. w 280 l wody, przed zaaplikowaniem do fotobioreaktora siarczanu żelaza i przy rozpoczęciu hodowli.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że roztwór *Arthrospira* spp. należy wprowadzić do fotobioreaktora o ściśle kontrolowanym środowisku hodowli.
4. Kompozycja spiruliny otrzymanej według sposobu zdefiniowanego w zastrzeżeniu 1, **znamienna tym**, że zawiera:
 - siarczan żelaza II w ilości 1,2–20 g
 - roztwór zielonej herbaty 150 ml
 - algi *Arthrospira* spp..
5. Kompozycja według zastrz. 4, **znamienna tym**, że ma postać proszku lub kapsułki.

Rysunek

Wyniki badań spirulina

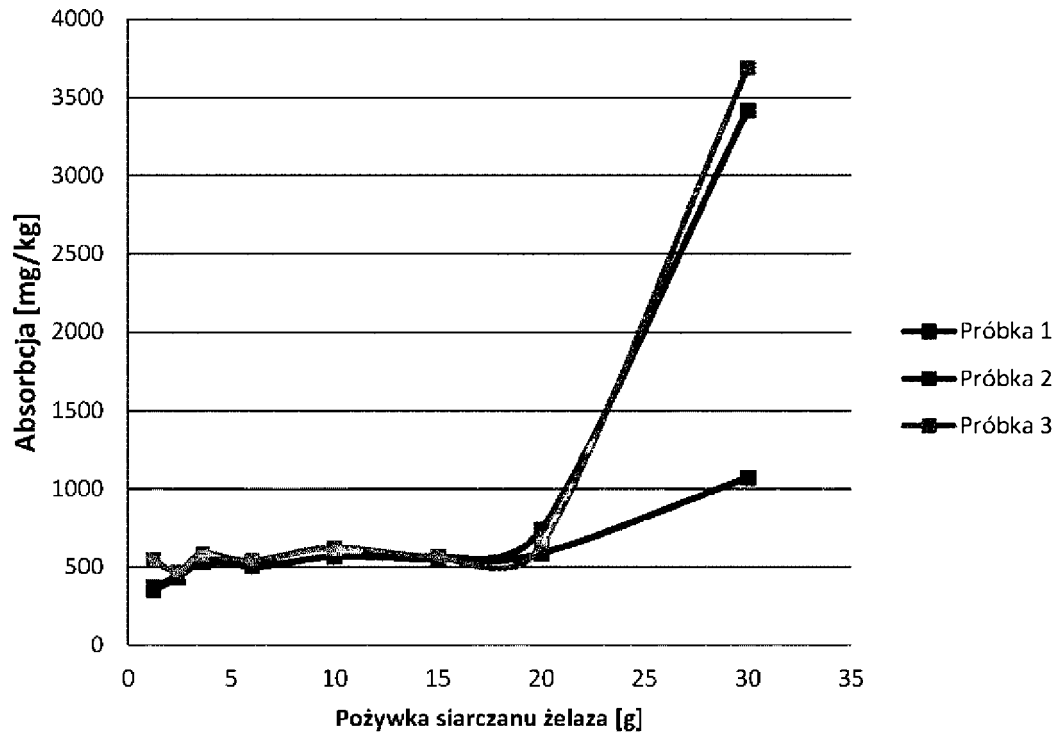


Fig.1