Zmienność morfologiczna u glonów *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. w warunkach hodowli laboratoryjnej

Morphologic changes of algae Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. in laboratory culture conditions

A. JANKOWSKI

I. WSTĘP

Określanie gatunków i odmian wśród glonów utrzymywanych w warunkach laboratoryjnych jest często dość trudne. Powodem tych trudności jest możliwość wystąpienia zmian w morfologii komórek glonów, wywołanych działaniem określonych czynników środowiska. Temperatura, światło, skład soli pokarmowych, ilość dwutlenku węgla i ruch mogą wywierać wpływ na kształt i wymiary komórek glonów. Dla przykładu, stwierdzono, że u pewnej odmiany gatunku *Scenedesmus quadricauda* (z kolekcji Pratta) przy obniżaniu temperatury wyraźnie zwiększyły się wymiary komórek. Jednocześnie stwierdzono, że temperatura wywierała również wpływ na liczbę komórek w cenobiach. W miarę oddalania się od temperatury optymalnej malała liczba typowych, czterokomórkowych cenobiów, a zwiększała się liczba dwukomórkowych (Rużicka 1966). Zmienność wymiarów i kształtów zaobserwowano również w badaniach selekcyjnych prowadzonych na różnych pożywkach, przy różnej temperaturze i oświetleniu, z większą liczbą szczepów glonów z rodzaju *Chlorella*, *Scenedesmus* i *Ankistrodesmus* (Jankowski 1964).

W niniejszej pracy prowadzono szczegółowe obserwacje nad występowaniem zmian morfologicznych u glonów jednego szczepu w różnych warunkach hodowli. Głównym celem tej pracy było ustalenie warunków hodowli, w których glony wykazywałyby najmniejszą zmienność morfologiczną. Określenie takiego sposobu hodowli jest niezbędne dla prac taksonomicznych nad glonami utrzymywanymi w warunkach laboratoryjnych.

II. MATERIAŁ I METODYKA

Materiał doświadczalny

W doświadczeniach posługiwano się gatunkiem *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. pochodzącym z kolekcji Instytutu Zootechniki Zakładu Doświadczalnego w Zatorze. Szczep ten (symb. Sc 130 — II Seria) wyizolowano w październiku

1964 r., z silnie użyźnionych ściekami gospodarskimi bajorka w Balicach koło Krakowa i utrzymywano razem z innymi w kolekcji na pożywce agarowej przy słabym oświetleniu oraz w temperaturze 10–12°C. Szczep nie był oczyszczony z bakterii.

Warunki hodowli

Zastosowano sposoby hodowli wykorzystywane najczęściej w pracach selekcyjnych, i innych związanych z masową hodowlą glonów oraz warunki, w jakich często szczepy okresowo się przechowuje. Uwzględniono więc hodowlę i przechowywanie przez dłuższy okres na pożywce agarowej i w pożywce płynnej, kilkunastodniową hodowlę przy nieco silniejszym oświetleniu (tzw. hodowlę nieintensywną) stosowaną przy ożywianiu szczepów glonów, a także warunki hodowli zabezpieczające intensywny rozwój glonów (tzw. hodowlę intensywną).

1. Hodowla i przechowywanie glonów na pożywce stałej, agarowej.

Pożywka stała składa się z agaru wzbogaconego następującymi solami mineralnymi: KNO_3 0,1 g; K_2HPO_4 0,04 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,03 g; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 g; kwas cytrynowy 0,003 g; cytrynian żelazowy 0,003 g; H_3BO_3 2,86 mg; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,81 mg; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,222 mg; MoO_3 0,1764 mg; NH_4VO_3 0,2296 mg oraz 18 g agaru — w jednym litrze wody destylowanej (Lefevre 1952, Władimirowa i Sjemienjenko 1962; Jankowski 1964). Hodowlę prowadzono w płytkach Petri'ego. Po posiewie glonów płytki wstawiano na okres około dwóch tygodni pod światło lamp jarzeniowych (typ „Daylight, 40 W) o intensywności oświetlenia 1500–2000 lux. Po pojawieniu się kolonii glonów płytki przenoszono pod słabe oświetlenie (200–300 lux), gdzie pozostawały do 45 dni. Hodowlę i przechowywanie prowadzono przy temperaturze pokojowej (20–22°C).

2. Hodowla i przechowywanie glonów w pożywce płynnej.

Przechowywanie glonów. Hodowlę prowadzono w kolbach stożkowych o pojemności 500 ml, zawierających po 300 ml płynnej pożywki o składzie soli jak w pożywce stałej. Hodowlę i przechowywanie glonów prowadzono w tych samych warunkach oświetlenia, temperatury i w tym samym czasie jak w hodowli na pożywce agarowej.

Hodowla intensywna. Glony hodowano w kolbach stożkowych (poj. 500 ml) zawierających po 300 ml pożywki o następującym składzie: KNO_3 0,5 g; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 g; KH_2PO_4 0,2 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,15 g; kwas cytrynowy 0,003 g; cytrynion żelazowy 0,003 g; H_3BO_3 2,86 mg; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,81 mg; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,222 mg; MoO_3 0,1764 mg; NH_4VO_3 0,2296 mg — na jeden litr wody destylowanej.

Intensywność oświetlenia zastosowanego w tej hodowli wynosiła 5000 lux, a temperatura — 27°. Kultury oświetlano 14 godzin w ciągu doby doprowadzając w tym czasie mieszaninę sprężonego powietrza z domieszką dwutlenku węgla (CO_2 około 5 %). W pozostałych godzinach (nocnych) doprowadzono tylko sprężone

powietrze. Hodowlę glonów prowadzono w specjalnie urządzonym termoiluminatorze (Jankowski 1964).

Hodowla nieintensywna. Hodowla nieintensywna cechowała się uboższym środowiskiem. Pożywka zawierała 5-ciokrotnie mniejsze stężenie makroelementów. Oświetlenie było słabsze i wynosiło 1500—2000 lux, a temperatura 22°. Do kultur nie doprowadzano gazów, a turbulencję wywoływano przy pomocy wstrząsarki laboratoryjnej.

Opracowanie materiału doświadczalnego

Po zakończeniu hodowli glony utrwalano przy pomocy płynu Lugola, a następnie wykonywano ich odrisy przy pomocy mikroskopu zaopatrzonego w okular rysunkowy (typ MNR — 1, firmy PZO). Z każdej spośród czterech różnych hodowli odrysowano po 100 cenobiów (400 komórek). Z tej liczby 50 cenobiów wybrano spośród form największych oraz 50 cenobiów z grupy najmniejszych. Można przypuszczać, że wybrane z populacji cenobia duże są formami dojrzałymi, nazwanymi za Tamiyą (1953) cenobiami fazy świetlnej (symbol L od „light”), a małe cenobia formami młodocianymi z fazy ciemnej (D — „dark”). Niezależnie od wymienionych, z każdej kultury przeglądano po 1000 (wybranych losowo) cenobiów i określano procent dwu, cztero i ośmiokomórkowych, a także procent cenobiów zniekształconych (zwyrodniałych).

III. WYNIKI BADAŃ

Glony gatunku *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. tworzą formy cenobialne. Poszczególne komórki są ułożone równolegle w jednym rzędzie, po dwie, cztery lub osiem i połączone są ze sobą substancją pektynową. W formie monodesmoidalnej glony tego gatunku występują w kulturach bardzo rzadko. (W materiale zakonserwowanym po silniejszym wstrząśnięciu niekiedy można znaleźć więcej pojedynczych komórek, które w tym stanie łatwiej się odrywają).

Komórki w cenobiach są podłużnie walcowate, na biegunach zaokrąglone lub stożkowo zaokrąglone. Brzeg odśrodkowy obu zewnętrznych komórek jest wypukły, a w połowie długości bardziej wybrzuszony. Na obu biegunach komórek zewnętrznych znajdują się skośnie ustawione proste lub lekko wygięte kolce. Według nowszych opracowań glonów z rodzaju *Scenedesmus*, długość kolców u tego gatunku waha się od 1/4 do 2/3 długości komórek, przy czym tę cechę uważa się za jedną z podstawowych przy określaniu gatunku (Uherkovich 1961). Wymiary długości komórek wahają się w granicach od 6 do 25 — najczęściej 10 —, a szerokości od 2,5 do 10 — najczęściej 4,5 mikrona.

Tablica I — Plate I

Cenobia glonów *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. (szczep symb. 130 Sc: II Seria Zator)
z czterech różnych hodowli, opracowane na podstawie średnich wymiarów

Coenobia of algae *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. species symb. 130 Sc: Series Zator
from 4 different cultures, based on mean sizes

1. Cenobium L — hodowla intensywna (Coenobium L, intensive culture)
2. Cenobium L — hodowla nieintensywna (Coenobium L, extensive culture)
3. Cenobium D — hodowla intensywna (Coenobium D, intensive culture)
4. Cenobium D — hodowla nieintensywna (Coenobium D, extensive culture)
5. Cenobium L — przechowywane na agarze (Coenobium L, preserved on agar)
6. Cenobium L — przechowywane na pożywce płynnej (Coenobium L, preserved on liquid medium)
7. Cenobium D — przechowywane na agarze (Coenobium D preserved on agar)
8. Cenobium D — przechowywane na pożywce płynnej (Coenobium D preserved on liquid medium)

L — dojrzałe, D — młodociane

L — ripe, D — young

Tablica II—Plate II

Cenobia glonów *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., wybrane z różnych hodowli
 Coenobia of algae *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., chosen from various cultures

- 1,2,3. Cenobia L. — hodowla intensywna (Coenobia L, intensive culture)
 4,5,6. Cenobia D — hodowla intensywna (Coenobia D, intensive culture)
 7. Cenobia L — z hodowli intensywnej, widzina od strony biegunów komórek (Coenobia L —
 from intensive culture, seen from side of cell poles)
 8. Kolce komórek glonów, hodowla intensywna (spines of algae cells, intensive culture)
 9,10,11. Cenobia L — hodowla nieintensywna (Coenobia L, extensive culture)

Tablica III — Plate III

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.

- 1, 2, 3. *Cenobia* D — hodowla nieintensywna (*Coenobia* D, extensive culture)
4. *Coenobium* L — z hodowli intensywnej widziane od strony biegunów komórek (*Coenobium* L from intensive culture seen from side of cell poles)
- 5, 6. *Coenobium* dwukomórkowe zniekształcone, z hodowli nieintensywnej (Bicellular deformed coenobium from extensive culture)
- 7, 8, 9. *Cenobia* L — przechowywane na agarze (*Coenobia* L, preserved on agar)
- 10, 11, 12. *Cenobia* D — przechowywane na agarze (*Coenobia* D preserved on agar)
13. *Coenobium* z kultury przechowywanej na agarze widziane od strony biegunów (*Coenobium* from culture preserved on agar, seen from polar side)
- 14, 15. *Cenobia* dwukomórkowe, przechowywane na agarze (Bicellular coenobia preserved on agar)
- 16, 17. *Cenobia* zniekształcone, przechowywane na agarze (Deformed coenobia preserved on agar)

Tablica IV — Plate IV

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.

1. Kolce komórek glonów kultury przechowywanej na agarze (Spines of algae cells from culture preserved on agar)
- 2, 3, 4. *Cenobia* L przechowywane w pożywce płynnej (*Coenobia* L preserved on liquid medium)
- 5, 6. *Cenobia* zniekształcone, przechowywane w pożywce płynnej (Deformed coenobia preserved on liquid medium)
7. Kolce komórek glonów z kultury przechowywanej na pożywce płynnej (Spines of algae cells from culture preserved on liquid medium)
- 8, 9, 10. *Cenobia* D — przechowywane na pożywce płynnej (*Coenobia* D preserved on liquid medium)
11. *Cenobium* L z kultury przechowywanej w pożywce płynnej widziane od strony biegunów (*Coenobium* L from culture preserved on liquid medium, seen from polar side)

1. Liczba komórek i kształt cenobiów

Wyniki doświadczeń wykazały dość wyraźną zależność między sposobem hodowli, a liczbą komórek w cenobium i kształtem cenobiów. W tabeli 1 podano procentowe występowanie cenobiów dwu, cztero i ośmiokomórkowych oraz form zniekształconych.

Tabela 1 — Table 1

Procentowe występowanie cenobiów dwu, cztero i ośmiokomórkowych oraz form zniekształconych z czterech różnych hodowli

Two, four and eight celled coenobia in percent and deformed forms from 4 different cultures

Sposób hodowli Method of culture	Procentowe występowanie cenobiów Coenobia in percent				
	Liczba komórek Number of cells			Formy zniekształcone Deformed forms	Razem Total %
	2	4	8		
Hodowla intensywna Intensive culture	0,4	95,6	3,8	0,2	100
Hodowla nieintensywna Extensive culture	1,7	88,0	0,3	10,0	100
Przechowyw. na poż. płynnej Preservation on fluid medium	11,0	72,0	0,2	16,8	100
Przechowyw. na poż. stałej (agar) Preservation on solid medium (agar)	14,8	82,2	0,2	2,8	100

Cenobia czterokomórkowe najbardziej charakterystyczne u tego gatunku, występowały we wszystkich hodowlach zdecydowanie najliczniej. Najwięcej jednak form czterokomórkowych znajdowano w kulturze z hodowli intensywnej (95,6 %), a najmniej (72,0 %) wśród glonów przechowywanych w pożywce płynnej.

Cenobia ośmiokomórkowe, na ogół sporadycznie występujące u tego gatunku glonów, również stosunkowo najliczniej znajdowano w kulturze z hodowli intensywnej (3,8 %). W pozostałych kulturach cenobia ośmiokomórkowe stanowiły tylko ułamek procentu (0,3—0,2 %).

Cenobia dwukomórkowe w przeciwieństwie do cztero i ośmiokomórkowych, w kulturze pochodzącej z hodowli intensywnej znajdowane były w ilości najmniej-szej (0,4 %). Zdecydowanie najwięcej cenobiów dwukomórkowych występowało w kulturach przechowywanych w pożywce płynnej (11,0 %) i na agarze (14,8 %).

Cenobia zniekształcone — podobnie jak dwukomórkowe — najliczniej występowały w kulturach prowadzonych w warunkach mniej korzystnych dla rozwoju. Najwięcej cenobiów zniekształconych było wśród glonów z hodowli nieintensywnej (10 %) oraz przechowywanych w pożywce płynnej (16,8 %). Wśród tych ostatnich około 15 % posiadało formę „tetradesmowatą”. Poza opisanymi zmianami, glony z fazy L wykazywały inne, słabiej widoczne zniekształcenie, a mianowicie niektóre cenobia były lekko, pałakowato zgięte. (tabl. III rys. 4).

2. Pyrenoid

Pyrenoid znajdował się przeważnie w środkowej części komórki. Niekiedy był nieco przesunięty powyżej lub poniżej poprzecznej osi cenobium. Posiadał kształt kulisty i wymiary od 1/3 do 2/3 szerokości komórki. Największe pyrenoidy posiadały komórki z hodowli intensywnej.

U glonów hodowanych i przechowywanych na pożywce agarowej na ogół nie stwierdzono charakterystycznie wybarwiającego się pyrenoidu. Większość komórek pod wpływem płynu Lugola nie wykazywała zabarwionego punktu, a typowe dla skrobi sinoniebieskie zabarwienie występowało w całej objętości komórki.

3. Wymiary długości i szerokości komórek oraz długości koleców

Zaobserwowano, że warunki hodowli wpływały również na wymiary glonów. Znaczne różnice stwierdzono szczególnie z glonów hodowanych nieintensywnie i na agarze. Zakresy wymiarów i częstotliwość ich występowania obrazują wykresy frekwencji (ryc. 1—3).

Ryc. 1. Krzywe frekwencji wymiarów długości komórek: A — dojrzałych (L) B — młodocianych (D); 1 — hodowla intensywna; 2 — hodowla nieintensywna; 3 — przechowywanie na agarze; 4 — przechowywanie na poż. płynnej

Frequency curves of length size: A — in ripe cells (L), B — in minor cells (D)
1 — intensive culture; 2 — extensive culture; 3 — preserved on agar; 4 — preserved on liquid medium

Wymiary długości komórek z faz L i D z poszczególnych hodowli (1600 wyników pomiarów) nie przekraczały wartości podawanych w kluczu. Maksymalna długość komórek dojrzałych (L) wynosiła 18,4 mikrona (wg klucza — 25 mikr.), zaś minimalna autospor (D) — 7,2 mikrona (wg klucza — 6 mikr.). Zakres wymiarów długości komórek u form dojrzałych i autospor z poszczególnych czterech hodowli przedstawiają wykresy (ryc. 1 A, B). Z przebiegu krzywych frekwencji wynika, że wśród glonów z fazy L zdecydowanie największe wymiary długości wykazywały komórki z pożywki agarowej, najmniejsze z hodowli nieintensywnej. Wśród cenobiów z fazy D na ogół najmniejsze wymiary wykazywały glony z hodowli nieintensywnej, a największe zaś z hodowli intensywnej.

Tabela 2 — Table 2

Wartości współczynników długości i szerokości (d/s) u glonów z fazy L i D z czterech różnych hodowli

Values of length and breadth coefficients (d/s) at algae in phase L and D from 4 different cultures

Faza rozwojowa Development phase	Hodowla Culture		Przechowywanie na pożywce: Preservation on medium	
	intensywna intensive	nieintensywna extensive	płynnej fluid	stałej (agar) solid (agar)
L	2,49	2,32	2,35	2,69
D	3,17	2,56	2,66	3,11

Tabela 3 — Table 3

Wartości współczynników k dla glonów z czterech różnych hodowli

Values of coefficients k for algae from 4 different cultures

Faza rozwojowa Development phase	Hodowla Culture		Przechowywanie na pożywce: Preservation on medium	
	intensywna intensive	nieintensywna extensive	płynnej fluid	stałej (agar) solid (agar)
L	0,58	1,12	0,41	0,44
D	0,78	1,20	0,38	0,54

Szerokość komórek glonów. Największa szerokość wśród komórek form L wynosiła 9 mikronów i mieściła się w granicach wymiarów przyjętych dla tego gatunku, (wg klucza — 10 mikr.). Natomiast minimalna szerokość komórek glonów form D wynosiła 1,9 mikrona i była mniejsza o 0,6 mikrona od najmniejszej szerokości podanej w kluczu.

Z przebiegu krzywych frekwencji wymiarów szerokości (ryc. 2A, B) wynika, że u glonów dojrzałych największe wymiary posiadały komórki hodowane na po-

żywece agarowej. U autospor przebieg ten jest bardziej wyrównany. Ich szerokość waha się zdecydowanie w zakresie 2,5–3,5 mikrona.

Stosunek długości komórek do ich szerokości obliczono ze średnich wymiarów. Wartości współczynników d/s podano w tabeli 2. Z obliczonych wartości d/s wynika, że cenobia młodociane, pochodzące z hodowli intensywnej i z pożywki agarowej,

Ryc. 2. Krzywe frekwencji wymiarów szerokości komórek: *A* — dojrzałych (L), *B* — młodocianych (D). Pozostałe objaśnienia jak na ryc. 1

Frequency curves of breadth size: *A* — in ripe cells (L), *B* — in minor cells (D). Other explanations as in fig. 1.

składały się z komórek wyraźnie bardziej wydłużonych niż cenobia z hodowli nieintensywnej i kultury przechowywanej w pożywce płynnej. Podobnie, choć z mniejszą różnicą przedstawiało się u komórek dojrzałych.

Długość i zakres wymiarów kolców u cenobiów L i D ilustrują wykresy A i B na ryc. 3.

Z przebiegu krzywych frekwencji wynika, że wymiary długości kolców były bardzo zróżnicowane. U cenobiów dojrzałych najdłuższe kolce występowały wśród glonów z kultury hodowanej nieintensywnie, najkrótsze zaś wśród utrzymywanych w pożywce płynnej i na agarze. Pośrednie wymiary kolców posiadały glony z hodowli intensywnej. U autospor stwierdzono to samo zjawisko, przy czym w obrębie poszcze-

gólnych kultur występowało większe zróżnicowanie wymiarów kolców, niż u form dojrziałych.

Stosunek długości komórek do długości kolców (k). Jak już nadmieniono, ważną cechą systematyczną gatunku *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Brèb. jest wartość współczynnika k obliczonego z wymiarów długości komórki i długości kolca.

Ryc. 3. Krzywe frekwencji wymiarów długości kolców komórek: *A* — dojrziałych (L), *B* — młodocianych (D). Pozostałe objaśnienia jak na ryc. 1

Frequency curves of length size of spines: *A* — in ripe cells (L), *B* — in minor cells (D). Other explanations as in fig. 1.

Współczynnik ten może się wahać w zakresie wartości od $1/4$ do $2/3$. Wartości współczynników k z poszczególnych hodowli podano w tabeli 3. Obliczono je z wymiarów średnich i podano w ułamkach dziesiętnych.

Z tabeli 3 wynika, że u glonów z hodowli nieintensywnej wartość współczynnika k jest nawet wyższa od jedności i znacznie przekracza wartość podawaną jako charakterystyczną dla tego gatunku. U glonów z innych hodowli wartość współczynnika k na ogół nie wykracza poza przyjęte wartości.

Współczynnik zmienności wymiarów komórek i kolców u glonów z jednej kultury. Rozrzut wymiarów długości i szerokości komórek oraz długości kolców u glonów

z poszczególnych hodowli w pewnym stopniu przedstawiają wykresy krzywych frekwencji (ryc. 1—3). Dokładniejszy obraz tej dyspersji dały obliczenia statystyczne. Współczynnik zmienności W , wyrażony w procentach, został obliczony na podstawie wzoru:

$$W = \frac{\sqrt{V}}{\bar{y}} \cdot 100$$

gdzie

$$V = \frac{n S^2}{n - 1}$$

V jest średnim kwadratem, czyli stosunkiem sumy kwadratów $n S^2$ do $n - 1$. Sumę kwadratów $n S^2$ obliczono ze wzoru:

$$n S^2 = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}$$

Symbolem $\bar{y}$ oznaczono średnią arytmetyczną, a symbolem n liczbę powtórzeń (Oktaba 1963).

Obliczone dla $n = 200$ wyniki zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4 — Table 4

Rozrzut wymiarów długości i szerokości komórek oraz długości kolców u cenobiów z fazy L i D — podany procentowo

Dispersion of length and breadth sizes in cells and length of spines in coenobia from phases L and D — in percent

Wymiar Size	Faza rozwojowa Development phase	Hodowla Culture		Przechowywane na pożywce: Preservation on medium	
		intensywna intensive	nieintensywna extensive	płynnej fluid	stałej (agar) solid (agar)
długość komórki length of cell	L	11,3	9,1	8,5	9,4
	D	7,3	9,0	11,3	16,3
szerokość ko- mórki breadth of cell	L	12,7	17,6	11,7	16,7
	D	12,9	10,5	25,7	20,3
długość kolca length of spine	L	12,2	13,5	42,8	18,9
	D	15,4	26,8	66,4	42,2

Zestawione w tabeli 4 wartości wskazują, że największa zmienność wystąpiła wśród wymiarów długości kolców — zwłaszcza u glonów utrzymywanych w pożywce płynnej (42,8—66,4 %), oraz glonów fazy D na agarze (42,2 %). Również wartości W poszczególnych trzech wymiarów wśród cenobiów z jednej kultury są bardziej lub mniej zróżnicowane. Największe różnice stwierdzono u glonów

utrzymywanych w pożywce płynnej, a następnie na agarze. Głony z hodowli intensywnej cechują się niewielką dyspersją względem poszczególnych wymiarów i to tak u glonów z fazy rozwojowej L, jak i fazy D.

4. Komórka statystyczna

Dla lepszego przedstawienia różnic morfologicznych u cenobiów glonów pochodzących z różnych hodowli, sporządzono rysunek „komórki statystycznej”. Rysunek ten wykonano na podstawie wartości średniej arytmetycznej wymiarów długości i szerokości komórek i długości kolców. W tabeli 5 podano wykaz tych średnich wymiarów.

Tabela 5 — Table 5

Średnie wymiary komórek glonów z czterech różnych hodowli w mikronach
Mean sizes of algae cells from 4 different cultures in microns

Wymiar Size	Faza rozwojowa Development phase	Hodowla Culture		Przechowywane na pożywce: Preservation on medium	
		intensywna intensive	nieintensywna extensive	płynnej fluid	stałej (agar) solid (agar)
długość komórki length of cells	L	12,5	9,7	11,7	15,5
	D	10,8	8,7	9,7	9,8
szerokość komórki breadth of cells	L	5,0	4,2	5,0	5,7
	D	3,4	3,0	3,3	3,1
długość kolca length of spine	L	7,2	11,0	4,8	6,7
	D	8,5	10,6	3,6	5,3

Rysunki cenobiów glonów *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. sporządzone w oparciu o wymiary obliczone statystycznie, przedstawiono w tablicy I. Wykazują one dość wyraźne różnice morfologiczne zwłaszcza między glonami z hodowli nieintensywnej (Tabl. I rys. 2 i 4) i glonami przechowywanymi na agarze (Tabl. I rys. 5 i 7).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

W warunkach prowadzonych doświadczeń, sposób hodowli wywierał wpływ na morfologię badanego szczepu glonu *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.

Przy deficycie dwutlenku węgla i małej zawartości soli pokarmowych w pożywce, a więc w warunkach dla rozwoju glonów niekorzystnych, dość duża ilość cenobiów (10 — 16,8 %) nie rozwinęła się prawidłowo. W podobnych warunkach hodowli i przechowywania, ale na pożywce stałej (agar mineralny), formy zniekształcone

występowały w wyraźnie mniejszej ilości (2,8 %). Najmniejszą ilość form niekształconych (0,2 %) stwierdzono w kulturze hodowanej intensywnie, do której doprowadzano wystarczającą ilość dwutlenku węgla, soli pokarmowych, światła i utrzymywano optymalną temperaturę. Warunki utrzymywania glonów wpływały także na liczbę komórek w cenobiach. W czasie trwania hodowli zarówno intensywnej, jak i nieintensywnej, cenobia dwukomórkowe znajdowano nielicznie (0,4–1,7 %). Natomiast u glonów przechowywanych przez dłuższy okres czasu w pożywce płynnej i na agarze liczba cenobiów dwukomórkowych wzrosła do 11 % i 14 %, w pożywce płynnej i do 14,8 % na agarze. Tworzeniu się cenobiów ośmiokomórkowych wyraźnie sprzyjały korzystne warunki rozwojowe. W kulturze hodowanej intensywnie cenobia ośmiokomórkowe stanowiły 2,8 %, natomiast w warunkach mniej korzystnych tylko 0,2–0,3 %.

Sposób utrzymywania wywierał również wpływ na wymiary komórek glonów. Najdłuższe komórki występowały u glonów przechowywanych na agarze oraz hodowanych intensywnie, najkrótsze zaś w kulturze hodowanej w warunkach mniej korzystnych. Podobnie, chociaż mniej wyraźnie kształtowały się wymiary szerokości komórek.

Dużą zmienność stwierdzono w wymiarach długości kolców. Najkrótsze kolce posiadały glony w warunkach dłuższego przechowywania i to zarówno na agarze, jak i w pożywce płynnej. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że wartość k (stosunek długości kolca do długości komórki) u glonów z agaru wynosiła 0,54 i 0,44, a u glonów z pożywki płynnej 0,41 i 0,38 (dla fazy L i D). Wśród kultur utrzymywanych w stanie hodowli nieintensywnej (w warunkach słabszego rozwoju) glony posiadały kolce bardzo długie, i cieńsze. U tych glonów wartość k wynosiła 1,12 (dla fazy L) i 1,20 (dla fazy D). W tym przypadku wartość współczynnika k była wyższa od przyjętej dla tego gatunku. Glony hodowane intensywnie posiadały kolce rozwinięte dość równomiernie, o współczynniku k 0,58 u form z fazy rozwojowej L i 0,78 u form z fazy D.

Na podstawie analizy statystycznej obliczono współczynnik zmienności (wyrażony w procentach) dla wymiarów komórek i kolców. Stwierdzono dużą zmienność tych parametrów u glonów w stanie przechowywania. Największy rozrzut wymiarów wykazywały glony przechowywane w pożywce płynnej, a mianowicie dla długości komórek 84,5 %, szerokości komórek 11,7 %, długości kolców 42,8 % (u form z fazy L). Najmniejszy współczynnik zmienności stwierdzono u glonów hodowanych intensywnie. U glonów tych rozrzut poszczególnych wymiarów był w wysokim stopniu proporcjonalny i wynosił dla długości komórek 11,3 %, szerokości komórek 12,7 %, długości kolców 12,2 % (u cenobiów z fazy L).

U glonów w stanie przechowywania na pożywce stałej (agarowej) na ogół nie stwierdzono charakterystycznie wybarwiającego się pyrenoidu. Większość komórek pod wpływem działania płynu Lugola nie wykazywała zabarwionego punktu, a typowe dla skrobi sinoniebieskie zabarwienie występowało w całej objętości komórki.

Wnioski

1. Sposób utrzymywania glonów *Scenedesmus quadricauda* (szczep symb.: 130 Sc: II seria, Zator) wywierał istotny wpływ na wymiary komórek i kolców oraz budowę cenobiów u tych glonów. W warunkach niekorzystnych występowała tendencja do tworzenia się form zniekształconych oraz większej zmienności i nieproporcjonalności wymiarów komórek i kolców. Glony utrzymywane w korzystnych warunkach (hodowla intensywna) cechowały się wyraźnie mniejszą zmiennością morfologiczną.

2. Do prac taksacyjnych — porównywania i identyfikowania — najodpowiedniejszymi okazały się glony z kultur hodowanych intensywnie.

3. Biorąc pod uwagę rezultaty doświadczeń z kulturami glonów znajdującymi się w warunkach przechowywania wydaje się, że korzystniejsze jest środowisko agarowe.

Instytut Zootechniki

Zakład Doświadczalny w Zatorze

(Wpłynęło dn. 3.5.1968 r.)

SUMMARY

In laboratory experiments the method of culture had an influence on the morphology of the species of algae *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. examined.

When there was a carbon dioxide deficit and of nutrient salts content in the medium, that is to say in unfavourable conditions for the development of algae, a great number of coenobia (10—16.8%) did not develop normally. In similar conditions of culture and preservation but on solid medium (mineral agar) deformed shapes appeared in markedly decreased number (2.8%), the smallest number of deformed shapes (0.2%) was found in conditions of intensive culture, where the amount of carbon dioxide, nutrient salts and light were sufficient and optimal temperature was maintained. The conditions in which the algae were kept had also an influence on the cells number in coenobia. During intensive and extensive culture only few bicellular coenobia were found (0.4—1.7%). On the other hand, in algae preserved for a long time in liquid medium and on agar, the number of bicellular coenobia increased to 11% and 14% in fluid medium and to 14.8% on agar.

Good conditions of development favoured markedly the formation of 8 celled coenobia. In intensive culture 8-celled coenobia constituted 3,8% but in less favourable conditions only 2.2—0.3%.

The method of culture had also an influence on the size of algal cells. The longest cells appeared in algae kept on agar and in intensive culture, the shortest ones in culture kept in less favourable conditions.

The cell width dynamics followed a similar line though the differences were less pronounced.

A wide variability in spine length was noted. Algae kept longer on agar as well as on liquid medium had the shortest spines. It was found in the experiments that the value k (the ratio of spine length to to cell length) in algae preserved on agar was 0,54 and 0.44, but on algae preserved on liquid medium 0.41 and 0.38 (for phases L and D). In cultures kept in a state of extensive culture (conditions of weak development) algae had very long and thinner spines. In those algae value of k was 1.12 (for phase L) and 1.20 (for phase D). In this case coefficient value k was higher than the value determined for this species. Algae from intensive culture had spines uniformly developed with coefficient k 0.58 in the forms from development phase L and 0.78 in those from phase D.

On the basis of statistical analysis the variation coefficient (given as percentage) was calculated for cell and spine sizes. A wide variation of these parameters for preserved algae was found. The

greatest dispersion of dimensions was noted for algae preserved on liquid medium: for cell length 84.5%, for cells width 11.7%, for spines length 42.8% (in forms from phase L). Algae preserved in intensive culture had the smallest variation coefficient. In these algae the dispersion of the values of particular dimension was proportional in a high degree and amounted for cell length to 11.3%, for cells width to 12.7%, for spine length to 12.2% (in coenobia from phase L).

On the whole no characteristic discolouration of pyrenoid in algae preserved on solid medium (agar) was observed. Most cells did not exhibit the coloured point when treated with Lugol solution and the blue colouring characteristic for starch appeared in the whole volume of the cell.

Conclusions

1. The method of preservation of algae *Scenedesmus quadricauda* (species symb.: 130 Sc: II series, Zator) had an essential influence on the sizes of cells and spines and on the structure of coenobia in these algae. In unfavourable conditions there was a tendency to deformation, greater variability and unproportional sizes of cells and spines. Algae preserved in favourable conditions (intensive culture) were characterised by markedly lower morphologic variability.

2. For valuing—comparison and identification—the most suitable proved to be the algae from intensive culture.

3. Taking into account the results of experiments with algae in preservation conditions it seems probable that an agar medium is most favourable.

LITERATURA

- Burlew J. S., 1953., Algal culture from laboratory to Pilot plant, Carnegie Inst. of Wash., Pub. 600.
- Jankowski A., 1964., Badania nad selekcją glonów dla potrzeb kultur masowych, Wydawn. własn. Instytutu Zootechniki, Kraków, Zeszyt 176.
- Korszikow A. A., 1953, Wyznacznik prysnowodnych wodoroslej U.R.S.R. Podklas protokokowi (*Protococcineae*), Wydawn. Akad. Nauk U.R.S.R. Kijów.
- Lelèvre M., H. Jakob et M. Nisbert, 1952, Auto-et Hétéroantagonismus chez les algues d'eau douce, Ann. Stat. Centr. d'Hydrobiol. Appl. 4: 5—198.
- Oktaba W., 1963, Elementy statystyki matematycznej i metoda doświadczalnictwa, PWN, Łódź — Warszawa.
- Pascher A., 1915, Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, H. 5, Proto-coccales, Tetrasporales, Jena.
- Ružicka J., 1966, Erkenntnisse aus der Metodik der Selektion von Chlorococcalalgen, Wydawn. własn. Instytutu Zootechniki, Kraków. Zeszyt 208.
- Ukerkovich G., 1961, Die *Scenedesmus* arten Ungarns. Verlag Ungar, Akad. Wissenschaft, Budapest.
- Władimirowa M. G., W. E. Sjemienjenko, 1962, Intensywnaja kultura odnokletocznych wodoroslej, Akad. Nauk SSSR, Moskwa.
- Zurzycki J., 1958, Cykl Tymijja, Wiadomości Botaniczne 2: 1—12, PWN, Kraków.