O wpływie jonów na świecenie bakteryj. (L'influence des ions sur la luminescence bactérienne)¹⁾.

Napisał

M. LEBENBAUM.

I. Wstęp.

Świecenie istot żyjących, zwane organo- lub bioluminescencją, występuje u niektórych roślin (bakterje i grzyby), pierwotniaków, jamochłonów, robaków, owadów, mięczaków i ryb. Spotykamy wśród nich formy lądowe i morskie. Nie występują natomiast zupełnie w wodach słodkich. Ich światło jest barwy białej, żółtej, zielonej lub szmaragdowo-niebieskiej. Widmo jest ciągłe, nie można w niem rozróżnić barw, gdyż natężenie światła jest nieznaczne. Lode (15) wyznaczył przy pomocy fotometru Bunsena natężenie światła dla 1 mm² kolonji *Vibrio Rumpel* = 0,000,000,000,785 świecy Hefnera. Promieniowanie ograniczone jest tylko do środkowego obszaru widma słonecznego, osiąga swe maksimum w części promieni zielonych i pozabawione jest zupełnie promieni ciepłych. Nie zawiera promieni podczerwonych i pozafioletkowych i nie przenika poprzez ciała nieprzezroczyste. Światło organizmów ulega polaryzacji po przejściu przez pryzmat Nikola. Działa na płytę fotograficzną i wywołuje dodatni heljotropizm u roślin (Nadson, Molisch 18). Wytwarzanie się niewielkiej coprawda ilości chlorofilu stwierdził Issatschenko (12) w kiełkującym owsie wystawionym na działanie światła bakteriynego.

Według Coblentza (1) światło organizmów zbliżone jest do idealnego promieniowania w temperaturze 5000°. Optimum świecenia przypada na stosunkowo niskie temperatury zewnętrzne (15°—33°).

¹⁾ Présenté à la séance de la Société botanique de Pologne, section de Varsovie, le 27. II. 1930.

Istoty zjawiska świecenia organizmów dokładnie nie znamy. Pod względem chemicznym jest to przypuszczalnie reakcja utleniająca, gdyż w nieobecności tlenu światło natychmiast gaśnie. Z świecącej wydzieliny *Pholas dactylus* wyodrębnił Dubois (1, 8) substancję o charakterze enzymu utleniającego „lucyferazę” i składnik podlegający utlenieniu — „lucyferynę” o własnościach protein. Każde z tych ciał nie świeci z osobna, lecz dopiero po zmieszaniu ich wytwarza się światło. Według Harvey'a (8) lucyferyna zostaje utleniona w obecności tlenu przez lucyferazę na oxylucyferynę i skutkiem tej reakcji wytwarza się światło. Oxylucyferyna pod wpływem światła słonecznego, a zwłaszcza promieni ultra-fioletowych ulega redukcji i częściowo przemienia się w lucyferynę. Reakcja byłaby więc odwracalna.

Lucyferyna (LH_2) + O = oxylucyferyna (L) + H_2O + światło.

Substancje wyodrębnione przez Dubois i Harvey'a pochodzą od zwierząt, których wydzieliny świecą przez dłuższy lub krótszy okres czasu poza organizmem. Nie udało się natomiast otrzymać podobnych ciał z bakterij świetlnych.

Grupa bakterij świetlnych obejmuje około 30 gatunków, pospolicie występujących w morzu. Przystosowały się one do środowiska o względnie dużym zasoleniu. Formy, pochodzące z obszarów o zimnym lub umiarkowanym klimacie są psychrofilami, tropikalne — rozwijają się dobrze i w wyższych temperaturach. Jedynie *Bacterium phosphorescens* Fischer jest względnym anaerobem (2). Pozostałe gatunki rozwijają się tylko w warunkach tlenowych. Tlen niezbędny jest również dla świecenia. Według Harvey'a i Morrisona (10) jednostka wagowa tlenu rozpuszczona w 3,700.000.000 ccm wody morskiej stanowi minimum koncentracji tlenu dla świecenia. W pożywkach wymagają obecności pewnych soli mineralnych oraz substancyj organicznych, szczególnie peptonu. Niektóre z nich muszą mieć jeszcze dodatkowe źródło węgla, a mianowicie cukry. Wymagania pod temi względami mogą zmieniać się w pewnych granicach, zależnie od gatunku bakterji. Możemy stworzyć warunki, w których bakterje rozwijają się, nie świecąc wcale. Oba te procesy nie są jednak ze sobą ściśle związane, co szczególnie uwidocznia się przy działaniu soli.

Optymalna koncentracja soli przeważnie zbliżona jest do stężenia soli w wodzie morskiej (2⁰/₀—3·5⁰/₀).

II. Dotychczasowe badania.

Mc. Kenney (20) przeprowadził doświadczenia dla *Bacillus phosphorescens* Fischer w pożywce złożonej z wody destylowanej

i 1% peptonu dla koncentracji 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 i 15% soli kuchennej. Z wyjątkiem 0.25% NaCl bakterje rozwinęły się w pozostałych koncentracjach. W 0.5, 10, 15% NaCl rozwój był bardzo słaby i wkrótce w 10 i 15% ustał zupełnie. W koncentracjach 1—3% rozwijały się bakterje dobrze i świeciły.

Issatschenko (20) wyizolował z ryby złowionej w Bugu, *Bacterium Hippanis*, świecącą równie silnie na podłożach, zawierających 0.5% jak i 3% NaCl.

Obniżenie koncentracji soli wpływa w słabszym stopniu na rozwój, niż na świecenie. Bakterje rozwijają się dość dobrze w niższych koncentracjach, nie świecąc atoli wcale.

Molisch (18, 19) przypisuje solom działanie osmotyczne. Dzięki nim podłoże i zawartość komórki stają się mniej więcej izosmotyczne. Ponieważ bakterje świetlne przeważnie występują w morzu, dlatego, być może, koncentracja soli zbliżona do stężenia wody morskiej najlepiej im odpowiada.

Harvey (7) rozcieńczał wodą destylowaną zawiesinę bakteryj w wodzie morskiej. W miarę rozcieńczania światło przygasało. Natomiast, rozcieńczając tę samą zawiesinę roztworem cukru trzcinowego, nie zauważył prawie żadnej zmiany w natężeniu światła. Ten sam autor stwierdził również, że przy znacznych rozcieńczeniach takiej zawiesiny bakterje ulegają cytolizie z powodu zbyt niskiego ciśnienia osmotycznego.

Specyficznemu, jakościowemu i ilościowemu składowi soli w wodzie morskiej przypisują B. Fischer (4, 19) i Katz (13) szczególny wpływ na świecenie. Harvey (7) natomiast, stwierdza niezależność świecenia bakteryj od tego składu. Bakterje świecą w czystym NaCl bez dodatku jakichkolwiek jonów dwuwartościowych.

Z soli, wchodzących w skład wody morskiej, NaCl zdaje się wywierać największy wpływ na świecenie. Natomiast Beijerinck (20) i Dubois (20) zwrócili uwagę, iż można w pożywkach zastąpić NaCl odpowiednimi ilościami innych soli mineralnych.

Na podstawie doświadczeń nad *Bact. phosphoreum* (Cohn) Molisch i *Bacillus photogenus* Molisch, z pożywkami o określonym składzie chemicznym (H_2O — 1000.0, $MgSO_4$ — 0.25, K_2HPO_4 — 0.25, Pepton — 10.0, Cukier — 20.0, Żelatyna — 100.0), twierdzi Molisch (18), że nie tylko sól kuchenna, ale i chlorki K, Mg i Ca, a z innych soli KNO_3 , KJ i K_2SO_4 umożliwiają świecenie i rozwój. W pożywkach z $MgSO_4$ bakterje silnie się rozwijały, ale nie świeciły. Najsilniej świeciły kultury z KNO_3 i KCl, następnie z kolei NaCl, KJ, $MgCl_2$ i wkońcu K_2SO_4 . Żadnego prawie świecenia nie wywołuje $MgSO_4$

i K_2HPO_4 . Rozwój bakterij zostaje zupełnie zahamowany przez $MnCl_2$.

Harvey (7), dodając kroplę gęstej emulsji bakterij do 30 cm^3 roztworu soli lub wody morskiej, uwzględniał w doświadczeniu tylko chlorki wody morskiej i określa KCl, jako względnie nietrujący, aczkolwiek wpływa na świecenie w słabszym stopniu niż sól kuchenna. Bezwzględnie trującym, według niego, są $CaCl_2$ i $MgCl_2$, gdy dodane są oddzielnie do wody. Natomiast w obecności NaCl zaświeciły bakterje w roztworach do których dodano $CaCl_2$ i $MgCl_2$ oddzielnie i razem.

Według Mc. Kenney'a (20) tylko Mg może zastąpić Na; ujemne wyniki otrzymał dla K, NH_4 , Li, Rb, Ca, Ba i Sr.

Gerretsen, (dla *Photobacterium javanense*), (5) przeprowadził doświadczenia z roztworami soli w buljonie z ryb, izotonicznymi z 3% roztworem soli kuchennej. Świecenie tej samej siły co NaCl spowodowały: NaBr, $NaNO_3$, Na_2SO_4 i $Na_2S_2O_3$; nie zastępują soli kuchennej NaJ i octan sodu. Można więc, nie zmieniając natężenia świecenia, podstawić anjon Cl' w soli kuchennej przez inne anjony. Przy próbie podstawienia katjonu w NaCl tylko z $MgCl_2$ otrzymał Gerretsen silnie świejące kultury; o wiele słabiej świeciły kultury z NH_4Cl i KCl. Nie zaświeciły kultury z LiCl, a bakterje wcale nie rozwinęły się w buljonie z $CaCl_2$ i $MnCl_2$. Na tej podstawie przypisuje Gerretsen specyficzne oddziaływanie na świecenie — katjonowi. Podstawiając wreszcie katjon i anjon otrzymał ujemne wyniki dla KJ i K_2SO_4 , a siła świecenia w kulturach z KBr, KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$ i $MgSO_4$ nie dorównywała świeceniu kultur z solą kuchenną.

Różnice w otrzymanych wynikach możnaby częściowo wytłumaczyć tem, iż poszczególne prace odnoszą się do różnych gatunków bakterij, i że pożywki stosowane dla nich nie posiadały jednakowego składu.

III. Własne badania.

1. Metodyka.

Nader ważnem dla spostrzeżeń porównawczych jest również uwzględnianie odpowiedniego przystosowania wzroku dla oceny natężenia światła i spostrzegania jego barwy. W pracy niniejszej oceniałem natężenie światła okiem adaptowanym w ciemni przez 15—30 minut, wychodząc ze światła elektrycznego. Działanie kontrastu następczego można zmniejszyć, gasząc światło w ciemni po uprzednim zamknięciu oczu.

W oznaczaniu natężenia światła kierowałem się następującą regułą:

dla światła słabego barwy szaro-zielonej: „+“

„ „ silnego barwy sino-zielonej: „++“

„ „ b. silnego błyszczącego barwy seledynowej: „+++“

wszystko dla kultur w próbkach średnicy 1.5–2 cm, zawierających ok. 5 cm³ buljonu dobrze skłóconego. Przyjmując „+“ za jednostkę, sumuję otrzymane wyniki dla trzech równoległych hodowli i w odpowiedniej skali odkładam na osi rzędnych wykresów, zaznaczając na osi odciętych czas i odpowiadającą temperaturę. Otrzymuje się w ten sposób wykres natężenia światła dla każdej koncentracji. Dla oznaczeń niezdecydowanych „+?“ przyjęto 1/2 jednostki. Przy badaniu wpływu temperatury na natężenie świecenia zawiesiny *Bact. phosphorescens* w wodzie morskiej zastosował Morrison odpowiednio zmodyfikowaną ławę optyczną z kostką fotometryczną (wg. Hyde-Cady). Zmiany natężenia światła odczytywał na miliamperomierzu włączonym do obwodu złożonego z 6–8 V. żarówki samochodowej i opornicy, przy pomocy której dostosowywał natężenie światła żarówki do świecenia zawiesiny bakterij.

2. Bakterje.

Bakterje świetlne wyodrębniłem z flaków z Helu, hodując je na buljonie, (otrzymanym przez godzinne gotowanie 250 gr mięsa niesolonego śledzia w litrze wody), i na 12% żelatynie buljonowej z dodatkiem 3.8% soli morskiej.

Na szalkach rozwijają się świecące kolonie w temperaturze 5°–11° po 2-ch dniach, i wtedy przedstawiają się one makroskopowo jako okrągłe, wypukłe guziczki średnicy około 1 mm, o słabym połysku barwy biało-kremowej. Przy powiększeniu 60-krotnym kolonia jest okrągłą o brzegach nieostrych, rozmazanych, cokolwiek jaśniejszych, niż ciemno-żółty środek. Jest drobnoziarnistą i mało przezroczystą. W ciemnym polu widzenia kolonie świecą światłem seledynowym. (Ryc. 79).

Bakterje w kropli buljonu przedstawiały się jako nieświecące, krótkie, nieforemne, niejednakowej grubości pogięte pałeczki lub bryłki kuliste i owalne (Ryc. 81). Wielkość bakterij mierzona na preparacie, barwionym błękitem metylenowym, waha się w granicach 1–4 μ . Są nieruchliwe i spor nie tworzą. Są grampozytywne i bardzo dobrze zabarwiają się błękitem metylenowym. Wewnątrz komórek

można było rozróżnić po jednym lub kilka jaśniejszych miejsc, prawdopodobnie wakuole (?), zabarwiające się słabiej błękitem metylenowym. W próbkach z buljonem, zmętnionym wskutek rozwoju bakterij, świecenie występuje najsilniej tuż pod powierzchnią płynu i czasem na dnie próbówki na grudkach osadu. Nie tworzą na powierzchni kożuchów ani błonek.

W próbkach z żelatyną rozwijają się wzdłuż całego nakłucia, nie rozpuszczając żelatyny. Nakłucie rozwija się w kształcie wąskiego lejka, rozszerzającego się ku powierzchni żelatyny. Bakterie rozwijają się w nakłuciu w postaci ziarnistych kolonij barwy biało-kremowej. Na powierzchni żelatyny kolonie rozwijają się szybko, tworząc zbity masę, matową, białą-kremową, łatwo nabierającą się na igłę platynową i dającą się rozprowadzić w płynie. Kolonie w głębi żelatyny rozwijają się słabiej, (Ryc. 80).

Ryc. 79. Kolonia pod mikroskopem. 60 $\times$.

Ryc. 80. Rozwój w żelatynie.

Powyższa bakteria jest najwięcej podobną do *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molisch, różni się jednak od tej tem, iż nie tworzy kolonij o promienistej strukturze. Hodowle świecą najsilniej 3-go lub 4-go dnia błyszcząc światłem barwy seledynowej. Po 4-ch do 5-u dniach światło matowieje i przybiera barwę sino-zieloną. Wreszcie po 7—8 dniach świecenie jest słabe i ma barwę szaro-zieloną. Po skłóceniu próbek z buljonem natychmiast wzmacnia się świecenie. Hodowle w buljonie świeciły od 4-ch do 7-u tygodni. W żelatynie kolonie z powierzchni świeciły 3—4 tygodni, zaś w głębi żelatyny 2 do 5 dni.

Światło w 3—4 dniowych hodowlach buljonowych było tak silne, że można je było dostrzec nawet w oświetlonym pokoju w miejscu zacienionem. Jednakże działanie na płytę fotograficzną jest bardzo słabe.

Temperatura w ciemni, w czasie obserwacji, wahała się w granicach od 5° do 11° C. Bakterie nie przestawały świecić i w niższych temperaturach. Kolbkę z buljonem, zawierającym b. silnie świecące bakterie (4-o-dniowa hodowla) zamrażałem w temperaturze -25° w ciągu 15 minut. Otrzymany lód świecił tylko nieco słabiej, niż sam buljon. Po 24-o godzinnem zamrażaniu w temperaturze -25° lód przestał wprawdzie świecić, ale po powolnem odtajeniu buljon silnie świecił. Po przeszczepieniu z tej hodowli na świeży buljon otrzymano b. silnie świecące hodowle.

Ryc. 81. *Bact. phosphoreum* (Cohn) Molisch. Pow. 1100 $\times$. (Z 4-dniowej hodowli na żelatynie).

3. Wpływ koncentracji soli morskiej i kuchennej. (Ryc. 82).

Doświadczenie przeprowadzono w trzech równoległych próbkach z buljonem dla każdej koncentracji soli morskiej i soli kuchennej. Do obliczeń skład wody morskiej przyjęto według Forchhammera (14):

NaCl	30.192‰
KCl	0.779 „
MgCl ₂	3.240 „
MgSO ₄	2.638 „
CaSO ₄	1.605 „

Uwzględniając konieczność zachowania jednakowego ciśnienia osmotycznego, otrzymujemy dla koncentracji

soli morskiej	NaCl
3·8 ⁰ / ₀	3·4 ⁰ / ₀
3·0 „	2·6 „
2·0 „	1·8 „
1·5 „	1·3 „
1·0 „	0·9 „
0·5 „	0·4 „

Ryć. 82.

Z doświadczenia wynika, że wyizolowane bakterje świecą najsilniej w koncentracjach wyższych (3·0⁰/₀ — 1·5⁰/₀ soli morskiej i 2·6⁰/₀ — 1·3⁰/₀ soli kuchennej); nieco słabiej w 3·8⁰/₀ soli morskiej i w 3·4⁰/₀ soli kuchennej. W koncentracjach niskich bakterje świecą bardzo słabo i krótko. Silne świecenie utrzymuje się dłużej w buljonie z solą kuchenną, niż solą morską. Bakterje rozwijają się silniej w koncentracjach wyższych. Zmętnienie buljonu w hodowlach o silnym świeceniu jest większe, niż w kulturach słabo świecących. W buljonie bez dodatku soli bakterje wcale nie rozwijają się. Kontrolne przeszczepienia z takiego buljonu do buljonu z dodatkiem soli morskiej lub kuchennej oraz szczepienie bakterjami żelatyny buljonowej bez soli nie wykazały żadnego rozwoju. W niskich koncentracjach soli (1·5⁰/₀ — 0·5⁰/₀ soli

morskiej i 1·3⁰/₀ — 0·4⁰/₀ NaCl) bakterje rozwijają się, nie świecąc jednakże wcale (żelatyna). Odczyn buljonu, zarówno z solą morską jak i solą kuchenną, po 16 dniach był wyraźnie alkaliczny i wahał się około pH=8·0.

4. Wpływ NaCl, KCl, MgCl₂ i CaCl₂. (Ryc. 83 i 84).

Doświadczenie przeprowadzone dla koncentracji m/2, m/4, m/8, m/16 i m/32 NaCl, KCl, MgCl₂ i CaCl₂ w buljonie. Doświadczenie potwierdziło poprzednio otrzymane wyniki odnośnie do koncentracji

Ryc. 83.

solii kuchennej. Najsilniejsze i najdłuższe świecenie miało miejsce w buljonie z NaCl. Hohowle z KCl i MgCl₂ świeciły o wiele słabiej, przyczem w buljonie z KCl krócej niż w buljonie z MgCl₂. Próbkówki z CaCl₂ z wyjątkiem koncentracji m/8 wcale nie zaświeciły.

Odczyn buljonu:

sól	przed zaszczepieniem	po 15-u dniach
NaCl	pH = 6·64	pH = 8·9
KCl		pH < 8·9
MgCl ₂		pH < 8·9
CaCl ₂		pH = 6·6

5. Wpływ Na_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 i CaSO_4 . (Ryc. 85).

Dla siarczanów Na, K, Mg i Ca przeprowadzono doświadczenie w tych samych co i poprzednio koncentracjach. W większości próbów-

Ryc. 84.

Ryc. 85.

wiek żadnego rozwoju ani świecenia nie zauważyłem. Słabo zaświeciły próbówki z Na_2SO_4 i MgSO_4 w koncentracjach m/2, m/4 i m/8

w 2-gim dniu po szczepieniu. W buljonie z K_2SO_4 tylko jedna pró-
bówka w koncentracji m/8 świeciła słabo 2 dni. Buljon z $CaSO_4$
wcale nie zaświecił. Stosunkowo długo świecił buljon z m/8 $MgSO_4$.

Odczyn buljonu:

sól	przed szczepieniem	po 18-u dniach
Na_2SO_4	pH = ok. 6·8	pH = 8·9
K_2SO_4		pH = 8·0
$MgSO_4$		pH = 8·0
$CaSO_4$		pH = 6·8

Ryc. 86.

6. Wpływ mieszaniny Na_2SO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$ i $CaSO_4$. (Ryc. 86).

W mieszaninie tej zachowana została proporcja i ilość katjonów
taka jak w wodzie morskiej, a więc:

w wodzie morskiej

NaCl	30·19 ⁰ / ₀₀
KCl	0·78 "
MgCl ₂	3·24 "
MgSO ₄	2·64 "
CaSO ₄	1·61 "
	<hr/>
	38·45 ⁰ / ₀₀

w mieszaninie

Na_2SO_4	36·73 ⁰ / ₀₀
K_2SO_4	0·91 "
$MgSO_4$	9·24 "
$CaSO_4$	1·61 "
	<hr/>
	48·49 ⁰ / ₀₀

Doświadczenie przeprowadzono dla mieszaniny w koncentracjach 4·8⁰/₀, 2·4⁰/₀ i 1·2⁰/₀. Równolegle wykonano doświadczenie kontrolne dla soli morskiej w odpowiadających koncentracjach 3·8⁰/₀, 1·9⁰/₀ i 1·0⁰/₀.

Zaświeciła niewielka ilość probówek słabym światłem drugiego dnia po szczepieniu. W koncentracjach 2·4⁰/₀ i 1·2⁰/₀ świecenie trwało 1 dzień, w 4·8⁰/₀ — 7-go dnia jeszcze nie zgasło zupełnie. Kontrola z solą morską potwierdziła wyniki poprzednio otrzymane. Odczyn buljonu przed zaszczepieniem był obojętny pH = 6·8, po 18 dniach pH = 8·9, a więc alkaliczny.

Ryc. 87.

7. Wpływ glukozy. (Ryc. 87).

Używając buljonu z 3⁰/₀ soli morskiej, jako rozpuszczalnika, zrobiono roztwory m/5, m/10, m/20 i m/40 glukozy.

Wszystkie probówki zaświeciły już po 24 godzinach, a drugiego dnia po zaszczepieniu świecenie było bardzo silne. W buljonie z glukozą rozwijały się bakterie słabo, ziarnistymi skupieniami, nie powodując zmętnienia buljonu, świecąc jednakże bardzo silnie. W kontrolnych hodowlach z 3⁰/₀ soli morskiej bez dodatku glukozy rozwój był bardzo silny, zmętnienie mocne, równomierne, a świecenie początkowo tego samego natężenia, później nawet silniejsze niż w buljonie z glukozą. Odczyn buljonu z glukozą i bez glukozy przed szczepieniem był obojętny (pH = 6·8). Po 18 dniach odczyn buljonu

z glukozą był kwaśny ($\text{pH} = \text{ok. } 5.2$), zaś buljonu bez glukozy alkaliczny ($\text{pH} = 8.0$).

Należy tutaj zaznaczyć, iż Harvey (7) stwierdził hamujący wpływ na świecenie już bardzo słabych koncentracji zasad i kwasów. Organiczne kwasy i zasady oddziałują w słabszym stopniu niż kwasy i zasady nieorganiczne; np.:

HCl w koncentracji	n/4000	— kw. walerjanowy	— n/2000
NaOH	„ n/1000	— metylamina	— n/500

IV. Wnioski.

1) Wyizolowane przezemnie bakterje świetlne nie rozwijają się wcale na pożywkach bez dodatku soli.

2) Aczkolwiek pochodzą one z morza o słabem zasoleniu ($\text{Hel } 0.7\%$ (7)), rozwijają się i świecą najlepiej w koncentracjach soli wód morskich o normalnem zasoleniu.

3) Z soli rozpuszczonych w wodzie morskiej sól kuchenna wywiera decydujący wpływ na bakterje świetlne.

4) W soli kuchennej większe znaczenie ma katjon niż anjon.

5) Również Mg i K wpływają na świecenie, w słabszym jednak stopniu niż Na.

6) Silnie trująco oddziałują katjon Ca i anjon SO_4 .

7) Dodanie glukozy do pożywki potęguje początkowo świecenie, które jednakże szybko słabnie wskutek zakwaszenia środowiska.

Pozwalam sobie podziękować Panu Prof. Kazimierzowi Bassalikowi za światłe wskazówki i kierownictwo przy wykonywaniu niniejszej pracy.

Z Zakładu Fizjologii Roślin Uniwersytetu Warszawskiego.

Literatura.

1. Bayliss, W. M. Principles of General Physiology. London, 1927.
2. Benecke, W. Bau und Leben der Bakterien. Leipzig u. Berlin, 1912.
3. Demel, K. Biologia morza. Warszawa, 1927.
4. Fischer, B. Über einen neuen lichtentwickelnden Bacillus. Ctbl. f. Bact. III. Band, 1888.
5. Gerretsen, F. C. Über die Ursachen des Leuchtens der Leuchtbakterien. Ctbl. f. Bact. II Abt. 52 B, 1920.
6. Harvey, E. N. Studies on Light Production by Luminous Bacteria. Am Journ. of Physiology. Vol. 37, 1915.

7. Harvey, E. N. The Effect of Certain Organic and Inorganic Substances open Light Production by Luminous Bacteria. Biol. Bull. Vol. XXIX, 1915.
8. — The Nature of Animal Light. Philadelphia, 1920.
9. — The Effects of Light on Luminous Bacteria. Journ. of Gen. Physiology. Vol. VII, 1925.
10. Harvey, E. N. and Morrison. F. Th. The Minimum Concentration of Oxygen for Luminescence by Luminous Bacteria. Journ. of Gen. Physiology. Vol. VI, 1924.
11. Harvey, H. W. Biological Chemistry and Physics of Sea Water. Cambridge, 1928.
12. Issatschenko, B. Zur Erforschung des Bakterienlichtes. Ctbl. f. Bact. Abt. II. Band XIX, 1907.
13. Katz, O. Zur Kenntniss der Leuchtbakterien. Ctbl. f. Bact. Band IX, 1891.
14. Küster, E. Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Leipzig u. Berlin, 1921.
15. Lode, A. Versuche, die optische Lichtintensität bei Leuchtbakterien zu bestimmen. Ctbl. für Bact. I. Abt. Originale. Bd. XXXV, 1904.
16. Morrison, F. Th. The Influence of Temperature on the Intensity of the Light of Luminous Bacteria. Journ. of Gen. Physiology. Vol. VII, 1925.
17. Mangold, E. Die Produktion von Licht. Winterstein's Handb. d. vergl. Phys. 1910—1914, Jena.
18. Molisch, H. Leuchtende Pflanzen. Jena, 1904.
19. — Photogene Bakterien. Lafar's Handb. d. techn. Mykologie. I Band, 1906.
20. Pratje, A. Das Leuchten der Organismen. München, 1923.

Résumé.

Les bactéries ont été isolées des barbes de la presqu'île de Hel, à une température de 5—11° C.

Elles forment des baguettes irrégulières, difformes, courbées, d'épaisseur différente, souvent ressemblantes aux cocci, d'une longueur de 1—4 μ . Les cellules, à une ou plusieurs vacuoles très distinctes, sont immobiles, prennent le Gram et se colorent le mieux avec le bleu de méthylène. Sur les plaques de gélose ou de gélatine, elles forment des colonies rondes, épaisses, uniformément granuleuses, opaques, d'une couleur crème. Le bouillon se trouble uniformément, et il ne se forme pas de pellicule; dans les vieilles cultures il se constitue un sédiment granuleux et luminescent. La bactérie, ressemblant beaucoup au *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molisch, diffère de cette espèce par l'absence, dans ses colonies sur la gélose ou la gélatine, d'une structure stratiforme. Par suite des différentes expériences exécutées avec cette bactérie les principaux résultats sont résumés comme suit:

1. La bactérie étudiée ne se développe pas du tout dans des solutions nutritives contenant moins de 0.5% de sel.

2. L'action du sel n'est point du tout de l'ordre osmotique, parceque des solutions isosmotiques de sucre ne donnent ni développement ni luminescence.

3. L'optimum de la luminescence est dans une concentration du sel marin telle quelle existe à l'eau de l'océan, c. à d. 3·8‰ du sel marin et 3·4‰ du NaCl, bien que la bactérie soit d'origine d'une mer de teneur saline très basse (environ 0·7‰ près de Hel).

4. La luminescence des cultures s'effectue le mieux aux températures de 5 à 15° C, mais se produit encore à — 25° C (bien que faiblement).

5. La luminescence augmente beaucoup chez des bactéries exposées d'abord à une temp. de moins que 0°.

6. C'est le NaCl parmi les sels marins qui a l'influence décisive sur la luminescence.

7. L'action du kation Na surpasse l'action de l'anion Cl.

8. L'importance de ions K et Mg et considérablement moindre, pendant que Ca et SO₄ sont nocifs.

9. L'addition de la glucose au bouillon de poisson favorise d'abord, jusqu'à un P_H de 6·8, le développement et la luminescence, qui cesse à ce point; quand le P_H tombe, jusqu'à P_H 5·2 tout le développement cesse complètement.

Institut de Physiologie végétale de l'Université de Varsovie.