Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. VII, Nr. 4, 1930.

Narośle bakteryjne na niektórych słodkowodnych gatunkach rodzaju *Chantransia* Fr.

(Die Bakteriengallen auf manchen Süsswasserarten der Gattung *Chantransia* Fr.).

Napisał
KAROL STARMACH.
(Tablica XXVI).

Wstęp.

Narośle bakteryjne u roślin wyższych są bardzo rozpowszechnione. Występują one na najrozmaitszych częściach rośliny, począwszy od korzeni. Znane też były bardzo dawno i do dziś są bodajże najlepiej zbadane. Inaczej jednak jest, jeżeli chodzi o podobne utwory u roślin niższych. U skrytopłciowych wogóle, znane są narośle bakteryjne jedynie u glonów i to u niewielu gatunków z pośród zielenic i krasnorostów.

Literatura w tym przedmiocie jest dosyć skąpa.

Schmitz (1892), podaje szereg krasnorostów morskich jak: *Cystoclonium purpurascens, Chondrus crispus, Delesseria sanguinea* i innych (ogółem 10), posiadających bulwkowate narośle bakteryjne na gałązkach. Bakterje we wszystkich podanych przez Schmitz'a wypadkach, żyją wyłącznie międzykomórkowo. Powodują one na gałązkach glona tworzenie się bulwkowatych narośli, z początkiem zwykle kulistych, potem nieregularnie w różne strony powyginanych. Bakterje rozrastają się intensywnie wewnątrz narośli, obejmując coraz to większe przestrzenie międzykomórkowe. Rozluźniają one stopniowo tkankę glona, powodując w końcu zupełne rozdzielenie się i odpadanie luźnych komórek. W tej porze same bakterje dostają się do wody, za pośrednictwem której zarażają nowe rośliny.

Lagerheim (1900), opisuje podobne narośle na zielenicy *Urospora mirabilis* wywołane przez *Sarcinastrum Urosporae* Lagerh.

Chemin (1927) [1]), studjował szereg wypadków zaatakowania tkanek krasnorostów morskich przez bakterje. Miał on do czynienia także z gatunkami podawanemi dawniej przez Schmitz'a (l. c.), łatwo ulegającemi zakażeniu. W swej pracy Chemin dochodzi do wniosku, że krasnorosty mogą być tak samo atakowane przez bakterje, jak rośliny wyższe. Bakterje niszczą zawsze tkanki glonów, które zaatakowały. Rozprzestrzenianie się ich jest jednak zawsze ograniczone i prowadzi do zniszczenia pewnej zaatakowanej strefy, jak u *Rodymenia palmata* lub *Chondrus crispus*, lub do wytworzenia narośli, jak np. u *Cystoclonium purpurascens*. Chemin wskazuje też na wielkie podobieństwo narośli u *Cystoclonium* do tumorów bakteryjnych u roślin wyższych.

Na krasnorostach słodkowodnych, znane były oddawna narośle bakteryjne (galasówki) jedynie na różnych gatunkach rodzaju *Chantransia*. Początkowo, uważane one były bądźto za tetraspory, bądź też za tetraspory zmienione w utwory wegetatywne, lub wreszcie za zbiorniki materjałów zapasowych (Peter 1888). Rysuje je Sirodot (1884) w swej monografji „Les Batrachospermes" (tabl. 47). Brand (1895) określił je pierwszy jako utwory powstające pod wpływem pasorzytów, zaś w następnej swojej pracy, dotyczącej rodzaju *Chantransia* (1897), podał ich krótki opis. Brand, spotkał narośle na *Chantransia pygmaea, Ch. chalybea* i *Ch. violacea*. Wywołują je, jak mówi (l. c. 1897), bakterje, które osadzają się na powierzchni błony komórkowej, a nawet z czasem dostają się do wnętrza komórki, tworząc tam łańcuszkowate skupienia. Utwory te spotykał Brand bardzo rzadko i w niewielkich ilościach tak, że do zupełnego wyjaśnienia ich budowy brakło mu materjału. Od tego czasu nie spotykamy w literaturze żadnej nowej wzmianki o naroślach bakteryjnych u Chantransji. Autorowie zajmujący się naroślami u glonów jak Trotter (1901), lub Küster (1911), powtarzają jedynie to, co Brand zauważył.

W latach ubiegłych spotykałem stale w wielu miejscowościach narośle bakteryjne na różnych gatunkach słodkowodnych Chantransyj Niedokładny opis tych mało znanych utworów, a jednak w pewnych warunkach bardzo często występujących, przytem morfologicznie ciekawych, skłonił mnie do bliższego zajęcia się niemi.

Pochodzenie materjału.

Po raz pierwszy, zauważyłem narośle bakteryjne na *Chantransia pygmaea* jeszcze w roku 1926 w materjale zbieranym w Pcimiu

[1]) Także 1931. Revue Algologique Tome V. S. 316.

(pow. Myślenice) w małym górskim potoku na zach. stoku góry Łysiny. Materjał zbierany był z początkiem maja, a więc w porze, kiedy w potokach karpackich najintensywniej rozwija się *Chantransia*. Młode, jeszcze silnie rosnące gałązki tego glona miały tu i ówdzie nienormalnie zgrubiałe komórki, a zaledwie w pojedynczych wypadkach widać było dobrze już rozwinięte narośle, z dużemi kolonjami bakteryj na szczytach. Powtarzało się to jednak bardzo rzadko i dopiero materjał z czerwca i sierpnia tego samego roku dostarczył dużej ilości zarażonych krzaków. Zbierałem następnie co pewien czas stale w tych samych miejscach Chantransję, śledząc tym sposobem rozwój narośli i porę ich największego pojawiania się. Pora ta tak na tym, jak i na innych stanowiskach karpackich, przypada w lecie i z początkiem jesieni. Z początkiem zimy, narośle znikają wraz z większą częścią obumierających w tej porze krzaków Chantransji.

W latach następnych, zbierałem pokryte naroślami krzaki *Chantransia pygmaea* i *Ch. chalybea* w wielu potokach górskich w płd. części powiatu myślenickiego i w kilku potokach Gorców. W największej ilości pojawiają się co roku narośle na *Chantransia pygmaea* i *Ch. chalybea* w Gorcach w potoku płynącym z Koniny przez Niedźwiedź i Podobin do Mszany Dolnej. Oba powyżej wymienione gatunki są tutaj bardzo pospolite i występują niekiedy razem, zaś najczęściej *Ch. pygmaea* usadawia się na kamieniach małych wodospadów lub w korycie rzeki na bystrzejszym prądzie, podczas gdy *Ch. chalybea* wybiera raczej niezbyt szybko płynące wody. Oba gatunki w tym potoku są najczęściej całkowicie lub częściowo inkrustowane wapieniem. W rzadkim wypadku, kiedy krzaki Chantransji nie inkrustują się wapieniem, obraz ich skupień jest w gruncie rzeczy podobny do inkrustacyj, bo wówczas krzaki oblepione zostają niesionym w obfitości przez wodę potoku namułem. Wyjątek stanowią tu krzaki rosnące na ścianach, lub u podnóża wodospadów, gdyż silny prąd wody nie sprzyja w takich miejscach osadzaniu się namułu i krzaki Chantransji pozostają czyste. Z warunkami miejscowemi, w jakich krzaki Chantransji pozostają, idzie w parze pojawianie się na nich narośli. Pojawiają się one zawsze w dużej ilości tak na inkrustowanych wapieniem, jak i na oblepionych mułem krzakach zaś o wiele rzadziej widać je na czystych krzakach Chantransji, rosnącej na ścianach wodospadów. Pora ich największego pojawiania się jest taka sama, jak w potokach Łysiny. W lecie jest ich najwięcej, natomiast z początkiem zimy giną już prawie wszystkie.

Poza wymienionemi wyżej stanowiskami widziałem jeszcze jednak w bardzo nielicznych wypadkach, narośle na *Ch. violacea* w potoku

„Suszanka“ w Pcimiu (pow. Myślenice) tudzież na *Ch. Hermanni* w Białej i Czarnej Wisełce na Baraniej Górze. Występują one też na *Ch. chalybea* w Prądniku koło Witkowic (Kraków) i w Łysogórach w rzece Pokrzywiance, w miejscowości Włochy, na wsch. od Nowej Słupi.

Na wszystkich 4-rech wymienionych gatunkach narośle są zupełnie do siebie podobne, tak co do kształtu, jak i sposobu tworzenia się. Jednakowe są również wywołujące je bakterje. Opisując więc narośle bakteryjne, występujące na *Chantransia pygmaea*, gdyż ten materjał przedewszystkiem był mi o każdej porze i w każdej ilości dostępny, pragnę już na wstępie zaznaczyć to, że różnic między naroślami, u innych gatunków Chantransyj wcale nie zauważyłem. Opis narośli, który następnie podaję, uważam za miarodajny dla gatunków: *Chantransia pygmaea*, *Ch. chalybea*, *Ch. Hermanni* i *Ch. violacea*.

Opis narośli.

Narośle bakteryjne powstają najczęściej w większej ilości, rzadziej pojedynczo, w dowolnem miejscu na gałązkach Chantransji. Każda żywa komórka, o ile zostanie zakażona przez bakterje, zdolna jest do wytworzenia narośli. Pojawiają się one zwykle na środkowych częściach gałązek, choć nie brak ich także na szczytach. Bakterje tworzą półkuliste kolonje na powierzchni błony narośli, nie wnikając do jej wnętrza. Niszczą one jedynie zewnętrzną warstewkę błony, w zupełności ją rozpuszczając. Kolonje bakteryjne zbudowane są z drobnych, owalnych komórek, ustawiających się w równych promienistych szeregach, prostopadłych do powierzchni błony komórki. Na dojrzałych naroślach, tworzą zawsze jakby czapeczkę, przykrywającą ich szczyty. (ryć. 71, fig. 1 i inne, ryć. 72, fig. 3, ryć. 73, fig. 2, tabl. XXVI, fig. 8, 10). Normalnie rozwinięte narośle mają kształt gruszkowaty, który należy uważać za typowy. (ryć. 71, fig. 1, 14, 17, tabl. XXVI, fig. 8).

Pozatem istnieje wielka różnorodność kształtów, zwłaszcza w wypadku, gdy narośle pokryte są więcej niż jedną kolonją bakteryj i rozgałęziają się lub gdy większa ilość narośli znajduje się obok siebie, wzajemnie na siebie naciskając.

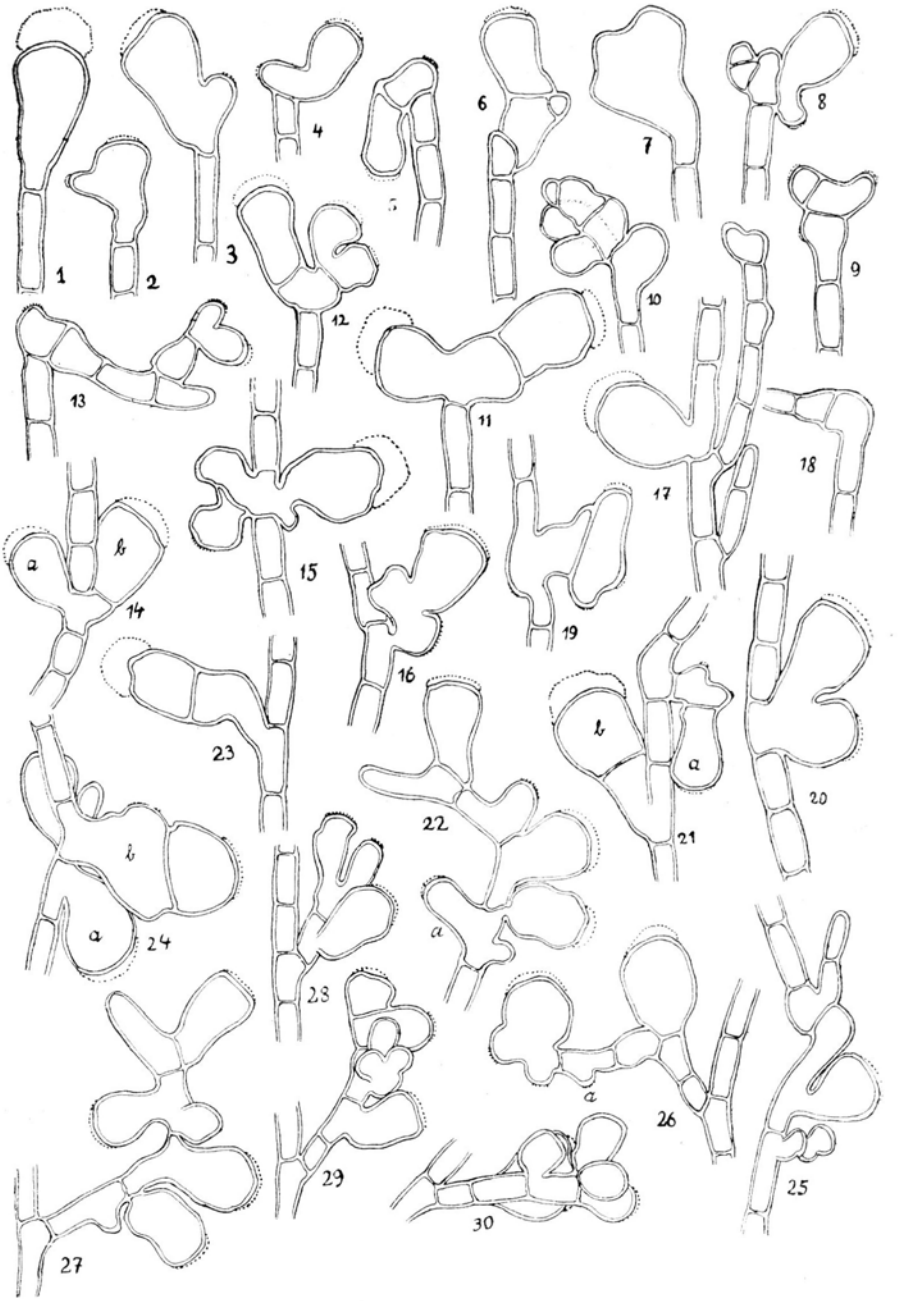
Widzimy więc formy dwuwierzchołkowe (ryć. 71, fig. 2—4, 11—13, 20, tabl. XXVI, fig. 1), lub 3 i 4-ro wierzchołkowe (ryć. 71, fig. 7, 15, 16, 26, 29, tabl. XXVI, fig. 3—5). Narośle przybierają też często kształt mniej lub więcej cylindryczny (ryć. 71, fig. 22a). Kierunek, w jakim narośle ustawione są w stosunku do kierunku gałązki, na której się wytworzyły, nie jest stały. Narośle występujące na szczytach gałązek,

zachowują nadal kierunek szczytowy (ryć. 71, fig. 1) lub wychylają się w bok (ryć. 71, fig. 3) lub wreszcie skręcają sie zupełnie, rosnąc w kierunku do pierwotnego wprost przeciwnym (ryć. 71, fig. 5, tabl. XXVI, fig. 5).

Tak samo nieustalony jest kierunek bocznych narośli. W tym wypadku ustawione są one najczęściej skośnie do gałązki, na której rosną (ryć. 71, fig. 14, tabl. XXVI, fig. 2, 3, 6, 8, 9). Są jednak często odstępstwa np. ryć. 71, fig. 24. Dużą rolę odgrywa tu też miejsce, na którem osadzają się bakterje; miejsce to bowiem staje się natychmiast punktem wzrostu dla komórki. Widać niejednokrotnie komórkę bocznej gałązki rosnącą w dół, o ile na dolnej jej stronie osadzą się bakterje (ryć. 71, fig. 21), czasem w bok lub do góry, a w niektórych wypadkach, gdy trzy kolonje znajdą się na jednej komórce, widać jak ta rośnie w trzech różnych od siebie kierunkach. (ryć. 71, fig. 19). Takie wielowierzchołkowe narośle dają specjalnie interesujące przykłady, wskazują bowiem, jak wielki wpływ na ich kierunek wzrostu i kształt wywierają wywołujące je bakterje. Narośle znów ze swej strony wpływają na ogólny kierunek wzrostowy gałązki. Niszcząc komórkę szczytową powodują, że komórka pod szczytem leżąca przekształca się i pełni odpowiednią funkcję na miejscu dawnego szczytu. W takim wypadku narośl zostaje zepchnięta do roli bocznego wyrostka. Nie zawsze jednak zdoła ten nowy wierzchołek zepchnąć stary zmieniony w narośl do takiej roli bocznego wyrostka. Najczęściej sam się wygina, nadając tym sposobem nowy kierunek gałązce. To samo widać często w środkowych, daleko od szczytu leżących partjach gałązki, gdzie pod wpływem narośli następują wygięcia niejednokrotnie pod kątem prostym, zmieniając tym sposobem ogólny kierunek wzrostu. (ryć. 71, fig. 18, tabl. XXVI, fig. 4).

Narośle są zasadniczo jednokomórkowe. O ile mamy narośle wielokomórkowe, to te powstały wskutek przekształcenia się kilku już istniejących dawniej komórek (ryć. 71, fig. 10). Przegródki poprzeczne wogóle się w naroślach nie tworzą. Nie widać ich nawet przy daleko posuniętych rozgałęzieniach narośli (ryć. 71, fig. 12, 28). Łatwo natomiast zmieniają się w narośle całe kompleksy komórek, zwłaszcza jeżeli zakażeniu ulegają nasadowe komórki rozgałęzień lub młode 2 lub 3-komórkowe boczne gałązki. Powstają wtedy narośle wielokomórkowe (ryć. 71, fig. 6, 10—12, 15, 19, 21, 23, 24, tabl. XXVI, fig. 3, 7). Wielokomórkowe narośle tworzą się też zawsze, gdy zakażeniu ulegną Monosporangia (ryć. 71, fig. 27—30, tabl. XXVI, fig. 9).

Wymiary narośli w stosunku do wymiarów normalnych komórek nitki Chantransji są znacznie większe. Są przytem bardzo zmienne


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
a
b
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Ryć. 71.

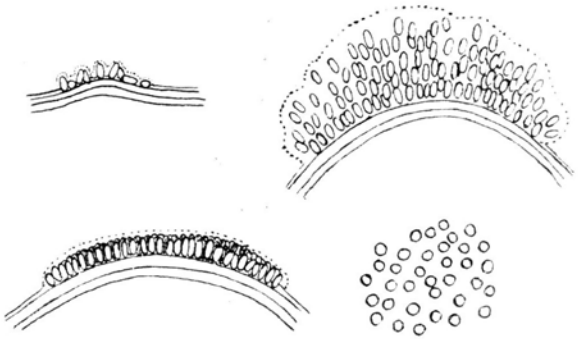
tak, że trudno ustalić w tym wypadku stałą cyfrę. Narośle na *Chantransia pygmaea* w końcowym stadjum t. j. wtedy, gdy wnętrze ich zaczyna degenerować i dalszy wzrost już nie następuje, mają granice długości zawarte między 37 a 56 μ, szerokości zaś, między 14·8 a 37 μ. Normalne komórki tego gatunku są 11—14 μ szerokie i co najwyżej 3 razy tak długie jak szerokie. Kolonje na szczytach narośli dochodzą do 11 μ wysokości i 25 μ szerokości.

Końcowe stadjum narośli ich obumieranie zaczyna się od degeneracji chromatoforów, które w rosnącej narośli tworzą charakterystyczną grubą siatkę zaś pod koniec jej życia chudną znacznie i rozpadają się na odcinki, które niebawem zanikają (ryć. 73, fig. 1—4). Przy dalej posuniętej degeneracji plazma mętnieje i odlepia się od ścianek komórki, a równocześnie maleją lub giną całkiem kolonje bakteryjne na powierzchni narośli. Po odpadnięciu kolonji bakteryjnej osłabiona na szczycie błona zapada się do wnętrza lub pęka. Otworem powstałym wskutek pęknięcia dostają się do wnętrza komórki całe szeregi mikroorganizmów, które prowadzą dzieło zniszczenia do końca tak, że po pewnym czasie pozostają jedynie strzępy pustych błon, wiszące w miejscu dawnej narośli.

Opis bakteryj wywołujących narośle.

Bakterje, pod wpływem których komórka normalna tworzy narośl, osadzają się na powierzchni błony komórkowej, niszcząc jej warstewkę zewnętrzną. Osadzanie się ich jest zupełnie przypadkowe. Tworzenie się większych kolonij bakteryjnych nie jest przywiązane do żadnych specjalnych miejsc na gałązkach Chantransji. Bakterje zarażają każdą dowolną komórkę w jednym lub wielu miejscach, zależnie od przypadkowego osadzenia się ich komórek niesionych wodą. Już grupa kilku komórek bakteryj rozpuszcza pod sobą warstwę zewnętrzną błony i wnet pokrywa się delikatną galaretką, dając początek kolonji (ryć. 72, fig. 1, 2). Pojedyńcze komórki bakteryj mają kształt krótkich zaokrąglonych na końcach pałeczek (ryć. 72, fig. 1—3, tabl. XXVI, fig. 10). Przeciętna ich długość wynosi 0·8 μ, szerokość 0·4—0·5 μ. Komórki są nieruchliwe, występują zawsze w kolonjach złożonych z wielu osobników. Rosnąc, kolonja początkowo rozszerza się głównie na boki komórki jej zaś ustawiają się prostopadle do powierzchni błony, tworząc równe szeregi stykających się ze sobą bokami osobników (ryć. 72, fig. 2). Rozrost kolonij na wysokość odbywa się o wiele wolniej niż na szerokość. Stąd wymiary pojedyńczych kolonij są zawsze o wiele większe wszerz niż w górę. Wysokość kolonij dochodzi przeciętnie do 11 μ, szerokość do 25 μ,

a w pojedyńczych wypadkach do 32 μ. Pojedyńcze komórki w kolonji dorosłej ustawiają się nad sobą w dość wyraźnych pionowych szeregach, stojących prostopadle do powierzchni błony. Całość objęta jest wspólną galaretką. Największe skupienie bakteryj w kolonji jest na dole, tuż koło błony komórki, a im wyżej, tem więcej rozluźniają się ich szeregi. U szczytu kolonji widać całkiem luźno leżące pojedyńcze komórki i te najprawdopodobniej, odrywając się w najwyższych partjach, pełnią funkcję propagatorów. Tworzenia się spor nie zauważyłem. Prawdopodobnie nie tworzą się wcale spory. Kolonja, oglądana z góry, wygląda jakby była złożona wyłącznie z komórek okrągłych (ryć. 72, fig. 4). Widać z tego jak pojedyńcze komórki ustawiają się regularnie szczytowo. Bakterje barwią się słabo fuksyną karbolową, nie barwią się zaś wcale metodą G r a m a.



Ryć. 72.

Czy te właśnie bakterje powodują tworzenie się narośli? Przemawia za tem przedewszystkiem ten wzgląd, że wydymanie się normalnej komórki w pęcherz odbywa się jedynie w tych miejscach, gdzie na powierzchni błony widać małe tworzące się lub duże, już wyrosłe kolonje bakteryj. Już niewielka kolonja bakteryj sprawia, że błona w tem miejscu, gdzie się kolonja osadziła, zaczyna się lekko ku górze podnosić (ryć. 72, fig. 1). Większe kolonje powodują szybkie rozrastanie się komórki. Wogóle gdzie tylko taka kolonja bakteryjna się znajdzie, tworzy się zaraz nowy punkt wzrostu zaś jedna i ta sama komórka zyskuje tyle nowych rosnących miejsc ile kolonij bakteryjnych na niej się osadziło. Nawet wyrosłe już narośle ale nie degenerujące jeszcze zyskują szereg wypukłości na swej powierzchni w miarę osadzania się obok kolonji starej nowych bakteryj.

Próby zakażeń sztucznych zawodziły niestety stale z powodu wielkiej trudności, jaką napotykamy przy hodowaniu Chantransji.

Hodowane pęczki Chantransji z naroślami nie rozwijały się należycie, zaś narośle pozostawały i ginęły na tem stadjum, w jakiem dostały się do hodowli. Wyników więc pozytywnych z hodowli i zakażeń sztucznych do tej pory nie otrzymałem. Mimo to jednak sądzę, że ze względów wyżej podanych śmiało można zaryzykować twierdzenie o znaczeniu opisanych bakteryj przy tworzeniu się narośli.

Brand (1897) mówi, że oprócz bakteryj na powierzchni narośli widać niekiedy takie same w jej wnętrzu. Istotnie w naroślach starych, degenerujących widać całe masy najrozmaitszych bakteryj. Są to jednak bakterje morfologicznie różne od tych, które tworzą kolonje na powierzchni narośli. Bakterje żyjące wewnątrz narośli są kuliste, występują w małych skupieniach lub czasami tworzą łańcuszki, co zgadza się z tem, co opisuje Brand. Najpospolitsze są jednak bakterje tworzące nieraz bardzo duże kolonje na powierzchni narośli, po pęknięciu zaś ich błon wnikają łatwo do wnętrza (ryć. 73, fig. 4). Są one wybitnie różne od tych, które niszcząc zewnętrzną warstewkę błony powodują wydymanie się komórki. Widać je nietylko w obecności narośli ale wszędzie tam, gdzie są uszkodzone komórki. Różnią się od poprzednich kulistym kształtem komórek, wielkością i nieregularną budową kolonij. Występowanie ich tu i ówdzie na komórkach niezmieniających bynajmniej swojej postaci, przemawia za tem, że nie mają one zupełnie wpływu na tworzenie się narośli. Należą one raczej do tej grupy organizmów, które towarzyszą stale wszelkim procesom rozkładowym u glonów. Chemin (1927) wyróżnił u krasnorostów morskich cały szereg bakteryj napadających zawsze każde uszkodzone miejsce. Znanym jest zresztą powszechnie udział mikroorganizmów we wszelkich procesach rozkładowych u glonów i wogóle u istot żywych.

Rozwój narośli i ich degeneracja.

Narośle w początkowych stadjach tworzą małe, brodawkowate wypuklenia na powierzchni komórek, powstające w miejscu, gdzie osadza się kolonja opisanych w poprzednim rozdziale bakteryj (ryć. 71, fig. 26 a). Pod wpływem zadrażnienia przy rozpuszczaniu przez bakterje zewnętrznej warstwy błony, komórka zaczyna szybko rosnąć w kierunku działającego bodźca. Wielkość powierzchni rosnącej zależna jest dość ściśle od przestrzeni zajętej przez bakterje. Stąd wraz z powiększaniem się kolonji bakteryjnej, która rozrasta się głównie na boki, powiększa się znacznie partja rosnąca komórki. Fakt ten tłumaczy nam powstawanie narośli o kształcie gruszkowatym, typowym dla Chantransji (ryć. 71, fig. 1 i inne).

Niekiedy w pierwszych stadjach rozwojowych narośli błona komórkowa, w bezpośredniem sąsiedztwie bakteryj, pogrubia się znacznie (ryć. 73, fig. 1). Często jednak nie widać takiego zgrubienia błony, zaś dorosłe narośle mają po największej części błony o normalnej grubości. Dalszy wzrost prowadzi do coraz silniejszego wydymania się komórek w pęcherze, przewyższające 3—5 razy objętością komórki normalne.

Czas, w którym narośle dojrzewają ostatecznie, trudno ściśle określić. *Chantransia pygmaea* w potokach w Pcimiu (pow. Myślenice) w początkach maja 1926 r. posiadała zaledwie tu i ówdzie wyraźne narośle, a przeważnie nieznaczne tylko zgrubienia na komórkach. W końcu czerwca tegoż samego roku, na materjale zebranym w tem samem co poprzednio miejscu, widać było już całą masę zupełnie dojrzałych lub nawet częściowo przejrzałych narośli. Z początkiem sierpnia znać było ogólną degenerację dużej ilości narośli, a równocześnie tworzenie się nowych. Krzaki w tej porze pokryte były masowo naroślami bakteryjnemi. Z liczenia wynikało przeciętnie 150—190 dojrzałych narośli na jednym krzaku 2 *mm* wysokim, o pokroju półkulistym. Z obserwacyj tych, oczywiście orjentacyjne tylko znaczenie mających, wynikałoby, że do całkowitego rozwoju narośli potrzeba 3—4 miesięcy.

Modyfikacje zasadniczo gruszkowatego kształtu powstają przedewszystkiem pod wpływem nowych kolonij bakteryjnych, osadzających się wtórnie w sąsiedztwie dawnych na tej samej komórce lub nawet narośli. Każda bowiem taka nowa kolonja wywołuje reakcję ze strony komórki w postaci wzrostu. Rozmaitość kształtów, w ten sposób nieraz potwornie zmienionych komórek, jest wielka. Bardziej charakterystyczne postacie mamy zestawione na ryć. 71, gdzie za typowe a zarazem najczęstsze uważane być mogą jedynie narośle, jak na fig. 1, 14, 17, 23, 25, reszta to modyfikacje typowych gruszkowatych narośli, powstałe pod wpływem większej ilości kolonij bakteryjnych, osadzających się na jednej i tej samej komórce (ryć. 71, fig. 8, 15, 19, 20) lub na dwóch sąsiadujących ze sobą komórkach (ryć. 71, fig. 21—30). Znamiennym jest fakt, że narośle pozostają zawsze na stadjum jednej komórki, nie tworząc nigdy, od chwili wyrastania komórki w narośl, ścianek poprzecznych. Narośle wielokomórkowe pochodzą zawsze z całego kompleksu już istniejących komórek, razem zarażonych i razem przekształcających się.

Narośle rozgałęzione (ryć. 71, fig. 12, 20, 28) nie otrzymują też przegródek poprzecznych tak, że obie części rozgałęzionej narośli komunikują z sobą. Wybitniejsze rozgałęzienia jak te, które przedsta-

wione są na powyższych rysunkach, nie tworzą się nigdy. A i takie rozgałęzienia powstają tylko wtedy, gdy podwójne zakażenie tej samej komórki nastąpiło mniej więcej równocześnie. Zakażenia późniejsze, zdarzające się na rosnącej już narośli, prowadzą zaledwie do wytworzenia się niewielkich wypukłości, wielkością nie dorównujących nigdy normalnym naroślom (ryć. 71, fig. 2—4, 7—9, 13, 15, 16, 19, 26). Efektem więc późniejszych wtórnych zakażeń narośli jest wytworzenie postaci nierównych, w kilku miejscach uwypuklonych. Należy przypuścić, że w wypadku dalszego wzrostu takich narośli nastąpiłoby wyraźne rozgałęzienie o tylu wierzchołkach, ile jest wypukłości. Wypadek ten nie zachodzi jednak nigdy już z tego powodu, że wzrost narośli nie jest nieograniczony i kończy się dość wcześnie degeneracją nadmiernie rozepchanego wnętrza narośli. Ponieważ więc zdolność wzrostu narośli w miarę jej starzenia się maleje, przeto im późniejsze będzie wtórne zakażenie, tem mniejszy będzie jego efekt. Narośle starsze zakażone dają jedynie nieznaczne wypuklenia na swej powierzchni (ryć. 71, fig. 2, 3, 7).

Zmiany morfologiczne, jakie zachodzą w błonach komórek przekształcających się w narośle, tyczą się przedewszystkiem ich kształtu. W początkowych stadjach narośli błony w sąsiedztwie kolonij bakteryjnych grubieją. Grubienie to jednak, jak się okazuje po przejrzeniu wielkiej ilości materjału, nie jest regułą. W połowie wypadków nie znać go zupełnie. Błony narośli już wyrosłych mają grubość normalną, podobną jak błony komórek zdrowych, a w innych znowu wypadkach trafiają się błony grubsze lub cieńsze od normalnych. Błona narośli w miejscu zajętem przez bakterje jest cieńsza o tę warstewkę zewnętrzną, która ulega zniszczeniu. Dwie zaś następne niżej leżące warstwy nie zmieniają swych wymiarów lub czasami środkowa z nich grubieje ewentualnie cienieje. Narośle stare, obumierające mają błony pomarszczone i pofałdowane. Marszczenie błon zaczyna się wtedy, gdy chromatofory wewnątrz komórki uległy już prawie zupełnej zagładzie. W tej porze zaczyna też ginąć powoli kolonja bakteryjna na szczycie narośli. Czasami kolonja ta znika zupełnie, prawdopodobnie odpada w całości, czasami trzyma się długo, tracąc jedynie zewnętrzne partje, uwalniające się z rozluźnionej galaretki. Po odpadnięciu kolonji, błona w tem miejscu, gdzie ta kolonja była, zapada się do wnętrza narośli, tworząc na jej powierzchni lejkowaty krater (Tab. XXVI, fig. 9). Najczęściej też w tem osłabionem miejscu pęka.

Skład chemiczny błon narośli ulega o tyle zmianom, że pojawiają się w nich drobne ilości kallozy, nieobecnej zwykle w zdrowych komórkach. Kubart (1909) wyróżnia trzy warstwy w błonach Chan-

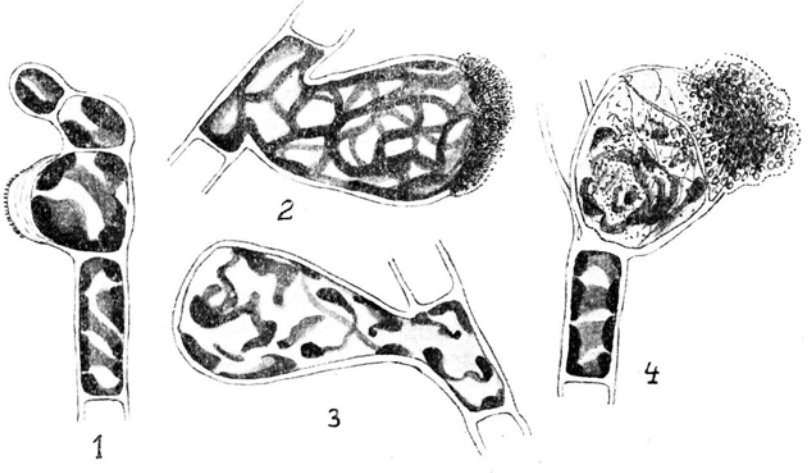
transji: wewnętrzną celulozową i dwie zewnętrzne, z których środkową nazywa warstwą kutikularną, zaś zupełnie zewnętrzną — kutikulą. Wewnętrzna warstwa błony Chantransji daje istotnie wyraźną reakcję celulozową ze wszystkiemi odczynnikami, stosowanemi w tym wypadku i w naroślach nie ulega zwykle żadnym zmianom chemicznym. W młodych naroślach, gdy błona ulega pogrubieniu tuż pod kolonją bakteryjną, wykazuje wyraźne warstwowanie. Warstwowanie podobne zresztą lecz nieco słabiej się zaznaczające, widać też w następnej warstwie kutikularnej. W zupełnie starych naroślach, wyraźnie degenerujących, warstwa celulozowa ulega zmianom chemicznym w tym sensie, że już po dodaniu samego jodu (J+KJ) słabo niebieszczeje. W tym też mniej więcej czasie błona narośli w sąsiedztwie kolonji bakteryjnej nieco śluzowacieje, dając podobny obraz do tego, jaki widać przy otwieraniu się ścian dojrzałego monosporangjum. Niebieszczenie pierwotnie celulozowej błony od samego jodu przemawia za tem, że ta przekształca się w tym wypadku w amyloid, podobnie jak to widzimy wszędzie u glonów, gdzie celulozowe błony śluzowacieją. Zjawisko takie towarzyszy stale otwieraniu się sporangjów, np. u *Cladophora* i *Oedogonium* (Steinecke 1929), a występuje też przy rozpuszczaniu się błon w kanałach kopulacyjnych u *Spirogyra*, *Zygnema* etc. U Chantransji przechodzi przez takie stadjum amyloidu, zwykle bardzo prędko mijające, błona monosporangjów przy ich otwieraniu się.

Pękanie i otwieranie się więc narośli miałoby podobny przebieg do tego, który widzimy przy otwieraniu się monosporangjów. Poza tem zresztą narośla nie wykazują żadnego podobieństwa z monosporangjami. Z tetrasporangjami, charakterystycznemi dla gatunków morskich Chantransyj, łączy je podobieństwo wielkości i owalnego kształtu. Stanowisko jednak dowolne na gałązce i brak podziałów wewnątrz, nie pozwala na przypuszczenie o pokrewieństwie narośli z tetrasporangjami. Nadmierny przerost komórki przy obecności kolonji bakteryjnej na jej powierzchni i rychła jej degeneracja skłania do uważania narośli za produkty pasorzytne.

Dwie zewnętrzne warstwy poza celulozową nie ulegają żadnym dostrzegalnym zmianom chemicznym. Zewnętrzna kutikula zostaje całkowicie przez bakterje zniszczona. Warstwa środkowa w starych naroślach cienieje wybitnie. W zupełnie już starych, o zdegenerowanym wnętrzu, niknie zupełnie. Ponieważ zaś zanik ten ogranicza się do miejsca, w którem siedzą bakterje, stąd domysł, że i ona ulega wpływom bakteryj, a może nawet jest substratem do ich rozwoju koniecznym. Warstwa kutikularna barwi się pod wpływem $ZnCl_2$ + J + KJ najczęściej żółto, a czasem lekko brunatno.

Śluz, obejmujący stare kolonje bakteryjne, barwi się rozcieńczonym błękitem metylenowym na fioletowo-niebiesko. Czerwień rutenowa barwi go silnie na czerwono. Zabarwienie jest tem silniejsze im starsza kolonja. Barwikami wyżej wymienionemi barwi się też wyraźnie bardzo delikatny pasek na granicy warstwy celulozowej i kutikularnej ale tylko w młodych komórkach szczytowych i czubkach młodych narośli. Przemawiałoby to za obecnością w tych miejscach drobnych ilości substancyj pektynowych.

Błony narośli, zwłaszcza błony nadmiernie zgrubiałe, barwią się silnie zakwaszonym roztworem błękitu anilinowego oraz barwikiem „Resoblau" Cwieta. Przemawia to za obecnością kallozy, której



Ryć. 73.

zupełny brak w błonach komórek zdrowych. Intensywność zabarwienia jest większa w błonach grubych, warstwowanych, zaś słabsza w cienkich i normalnych. Stare popękane narośle nie barwią się błękitem anilinowym.

Wnętrze dojrzewających narośli wypełnione jest zwykle dużą ilością skrobii, charakterystycznej dla krasnorostów, barwiącej się jodem na czerwono. Skrobia ta, z chwilą gdy komórka zaczyna degenerować, znika zupełnie.

W komórce, przekształcającej się w narośl, najwybitniej zaznaczają się zmiany w chromatoforach. Komórka zdrowa posiada zależnie od wielkości 1—7 chromatoforów w kształcie nieregularnych płyt lub krótkich, wstążkowatych odcinków, układających się spiralnie koło ścian komórki (ryć. 73, fig. 1, 4). Podczas wydymania

się komórki w pęcherz początkowo chromatofory rozrastają się silnie, rozgałęziając się zwykle przy tem (ryć. 73, fig. 1). Dalsze zmiany są bardzo ciekawe. Poszczególne bowiem chromatofory rozgałęziają się coraz bardziej i wydłużają się, silnie przytem cieniejąc. Równocześnie tu i ówdzie w poszczególnych odcinkach pojawiają się wodniczki, które rosnąc, sprawiają, że jednolite dotąd chromatofory mają wygląd nieregularnej siatki. Zwykle wszystkie odcinki spotyka ten sam los i tak przekształcone wszystkie razem, tworzą jakby jeden wielki siatkowaty chromatofor (ryć. 73, fig. 2, tab. XXVI, fig. 8). Wyróżnić poszczególne chromatofory w tem stadjum jest bardzo trudno, wszystko bowiem tworzy niezbyt regularną poplątaną masę. Taka siatka chromatoforów z wiekiem narośli staje się coraz cieńsza i bardziej przeźroczysta. Przy dalszym rozwoju okienka siatki zwiększają się coraz silniej, aż wreszcie całość rozpada się znów na krótkie pojedyncze odcinki (ryć. 73, fig. 3). Odcinki w ten sposób powstałe są cienkie, o nierównym zarysie brzegów, poskręcane i zaledwie podobne do pojedyńczych chromatoforów w komórkach zdrowych.

Barwa chromatoforów już przy tworzeniu się siatki staje się coraz słabsza. Przy rozpadaniu się ich barwa jest już bardzo słaba i wnet całkiem zanika. Z chwilą podzielenia się siatki chromatoforów na poszczególne odcinki, zaczyna się już ogólna degeneracja komórki, która szybko postępuje naprzód. Wakuolizacja chromatoforów jest już objawem patologicznym (Küster 1925, s. 377). Zdarza się ona u glonów nierzadko, przyczem komórki z podobnemi chromatoforami mogą jeszcze długo żyć. W naszym wypadku narośle ze zmienionemi w siatkę chromatoforami jeszcze długo powiększają swoją objętość. Natomiast przestają zupełnie rosnąć z chwilą, gdy siatka chromatoforów staje się bardzo cienka i zaczyna się rozpadać. Tak wakuolizacja jak i powolne znikanie chromatoforów zachodzi w wypadku niedostatecznego lub nienależytego odżywiania się komórki. Jest to zjawisko częste w kulturach sztucznych (Küster, l. c.).

Jasną jest rzeczą, że warunki odżywcze narośli, która przedstawia nienormalnie powiększoną komórkę, nie muszą być dobre tak, że i tu przyczynę degeneracji przypisaćby należało kwestji odżywczej.

Ogólna i ostateczna degeneracja narośli objawia się mętnieniem plazmy, w której też pojawiają się niewidoczne przedtem zziarnienia. Plazma odlepia się wkońcu od ścian komórek i zbija się w środku lub przy jednej ze ścian (ryć. 73, fig. 4). W dalszych stadjach degeneracji następuje sfałdowanie się ścian narośli, wreszcie pęknięcia, zaczynające się od wierzchołka i wkońcu całkowite opróżnienie się narośli.

Morfologja narośli.

Narośle mogą powstawać w dowolnych miejscach na krzakach Chantransji. Warunkiem jest, by komórka była jeszcze zdolną do dalszego wzrostu w chwili, gdy zostanie zakażona. Dlatego to nie widzi się narośli na dolnych częściach krzaków, bo tu komórki są najstarsze i mało żywotne. Najpodatniejszym terenem do wytwarzania się narośli są przedewszystkiem wszystkie młode, rosnące jeszcze komórki. Bakterje, niszcząc zewnętrzne warstwy błony, wywołują podrażnienie komórki, być może tylko mechaniczne, na co reakcją jest jej nadmierny wzrost w kierunku działającego bodźca. Komórki, wyrastając do nienormalnie wielkich rozmiarów, deformują się. Zdeformowane być mogą: *a*) komórki szczytowe, *b*) komórki interkalarne, *c*) młode boczne gałązki, *d*) monosporangja. Stosownie do tego tworzą się narośle, wykazujące odpowiedni charakter morfologiczny.

O ile zdeformowaną została komórka szczytowa, to zwykle z komórki niżej leżącej wyrasta odgałęzienie, które przyjmuje na siebie rolę gałązki szczytowej, spychając wydętą już w pęcherz dawną komórkę szczytową do roli bocznego wyrostka. Najczęściej jednak taka zastępcza gałązka szczytowa, leżąc tuż koło narośli, wnet zostaje zakażona i deformuje się. Szybki rozrost narośli szczytowej niezawsze też pozwala na zepchnięcie jej do roli bocznego wyrostka, natomiast bardzo często gałązka zastępcza ulega wychyleniu i rośnie w bok.

U roślin w podobny sposób pozbawionych szczytu krzewią się silniej gałązki boczne, co sprowadza zmianę pokroju krzaka. Ponieważ zaś komórka szczytowa każdej bocznej gałązki może ulec zakażeniu, przeto sprawa pokroju krzaka jeszcze bardziej się komplikuje. Przykłady zdeformowanych szczytów gałązek widzimy na fig. 1—13, ryć. 71, tabl. XXVI, fig. 1. Na fig. 8, ryć. 71 widzimy tworzenie się nowego szczytu po przesunięciu narośli. Fig. 10, 12, ryć. 71 dają przykład tworzenia się nowych odgałęzień, które zaraz ulegają zakażeniu i nie rosną dalej, przekształcając się w narośle. Równoczesne zakażenie dwóch komórek, szczytowej i niżej pod nią leżącej, daje dużą podwójną narośl, jak na fig. 11, ryć. 71. O ile zaś zakażenie komórki, leżącej pod szczytem, nastąpiło później i w dolnej części komórki, to tworząca się w tem miejscu nowa narośl powoduje zupełne wykręcenie się wtył starej narośli szczytowej (ryć. 71, fig. 5). Wogóle rozmaitość form, powstających w wypadku zakażenia komórki szczytowej, jest bardzo wielka.

Deformacje komórek interkalarnych spowodować mogą również cały szereg zmian w pokroju rośliny. Pospolite są wygięcia gałązek pod kątem 90^0, a czasem więcej niż 90^0 (ryć. 71, fig. 13, 18, tabl. XXVI, fig. 4). Komórki interkalarne zakażają się pojedyńczo lub całemi grupami (ryć. 71, fig. 22, 24). Kierunek wzrostu narośli interkalarnych jest albo zgodny z kierunkiem wzrostu gałązki i wtedy narośl wygina się ku górze (ryć. 71, fig. 14, 16, 20, tabl. XXVI, fig. 2, 8), albo też jest zgoła nieregularny (ryć. 71, fig. 15, 17, 24). W tym ostatnim wypadku narośle rosną albo skośnie do ich macierzystej gałązki, albo wtył lub wbok. Deformacje komórek interkalarnych, jakie widzimy na fig. 15, 16, 17, 24 a, ryć. 71, z pewnem tylko prawdopodobieństwem mogą być uważane za boczne odgałęzienia. Brakuje tu bowiem zawsze przegródki poprzecznej, oddzielającej boczne odgałęzienie od gałązki macierzystej, która w normalnych wypadkach tworzy się już bardzo wcześnie. Poza tem w normalnych wypadkach boczne odgałęzienia tworzą się zawsze w górnej połowie rozgałęziającej się komórki, podczas gdy narośle wyrastają zawsze w dowolnem miejscu na komórce. Morfologicznie więc uważaćby należało narośle interkalarne jedynie za zmienione komórki, a nie za boczne rozgałęzienia. Boczne odgałęzienia deformują się swoją drogą i wtedy narośle powstałe na ich miejscu odgraniczone są zawsze ścianką poprzeczną od rozgałęziającej się komórki. Zupełna deformacja bocznych odgałęzień następuje wtedy, gdy te są jeszcze na wczesnem stadjum rozwojowem i liczą co najwyżej 1—2 komórek. Najprostszy obraz dają rozgałęzienia, liczące jednę tylko komórkę (ryć. 71, fig. 14 b, tabl. XXVI, fig. 6). Komórka stanowiąca początek rozgałęzienia, oddzielona wyraźnie poprzeczną ścianką od komórki rozgałęziającej się gałązki, tworzy narośl, która zamyka jej dalszy wzrost. To samo dzieje się w wypadku, gdy narośl tworzy się z rozgałęzienia, liczącego dwie komórki (ryć. 71, fig. 21, tabl. XXVI, fig. 3). Następują tu jeszcze najrozmaitsze wygięcia zakażonych gałązek.

Wypadki takie, jak wskazują fig. 19, 21 b, 23 i ew. 24 b, ryć. 71, są nienormalne i zdarzają się bardzo rzadko. Wskazują one, że wpływ bakteryj, powodujących tworzenie się narośli, sięgać może i na niezakażone komórki. Tak bowiem tłumaczyć należałoby sobie fakt, że wraz z zakażoną komórką, zaczynającą boczne rozgałęzienie, wydłuża się także ta partja komórki, z której tworzy się odgałęzienie. Dowodem jest brak ścianki poprzecznej (ryć. 71, fig. 23). Boczne odgałęzienia zaś u Chantransji zawsze są oddzielone już bardzo wcześnie wyraźną ścianką poprzeczną od komórki macierzystej.

Monosporangja tworzą się na krótkich bocznych gałązkach o ograniczonym wzroście, stanowiąc grupę gęsto zbitych komórek macierzystych monospor. Ponieważ takie komórki macierzyste monospor leżą bardzo blisko siebie, przeto wszystkie zwykle ulegają zakażeniu. Stąd zdeformowane monosporangja przedstawiają zawsze większy zbiór narośli w jednem miejscu (ryć. 71, fig. 27—30, tabl. XXVI, fig. 9).

Jak więc z powyższego przeglądu wynika, narośla u Chantransji przedstawiają morfologicznie biorąc: *a*) zmodyfikowane komórki, *b*) boczne odgałęzienia, *c*) monosporangja. Zmodyfikowanemi komórkami są przytem wszystkie narośle szczytowe i interkalarne.

Ze względu na stanowisko narośli na krzakach Chantransji, da się ustalić oba typy, które podaje za Thomas'em Küster (1911, s. 79), a mianowicie: *acrocecidia* i *pleurocecidia*. Do pierwszych zaliczyć należy narośle szczytowe, zamykające punkt wzrostu tak głównych, jak i bocznych pędów, do drugich narośle interkalarne.

Powstawanie pęcherzykowatych narośli u Chantransji dochodzi do skutku przez hypertrofję komórki. Ze względu zaś na sposób powstawania powyższych narośli, należy je odnieść do typu osmomorfoz, podobnie jak Küster (1911, s. 261, 1925, s. 436) zalicza do tegoż typu narośle, opisane przez Rotherta na *Vaucheria Walzi* Roth.

Podobieństwo narośli Chantransji do jakichkolwiek innych, również za sprawą bakteryj powstałych narośli u glonów, ogranicza się jedynie do podobnego zachowania się we wszystkich wypadkach pasorzytów. Bakterje, wpływające na tworzenie się narośli, nie wchodzą nigdy do wnętrza komórek, żyjąc w tkankach krasnorostów morskich międzykomórkowo, zaś u Chantransji na powierzchni błony komórkowej. Różnicę między naroślami krasnorostów morskich a naroślami Chantransji widzimy głównie w postaci zewnętrznej.

Krasnorosty morskie, zbudowane przytem plechowo, przekształcają w narośl całe masy komórek, tworząc wielkie gołem okiem widoczne utwory, podczas gdy u nitkowatej Chantransji słodkowodnej narośla są niewielkie i z niewielu komórek zbudowane. Ze względu na postać, narośle na komórkach Chantransji wykazują największe podobieństwo do narośli na *Vaucheria*, wywoływanych przez wrotka *Notommata Wernecki* (Rothert 1896). Podobieństwo oczywiście jest tylko zewnętrzne, natomiast przyczyny powstawania a nawet rozwój w obu wypadkach są różne.

Wpływ bakteryj na powstawanie i kształt narośli.

Bakterje, opisane już w jednym z poprzednich rozdziałów, osadzając się na powierzchni błony zdrowej komórki Chantransji, wywierają na tę komórkę silny wpływ. Wpływ ten zaznacza się w ten sposób, że komórka w tem miejscu, gdzie osadziły się bakterje, rośnie szybciej, zmieniając przytem swój kształt normalny i ewentualnie swój normalny kierunek wzrostu. Na czem polega to pobudzające działanie rozwijającej się kolonji bakteryjnej na tak niezwykły wzrost komórki, trudno ustalić. Bakterje, osadzając się na powierzchni błony komórkowej, niszczą zupełnie jej warstewkę zewnętrzną, a częściowo także środkową na całej przestrzeni, którą zajmują. Nie jest więc wykluczonem, że już sam ucisk mechaniczny, jaki wywiera dość duża kolonja bakteryjna na cienką wewnętrzną warstewkę błony, a za jej pośrednictwem na plazmę komórki, powoduje odpowiednią reakcję tej ostatniej. Z innej znów strony znany jest fakt, że bakterje, wydzielając specyficzne sobie substancje, mogą w różny sposób działać pobudliwie na żywą komórkę. U krasnorostów morskich bakterje, powodujące tworzenie się narośli, żyją międzykomórkowo (Schmitz 1892, Chemin 1927). Powodują one podziały i wzrost komórek nietylko w bezpośredniem sąsiedztwie z niemi leżących, ale i dalszych. Bakterje zresztą mogą działać w rozmaity sposób, jak to wynika choćby z całego szeregu badań nad naroślami bakteryjnemi u roślin wyższych.

W naszym konkretnym przykładzie działanie bakteryj jest ściśle lokalne. Już niewielka kolonja bakteryjna, złożona z 4—8 komórek, powoduje wyginanie się pod sobą błony komórkowej nazewnątrz. Na tej samej komórce powstaje zwykle tyle wypukleń, ile jest kolonij bakteryjnych. Wzrost zaś komórki odbywa się zawsze prawie zupełnie ściśle na takiej przestrzeni, jaką kolonja zajmuje. Wyraźny jest też wpływ bakteryj na kształt narośli i ich kierunek wzrostu. Gruszkowaty kształt narośli, najczęściej w tym wypadku spotykany (ryć. 71, fig. 1), powstaje wskutek coraz silniejszego powiększania się partji rosnącej u szczytu komórki, co znów idzie ściśle w parze z powiększaniem się kolonji bakteryjnej. O ile takie kolonje nie rosną dość szybko na boki, to powstają narośle wydłużone, o postaci cylindrycznej (ryć. 71, fig. 5, 22 a). Natomiast narośle wielowierzchołkowe, rozgałęzione lub wogóle o postaci innej niż gruszkowata, powstają wtedy, gdy zaraz z początku osadzi się większa ilość kolonij bakteryjnych na zdrowej komórce lub wtórnie na rosnącej już narośli. W wypadkach takich widać również, jak bardzo zależny jest kierunek

wzrostu narośli od bakteryj. Fig. 7 (ryć. 71) przedstawia narośl o trzech wierzchołkach w różne strony skierowanych, na fig. 8 (ryć. 71) widać dwa punkty tej samej narośli, rosnące w różnych kierunkach, zaś fig. 19 (ryć. 71) wskazuje znów trzy wyraźnie różnokierunkowe wierzchołki.

Podobne przykłady dają jeszcze i inne rysunki na tej samej figurze. Przykłady te wykazują, jak duży wpływ mają bakterje na kierunek wzrostu narośli. Wykazują one też dość wyraźnie, że te właśnie bakterje są bodźcem do wytwarzania narośli przez zdrowe komórki Chantransji.

Biologja.

Narośle bakteryjne są dość pospolite na gałązkach *Chantransia pygmaea* Kütz., *Ch. chalybea* (Lyngb.) Fries, rzadziej na *Ch. Hermanni* (Roth.) Desv. i *Ch. violacea* Kütz. We wszystkich wypadkach wygląd narośli bakteryjnych jest jednakowy i jednakowo wyglądają wywołujące je bakterje. Nie na wszystkich jednak stanowiskach w tym samym potoku spotyka się na Chantransji narośle. Odgrywają tu bezwątpienia ważną rolę warunki życiowe, na jakie napotyka glon w pewnem miejscu. W pierwszym rzędzie o występowaniu narośli decyduje zanieczyszczenie krzaków Chantransji mułem lub detritusem, tudzież stopień pokrywania się krzaków drobnemi epifitami. Oba te zjawiska łączą się z sobą dość ściśle i zgodnie występują tam, gdzie niezbyt bystry prąd wody pozwala na osadzanie się detritusu lub masowe pojawienie się epifitów. Przedewszystkiem więc najbogatszy materjał z naroślami znajdzie się wtedy, gdy którykolwiek z wymienionych gatunków Chantransyj rośnie w korycie potoków, gdzie osadzanie się namułu jest duże. Bardzo natomiast sporadycznie pojawiają się narośle na krzakach Chantransyj, rosnących na ścianach mniejszych lub większych wodospadów, na kamieniach pod kołami młyńskiemi i wogóle tam, gdzie bardzo silny prąd wody nie sprzyja tworzeniu się osadów. Krzaki glonów w takich miejscach są czyste i wolne od epifitów. Z tych ostatnich jeden tylko, a mianowicie *Chamaesiphon incrustans* lub *Ch. incrustans var. elongatus*, jest tak dobrze przystosowany do epifitycznego życia na bystrym prądzie, że towarzyszy uparcie wszystkim gatunkom glonów w podobnych warunkach żyjących.

Tworzeniu się narośli sprzyja też równie dobrze inkrustowanie się krzaków Chantransji wapieniem, co jest bardzo częstem zjawiskiem w Karpatach. Inkrustacje w formie dość twardych, do 5 *mm* wysokich brodawek, pojedyńczych lub zrastających się w większe pokłady,

występują nierzadko także i na ścianach wodospadów. W tych zaś wypadkach inkrustowanym krzakom towarzyszą stale narośle. Fakt ten, że narośle pojawiają się najchętniej na krzakach zanieczyszczonych lub porosłych epifitami, tłumaczy nam, dlaczego są one tak częste na *Chantransia pygmaea* i *Ch. chalybea*, a rzadkie na *Ch. Hermanni* i *Ch. violacea*. Oba te ostatnie gatunki przywiązane są stale tak w Karpatach, jak i w innych znanych mi okolicach, do takich miejsc w potokach, gdzie woda płynie bardzo bystro. Charakterystycznem jest bardzo występowanie np. *Ch. violacea* na kamieniach, o które z siłą rozbija się woda spadająca z młyńskich kół. W takich miejscach można ten gatunek najpewniej spotkać i to zwykle w towarzystwie *Ch. Hermanni*, która znów na ścianach wodospadów w Karpatach ma swoje klasyczne stanowiska. Co do *Ch. violacea*, to już Brand (1897) zwrócił uwagę, że bardzo rzadko tworzy narośla.

Gatunki *Ch. chalybea* i *Ch. pygmaea* są o wiele od poprzednich pospolitsze i mniej co do miejsca wybredne. Rosną one równie dobrze w wodach leniwie płynących, jak i na bystrym prądzie, a zaś *Ch. chalybea* rośnie dobrze także i w wodach stojących (Starmach 1928). W takich warunkach stanowiskowych krzaki tych gatunków są zawsze mocno zanieczyszczone i łatwo ulegają zakażeniom bakteryjnym.

W instrukcjach wapiennych znajdujemy też przedewszystkiem te dwa gatunki, podczas gdy dwa następne *Chantransia Hermanni* i *Ch. violacea* nie inkrustują się wapieniem tak w Karpatach, jak i na innych znanych mi stanowiskach poza Karpatami.

Od warunków miejscowych uzależnione jest również rozmieszczenie narośli na jednym krzaku Chantransji. Licząc np. narośle na krzakach rosnących na bystrym prądzie, spostrzegamy, że występują one w niewielkich ilościach i jedynie tylko wewnątrz krzaków na dolnych częściach gałązek, a zupełnie brak ich w zewnętrznych partjach krzaków. W innym wypadku na krzakach Chantransyj z wody wolno płynącej lub stojącej widzimy narośla przedewszystkiem na szczytach gałązek. Ruch więc wody i wogóle środowisko ma poważny wpływ na tworzenie się narośli.

Czas pojawiania się i obumierania narośli omawiany był już w poprzednim rozdziale (str. 444). Początek przypada na wiosnę, maximum rozwoju na lato, zaś koniec życia narośli wypada niekiedy już z początkiem jesieni, a niekiedy znów aż w zimie. Pora ostatecznego obumierania narośli schodzi się mniej więcej z porą największego obumierania krzaków Chantransji. W tym jednak wypadku

trudno tę porę dokładnie ustalić, bowiem na różnych stanowiskach Chantransja ginie w różnych porach. I tak u źródeł potoków ginie niekiedy dopiero wczesną wiosną, podczas gdy w dolnym biegu tych samych potoków o tej porze już są świeże nowe krzaki. W zimie jednak, mimo troskliwych poszukiwań, bardzo rzadko znajduje się rosnące narośle, natomiast częste są szczątki starych. Młode narośle w kilku zaledwie wypadkach znajdowałem z końcem grudnia i początkiem stycznia przy samych prawie źródłach potoków w Pcimiu na zachodnim stoku góry Łysiny. Najprawdopodobniej jednak pojawianie się narośli zgadza się z ogólnym rozwojem Chantransji w ciągu roku. Sprawę dokładnego określenia utrudnia też to, że Chantransja jest właściwie rośliną wieloletnią. Giną zawsze w pewnej porze gałązki te, które wyrastając do góry, stanowią główną masę półkulistego krzaka ale zostaje krzewiąca się silnie część dolna tegoż krzaka, która w nowym sezonie daje obficie gałązki rosnące w górę.

Narośle stare, zdegenerowane zupełnie i opuszczone już przez wywołujące je bakterje, stają się pastwą całego szeregu mikroorganizmów, a przedewszystkiem nowych bakteryj, różnych jednak ze względu na morfologiczne cechy od tych, które rozwijając się na powierzchni błony komórkowej, powodują tworzenie się narośli. Bakterje te, jak również cały szereg drobnych grzybów, pojawiających się w tym samym czasie, niszczą zupełnie wnętrze narośli.

Bakterje, wywołujące narośle u Chantransji, występują wszędzie w obecności tego gatunku, nie wywołują jednak narośli na żadnym z innych glonów rosnących obok. Na różnych gatunkach Chantransji są bardzo pospolite i często, zwłaszcza w starszych pracach algologicznych, spotykamy o nich wzmianki (p. wstęp).

Dla życia Chantransji narośle mają ujemne znaczenie. Wytworzenie się ich prowadzi zawsze do zupełnej degeneracji komórki, z której powstają. Poza tem powodują one zahamowanie wzrostu gałązek przez zniekształcenie komórki szczytowej oraz zupełne zniekształcenie młodych bocznych rozgałęzień.

Literatura.

1. Brand, F. 1895. Über *Batrachospermum*. Bot. Centralbl. Bd. 61, S. 283.

2. — 1897. Über *Chantransia* und die einschlägigen Formen der bayerischen Hochebene. Hedwigia Bd. 36, S. 300.

3. Chemin, E. 1927. Action des Bactéries sur quelques Algues rouge. Bull. Soc. Bot. de France. Bd. 64, S. 441.

4. Küster, E. 1911. Die Gallen der Pflanzen. Leipzig. S. 63 ff.

5. — 1925. Pathologische Pflanzenanatomie III. Aufl. Jena Fischer. S. 49 ff.

6. Kubart, B. 1909. Beobachtungen an *Chantransia chalybea* Fries. Mitt. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. Bd. 46, S. 26.

7. Lagerheim, G. 1900. Mycologische Notizen III. Bih. t. k. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 26, Nr. 4.

8. Peter. 1888. Ueber die Pleomorphie einiger Süsswasseralgen aus der Umgebung Münchens. Bot. Centralbl. Bd. 33, S. 188.

9. Rothert, W. 1896. Ueber die Gallen der Rotatorie *Notommata Wernecki* auf *Vaucheria Walzi* n. sp. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 29, S. 525.

10. Schmitz, Fr. 1892. Knölchenartige Auswüchse an den Sprossen einiger Florideen. Bot. Zeitg. Bd. 50, S. 624.

11. Sirodot. 1884. Les Batrachospermes. Paris.

12. Starmach, K. 1928. Beitrag zur Kenntnis der Süsswasserflorideen von Polen. Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. 5, S. 367.

13. Steinecke, Fr. 1929. Hemizellulosen bei *Oedogonium*. Bot. Archiv. Bd. 24, S. 391.

14. Trotter, A. 1901. La Cecidogenesi nelle Alghe. Nuova Notarisia. Bd. 12, S. 7.

Zusammenfassung.

Die Bakteriengallen, die oft auf marinen Rhodophyceen vorkommen, sind auf Süsswasseralgen nur sehr selten zu finden. Sie waren bisher nur bei einigen Arten der Gattung *Chantransia* bekannt, aber noch nicht ausführlich beschrieben.

Der Verfasser hat einige Arten der Süsswasser-*Chantransien* dicht mit Gallen bedeckt gefunden: in den Wildbächen von Pcim (Bez. Myślenice) an der Westseite des Łysina-Berges und in einigen Bächen im nördlichen Teile des Gorce-Gebirges auf *Chantransia pygmaea*, *Ch. chalybea* und *Ch. violacea*, in der Weissen und Schwarzen Weichsel in der Gegend des Barania-Berges auf *Chantransia Hermanni*, im Prądnik-Bache bei Witkowice (Kraków) und im Pokrzywianka-Fluss bei Włochy, östl. von Nowa Słupia im polnischen Mittelgebirge auf *Chantransia chalybea*.

Die Bakteriengallen aller oben erwähnten *Chantransia*-Arten sind einander sehr ähnlich, nicht nur was ihre äussere Form, sondern auch ihre Entwicklung anbelangt, auch die sie erzeugende Bakterien sind untereinander sehr ähnlich.

Die *Chantransia*-Gallen werden durch Bakterien, die an der Zellmembranoberfläche grosse und verhältnissmässig flache Kolonien bilden, hervorgerufen. Einzelne Bakterienzellen sind unbeweglich, stäbchenförmig, am Ende abgerundet (Fig. 72, Abb. 1—4, Taf. XXVI, Fig. 10), ihre Länge beträgt im Durchschnitt 0·8, ihre Breite 0·4—0·5 μ. Sie sind Gramnegativ, färben sich mit Karbolfuchsin schwach. Sie bilden keine Sporen. Die sich teilenden Zellen bilden Kolonien, die

mit zarter Gallerte umhüllt sind. Sie breiten sich stark nach den Seiten aus, schwächer wachsen sie in die Höhe. Die Grösse der Kolonien erreicht durchschnittlich eine Höhe von 11 μ, eine Breite von 25, seltener von 32 μ.

Die Bakterien zerstören die gesammte äussere und teilweise auch die innere Schicht der Zellmembran. Dadurch üben die Bakterien einen starken Einfluss auf die Zellen, welche vom Ansiedlungspunkt der Bakterien aus schnell in eine Galle auswachsen. In das innere der Galle bzw. der Zelle dringen die Bakterien nicht ein, breiten sich nur auf der Oberfläche der Zellmembran aus, ähnlich wie die Bakterien, welche die Gallen auf den marinen Rhodophyceen hervorrufen. Reife Gallen haben in bestimmten Fällen birnförmige Gestalt. Die Entwicklung der Gallen ist ursächlich von den Bakterienkolonien abhängig. Sobald sich auf der Zellmembranoberfläche der *Chantransia*-zelle einige Bakterien, die bald eine Kolonie bilden, festsetzen, beginnt die Algenzelle an dieser Stelle zu wachsen. Anfänglich bilden sich kleine warzenartige Erhöhungen, welche, abhängig von Wachstum der Bakterienkolonien, an Breite und Höhe zunehmen. Die Bakterienkolonien, welche sich hauptsächlich nach den Seiten hin ausbreiten, bestimmen die Form dieser warzenartigen Erhöhungen. Daher haben die sich normal entwickelnden typischen Gallen birnförmige Gestalt, sie sind an der Spitze breiter und an der Basis schmäler.

Modifikationen der grundsätzlich birnförmigen Gestalt entstehen unter dem Einfluss neuer Bakterienkolonien, welche sich in der Nachbarschaft der ursprünglichen Zellen bzw. Gallen festsetzen. Aus einer Zelle können einfache oder verzweigte Gallen entstehen. Unterscheiden muss man zwischen zylinderförmigen Gallen, welche durch schwache Ausbreitung der Bakterienkolonien nach den Seiten entstehen, verzweigten, welche durch Ansiedlung zweier oder mehrerer Kolonien auf der Zellmembran entstehen, und endlich mehrgipfeligen, welche am häufigsten entstehen, wenn auf der wachsenden Galle sich neue Bakterienkolonien festsetzen. Die Richtung des Gallenwachstums ist durch die Art, wie sich die Bakterien auf den Zellwandungen festsetzen, bestimmt. Die Richtung des Gallenwachstums nach oben, nach der Seite oder nach unten, ist abhängig von der Ansiedlung der Bakterienkolonien an der oberen, seitlichen oder unteren Seite der Zellwände des *Chantransia*-Ästchens.

Die Beobachtung in der Natur lehrt, dass der vollständige Entwicklungsprozess der Galle, von der Zeit der Infektion bis zur Degeneration gerechnet, drei bis vier Monate in Anspruch nimmt. Die Gallenbildung beginnt gewöhnlich im Mai, erreicht im Juli ihren Höhepunkt,

beginnt im August von neuem und endet im Spätherbst oder sogar erst im Winter (Dezember, Januar).

Bei der Neubildung der Gallen unterliegt das Innere der Zelle einer Veränderung. Die Zellmembranen dagegen ändern sich verhältnissmässig wenig. In manchen Fällen werden sie dicker, in anderen dünner. Ihre chemische Zusammensetzung bleibt unverändert, mit Ausnahme der inneren Zelluloseschicht, welche sich jedoch erst in älteren schon platzenden Gallen in Amyloid umsetzt. In den wachsenden Gallen wurde Kallose in den Membranen beobachtet. Nachweisbar war sie nur in den mit Bakterienkolonien infizierten Zellen (Gallen). Im Zellinneren unterliegen die Chromatophoren einer Veränderung. Die einzelnen Chromatophoren breiten sich stark aus und bilden bandartige Abschnitte, die sich schraubenförmig an die Zellwände lagern. In diesen Abschnitten zeigen sich bald kleine Vakuolen, wodurch dann einzelne Chromatophoren netzartig erscheinen (Fig. 73, Abb. 1—4, Taf. XXVI, Fig. 8). Von dieser Zeit ab tritt Stillstand im Wachstum der Galle ein, und nun beginnt die Degeneration. Das Chromatophorennetz wird dünner, zerfällt dann in Abschnitte, diese verblassen und verschwinden endlich. Gleichzeitig wird das Plasma trübe und es bilden sich kleine Körnchen die vorher nicht sichtbar waren. Das Plasma löst sich endlich von den Zellwänden ab und dichtet sich entweder in der Mitte oder an der Seite der Zelle ein Langsam schwinden auch die Bakterienkolonien auf der Oberfläche der Galle und die an dieser Stelle geschwächte Zellmembran platzt oder fällt trichterförmig in das Zellinnere ein. Wenn in diesem Stadium die Membran platzt, so erscheinen im Zellinneren neue Bakterien, die jedoch von denen, welche sich an der Oberfläche der Zelle festsetzen, verschieden sind. Sie bringen das Zersetzen des Zellinneren der Galle zu Ende.

Brand (1897) identifiziert die Bakterien im Zellinnern mit denen, welche sich an der Oberfläche der Galle entwickeln, was sicher nicht richtig ist.

Die Gallen können an beliebigen Stellen der *Chantransia*-Sträucher entstehen. Sie entstehen durch Hypertrophie der Zellen und sind als Osmomorphosen zu bezeichnen. (Küster 1911). Sie verursachen die Deformationen: *a*) der Gipfelzellen, *b*) der interkalaren Zellen, *c*) der jüngeren Seitenästchen, *d*) der Monosporangien. Es sind die Gallen also als Modifikationen *a*) der Zellen, *b*) der Seitenzweige, *c*) der Monosporangien zu betrachten.

Die Deformationen, besonders der Gipfel- und der interkalaren Zellen, verursachen allgemeine Deformationen und Veränderungen im

Habitus der *Chantransia*-Räschen. Dies geschieht durch eine Deformation der Ästchenspitzen oder durch Verbiegungen der Seitenästchen.

Das Vorkommen der Gallen ist von den ökologischen Lebensbedingungen, in denen sich *Chantransia* entwickelt, abhängig. Die Verunreinigung der *Chantransia*-Sträucher mit Lehm und Detritus begünstigt die Ansiedlung von Bakterien, also auch das Entstehen der Gallen. Der Verunreinigung sind vor allen Dingen die Sträucher ausgesetzt, welche in langsam fliessenden oder stehenden Gewässern wachsen, rein bleiben dagegen die Sträucher, welche in reissendem Wasser an Wasserfällen oder unter Mühlrädern vorkommen. Die Gallen an *Chantransia*-Ästchen treten auch stets hervor, wenn sie mit Kalk inkrustiert sind, welcher Erscheinung wir in den Karpaten besonders oft begegnen.

Wie man aus der Literatur über *Chantransia*-Arten ersieht, sind die Gallenbakterien auf diesen Algen überall zu finden, und sehen an allen *Chantransia*-Arten ähnlich aus.

Laboratorium Botanicum Janczewskianum U. J. Kraków, Aleja Mickiewicza 21.

Objaśnienie rycin.

Ryć. 71. Narośle bakteryjne na *Chantransia pygmaea* Kütz. Fig. 1—12. Różne typy narośli szczytowych. Fig. 13—20. Narośle interkalarne. Fig. 21—26. Krótkie boczne rozgałęzienia zmienione w narośle. Fig. 27—30. Monosporangja zmienione w narośle. (Die Bakteriengallen auf *Chantransia pygmaea* Kütz. Abb. 1—12. Verschiedene Formen der endständigen Gallen. Abb. 13—20. Interkalare Gallen. Abb. 21—26. Kurze 1- oder 2-zellige in Gallen umwandelte Seitenzweigen. Abb. 27—30. Durch Gallen deformierte Monosporangien). 540 ×.

Ryć. 72. Bakterje wywołujące narośle na gałązkach *Chantransia pygmaea* Kütz. Fig. 1. Zawiązek kolonji bakteryjnej. Fig. 2. Rozwijająca się kolonja. Podłużne, zaokrąglone na końcach komórki bakteryj ustawione są w równych szeregach. Warstwa zewnętrza błony zniszczona. Fig. 3. Dojrzała kolonja. Fig. 4. T. s. widok z góry. (Gallenerzeugende Bakterien auf Zellmembranoberfläche der *Chantransia pygmaea* Kütz. Abb. 1. Anfangsstadium der Bakterienkolonie. Abb. 2. Ältere Kolonie. Stäbchenförmige Bakterien in Reihen geordnet. Die äussere Schicht der Zellmembran ist zerstört. Abb. 3. Reife Kolonie. Abb. 4. Dasselbe von oben gesehen). 2400 ×.

Ryć. 73. Rozwój i degeneracja chromatoforów w miarę wzrostu narośli u *Chantransia chalybea* Fries. Fig. 1. Rozrastające się chromatofory w młodej narośli. Fig. 2. Siatkowaty chromatofor w wyrosłej narośli. Fig. 3. Siatka chromatoforów rozpada się na pojedyńcze odcinki. Fig. 4. Obumierająca narośl. Widać splazmolizowane wnętrze z resztkami chromatoforów i kolonję nowych bakteryj, osadzających się wtórnie w zaklęśnięciu powstałem po odpadnięciu dawnej kolonji bakteryjnej. (Umwandlung und Degeneration der Chromatophoren bei *Chantransia chalybea* Fries. Abb. 1. Die junge Galle, in der sich die Chromatophoren vergrössern. Abb. 2. Das Chromatophorennetz in erwachsener Galle. Abb. 3. Das Chromatophorennetz zer-

fällt in Abschnitten. Abb. 4. Absterbende Galle mit neuen Bakterienkolonien, die sich wiederum an Stelle der alten ansiedeln). 660 ×.

Objaśnienie tablicy XXVI.

Narośle bakteryjne na gałązkach *Chantransia pygmaea* Kütz.

Fig. 1. Narośle szczytowe, jedna z nich rozgałęziona.

Fig. 2. Narośle interkalarne.

Fig. 3. Młode boczne odgałęzienia zmienione w narośle.

Fig. 4. Gałązka wygięta pod wpływem rozwijającej sie narośli interkalarnej.

Fig. 5. Wielowierzchołkowa narośl szczytowa.

Fig. 6. Młode jednokomórkowe boczne odgałęzienie zmienione w narośl.

Fig. 7. Narośl szczytowa i interkalarna.

Fig. 8. Narośle interkalarne. Widać w jednej z nich delikatną siatkę chromatoforów.

Fig. 9. Monosporangjum, komórki zmienione w narośle w stadjum pełnej degeneracji.

Fig. 10. Kolonja bakteryjna na powierzchni narośli.

Erklärung der Tafel XXVI.

Die Bakteriengallen auf *Chantransia pygmaea* Kütz.

Fig. 1. Endständige Gallen, von welchen eine verzweigt ist.

Fig. 2. Interkalare Gallen.

Fig. 3. Die Gallen welche an jungen Seitenzweigen enstanden sind.

Fig. 4. Durch Einfluss der interkalaren Galle entstehende Biegung der Zweige.

Fig. 5. Mehrgipfelige, endständige Galle.

Fig. 6. Einzelliger Seitenzweig der sich in eine Galle umwandelte.

Fig. 7. In eine Galle umgewandelter Seitenzweig.

Fig. 8. Interkalare Gallen. Es tritt ein dünnes Chromatophorennetz auf.

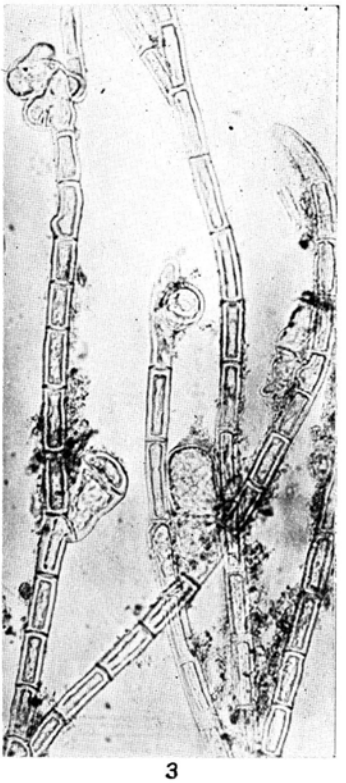
Fig. 9. Monosporangium mit in Gallen umwandelten Zellen.

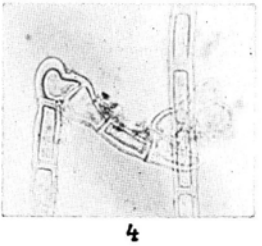
Fig. 10. Bakterienkolonie auf der Oberfläche der Galle.

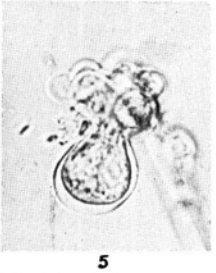
Fig. 1—4, 280 ×, Fig. 5, 7—9, 410 ×, Fig. 6, 500 ×, Fig. 10, 1100 ×.

1

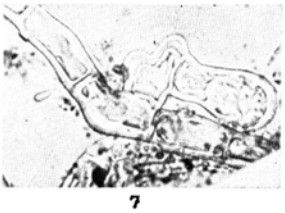
2


3

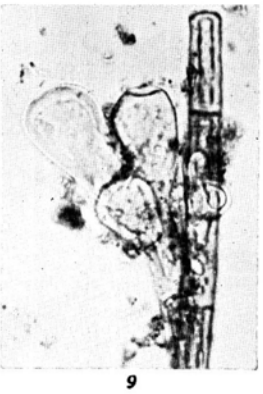

4

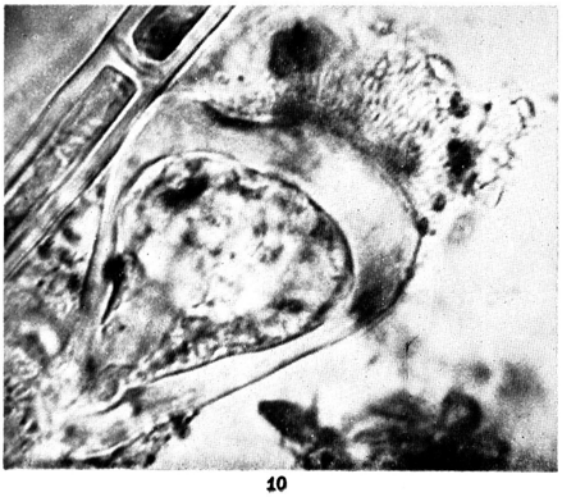

5

6


7

8


9


10