

Chlorofil czyli zieleń roślinna

napisał

Władysław Szybiński.

(Dokończenie.)

Materya, która w chlorofilu bezpośrednio z kwasu węglowego i wody powstaje, nie została jeszcze dokładnie zbadaną; wprawdzie odkrywamy przy pomocy mikroskopu drobne ziarneczka skrobii czyli krochmalu w ziarnku chlorofilu, lecz ta substancya nie może być pierwszym tworem przyswojenia, a to z powodu, że jest uorganizowaną. Pierwszą materyą może być tylko jakiś płynny związek, z którego następnie powstaje skrobia. Różne pod tym względem są zdania fizyologów, lecz dopóki nowsze przypuszczenia potwierdzone nie zostaną, musimy trzymać się dawniejszej hipotezy, że jestto jakiś rodzaj cukru, z którego później skrobia się organizuje. Jakkolwiek w każdej przyswajającej komórce uorganizowaną skrobię znaleźć możemy, nie występuje ona jednakże w każdej z nich w jednakiej ilości, — i tak w komórkach, przylegających bezpośrednio do oświetlonej płaszczyzny jakiegoś organu znajduje się niewiele tylko ziarenek skrobiowych, przeciwnie w komórkach od intensywnego oświetlenia w jakikolwiek sposób zakrytych n. p. w dolnej połowie liścia, pod korą gałązek, a nawet i w całych liściach koroną drzewa zacienianych, znajdziemy zazwyczaj znaczniejszy jej zapas. O powodach tego zjawiska pomówimy poniżej, tu jeszcze wspomnimy, że ziarnka skrobiowe są z początku bardzo drobnutkie, lecz rosną i zwiększają się, a w razie, jeżeli stykają się ze sobą podczas swego rozwoju, wtedy przybierają kształty spłaszczone i przylegają do siebie, wypełniają z czasem całe ciało chlorofilowe zupełnie, a nawet wyrastają z niego na zewnątrz, i niekiedy znika chlorofila, a tylko komórka skrobią wypełniona pozostaje. Najczęściej zostaje jednak skrobia w cukier zamieniona i jako taka po wszystkich organach rośliny rozprowadzana, służy wśród dalszych przemian chemicznych do wytwarzania masy roślinnego ciała, lub zostaje złożoną w trwałych tkaninach jako rezerwowy pokarm dla przyszłej vegetacyi, przybierając wtedy napowrót formę ziarnistą. Pomieniony powyżej nierówny rozkład ziarn skrobiowych w komórkach w chloro-

fil obfitujących zwrócił na siebie oddawna uwagę fizyologów. Po dokonanych badaniach okazało się, że te ciała chlorofilowe, które się w komórkach jasno oświetlanych znajdują, przeważnie bezkształtną materię organiczną wytwarzają, czyli że one tylko przyswajają, gdy chlorofil komórek od światła zakrytych, organizacją tej materii, tu doprowadzonej, dokonywa. Tak n. p. mają podług Haberlanda liście buka, koroną od światła zakryte, przeważnie skrobią organizować, gdy właściwe przyswojenie przeważnie bezpośrednio oświetlonym liściom w udziale przypada.

Już ta sama właściwość chlorofilu w komórkach różnie oświetlanych zawartego wskazuje, że głównym jego celem jest możliwie największe przyswojenie i tylko dla tego, żeby ta ostatnia nie cierpiała, zastosowała przyroda w roślinie podział pracy, poruczając jednym komórkom przeważnie przyswojenie, zaś przydzielając drugim organizacją wytworzonej materii organicznej, którą co prędzej z miejsca jej powstania uprowadza, by dalszemu przyswojeniu nie przeszkadzała. Organizacja zdaje się być zatem rzeczą podrzędną, a to tem bardziej, że może się ona czas jakiś i w ciemności odbywać.

Że przyswojenie jest główną funkcją chlorofilu, zdają się potwierdzać jeszcze inne okoliczności, a mianowicie tak urządzenie całego cudownego aparatu przyswajającego, jak niemniej i jego rozpołożenie w organizmie rośliny. Już same mikroskopijne rozmiary ziarn chlorofilowych, ich gębczasta struktura, niemniej ich ilość odpowiadają jaknajbardziej temu celowi. Pomyślmy tylko, jak stosunkowo wielką przestrzeń tylko jedno ziarnko chlorofilowe w swych kanalikach przedstawia! A jakąż to ogromną przestrzeń przyswajającą moglibyśmy uzyskać, gdybyśmy z masy tych niezliczonych ciałek jedną mogli zrobić płaszczyznę? Możemy śmiało twierdzić, że gdyby cała powierzchnia największej rośliny jednostajnie masą chlorofilową powleczonej została, nie byłaby w stanie tyle węgla przyswoić ile ona przez podział chlorofilu na tak drobne i tak liczne ciała przyswaja. Tę dążność do możliwie największego przyswojenia wspiera w wysokim stopniu inna jeszcze nader ciekawa właściwość ziarn chlorofilowych, — są one bowiem zdolne zmieniać swe położenie, a nawet kształty i wielkość, a wszystko tylko w celu jak najlepszego wyzyskania światła słonecznego lub też w celu własnej ochrony. I tak, gdy światło jest słabe jak n. p. w dnie pochmurne, wieczorem i t. p. ustawiają się one przy tych ściankach swojej komórki, na które rozproszone promienie

słoneczne prostopadle padają, zaś podczas silnego oświetlenia przybierają stanowisko równoległe do wpadających promieni. Zdawałoby się wprawdzie, że w celu najwydatniejszego przyswojenia powinnyby one podczas intensywnego oświetlenia gromadzić się właśnie w kierunku do wpadających promieni prostopadłym, jednakże unikają one zbyt silnego światła w celu własnej ochrony, o czym poniżej mówić będziemy.

W tych samych celach są one zdolne i kształt swój zewnętrzny, a z nim i wielkość swą zmieniać, okazując się w różnych porach bądź kulistemi bądź wydłużonemi, zależnie od stopnia oświetlenia. To też przybierają one inne stanowisko i kształty w dzień, a inne w nocy. Same przez się są one nieruchome i tylko protoplazma wykonuje pod wpływem światła ruchy, w skutek których te drobne ciała najkorzystniejsze dla przyswojenia stanowisko zajmują.

Ale i rozpołożenie tych drobniutkich pracowników przyswajających zdaje się potwierdzać, że możliwie największe przyswojenie jest głównym celem chlorofilu. Ponieważ jedynym źródłem światła dla roślin jest słońce, które ich powierzchnią oświeca, przeto rozmieszczenie przeważnych ilości zieleni roślinnej tuż pod powierzchnią oświecanych z góry organów odpowiada w zupełności powyższemu celowi, tu bowiem może chlorofil najlepiej funkcyonować; w znacznie też mniejszych ilościach znajduje się on w zakrytych od słońca organach, a wewnątrz tkanin, do których światło wcale nie dochodzi, nie znajduje się chlorofil, gdyż tam żadnego nie miałby znaczenia. Dlatego są komórki bezpośrednio do świetlanych płaszczyzn liścia przylegające i większe i więcej ziarn chlorofilowych posiadają, aniżeli komórki słabiej oświetlone, jak n. p. znajdujące się w dolnej nieoświetlonej połowie tegoż. W organach ze wszech stron jednakowo oświetlanych nie napotykamy takich różnic, komórki ich bowiem są jednakiej wielkości i jednakową ilość ziarn chlorofilowych posiadają.

Ten dla życia rośliny tak ważny barwnik ulega jednak wielorakim szkodliwym wpływom zewnętrznym. I tak n. p. zadziwiającym fenomenem jest, że ten sam czynnik, bez którego chlorofil ani powstać ani też przyswajać nie może, najzgubniejszy na niego wpływ wywiera tj. światło. Pełne światło słoneczne niszczy chlorofil, lecz tylko w obecności tlenu; ciała chlorofilowe pozostają przytem nietknięte, a niknie jedynie sam barwnik, o ile się zdaje, wskutek rychłego otlenia i rozkładu. To też w dzień ja-

śny ubywa dużo chlorofilu w roślinach. Ten szkodliwy wpływ światła okazuje się najzgubniejszym w młodych rozwijających się komórkach, w których chlorofilu jest jeszcze nie dużo, w starszych dobrze zazielenionych okazuje się wpływ ten słabszym. Samo światło choćby najsilniejsze nie wpływa zgubnie na chlorofil, jeżeli na niego w braku tlenu działa.

Ażeby zatem barwnik ten, który tylko w obecności światła przeznaczenie swe spełniać może, od zgubnego wpływu tego czynnika i znajdującego się w powietrzu tlenu zabezpieczyć, otacza go troskliwa przyroda rozmaitemi środkami ochrony, przedewszystkiem, by go od za silnego światła zabezpieczyć, przezco i wpływ tlenu zostaje ubezwładnionym. I tak już otaczające błony roślinne chronią go od za silnego oświetlenia, osłabiają siłę przechodzących przez nie promieni słonecznych, a często są one drobnymi włoskami pokryte, które dopiero po należytych rozwoju zielonych organów odpadają. Do ochrony młodego chlorofilu przyczyniają się w niemałym stopniu także starsze rozwinięte już organa n. p. liście, które zazwyczaj młodym rozwijającym się pączkom liściowym potrzebnego im cienia dostarczają, Ruchliwość ciałek chlorofilowych i zdolność unikania stanowisk, za nadto na wpływ światła wystawionych, zabezpiecza chlorofil również od zgubnego dla niego wpływu światła. Szybkie rozmnażanie się ziarn chlorofilowych wynagradza znowu wspomniany powyżej, prawie codzienny ubytek chlorofilu pod wpływem silnego światła, jednakże środek ten zabezpiecza go jedynie w lecie, kiedy przy odpowiedniej temperaturze ciałka te rozmnażać się mogą; w zimie niema on żadnego znaczenia i chlorofil organów, które i w zimowej porze zielonymi pozostają, zginąłby wkrótce, gdyby nie inne urządzenia ochronne, które go od niechybnej zguby zabezpieczają. Są to różne barwniki, które chlorofil przed silnym światłem zasłaniają.

Wytwarzają się one już w jesieni bądź z samych ciałek chlorofilowych, bądź też w nieznanym sposobie w komórkach przyswajających. W pierwszym razie niszczejają kształty kuliste tych ciałek, a z masy ich wytwarza się barwnik zwykle brunatny, który się protoplazmie udziela, a i liść cały przybiera takiż kolor; tak się dzieje przedewszystkiem u żywotnika (Thuja) jałowca itp. W drugim razie tworzy się w górnej części komórek żółto lub czerwono-brunatny, czasem czerwony barwnik, który niezmiennie się ziarnka chlorofilowe zasłania, gdy te ostatnie najczęściej w najciemniejszym kącie komórki skupione wiosennej pory wyczekują.

Podobnie cofają się ziarnka chlorofilowe zielonych w zimie gałązek w głąb komórki i chronią się tym sposobem od zbytńskiego światła. Za nadejściem pory wiosennej znikają te barwniki, ciała chlorofilowe okazują się na nowo, zajmują swe dawne stanowiska i zabierają się do nowej pracy, a liść lub gałązka odzyskuje swą dawną zieloną barwę. Takie barwniki wytwarzają się dość często i w porze ciepłej i najczęściej dla ochrony chlorofilu; można je widzieć szczególnie na wiosnę n. p. w młodych listkach dębowych, które w pierwszym okresie swego rozwoju są czerwone, i dopiero po zupełnym rozwinięciu przybierają żywą zieloną barwę. W lecie w czasie długotrwałej posuchy przybierają także rośliny trawiaste, rosnące na otwartych miejscach, dość często barwę czerwonawą; pochodzi ona również od barwnika czerwonego, który chlorofil zakrywa, a bez którego on a z nią i roślina zginąćby musiała. Liczne odmiany wodorostów wytwarzają także różne barwniki, zakrywające wprawdzie chlorofil, lecz niewiadomo, czy dla ochrony tegoż od światła, to ostatnie bowiem oświeca je zazwyczaj dość słabo.

U roślin, których liście w porze jesiennej opadają, zostaje chlorofil chemicznie zmieniony i do organów trwałych wprowadzony, a materiał jego składowy służy w następnym okresie wegetacyjnym nowo tworzącym się organom za materiał; to samo następuje i u roślin rocznych. Takimi organami są n. p. u roślin drzewiastych tkaniny w korze ukryte, promienie rdzenne i t. p. u roślin rocznych nasienie. Chlorofil znika zazwyczaj najpierw w najstarszych liściach, następnie ubywa stopniowo w coraz to młodszych, — ziarnka chlorofilowe niszczej powoli, tracą zieloną barwę, po której żółta się okazuje. Pochodzi ona od licznych ciałek żółtych, zawartych w soku komórkowym, które niekiedy w jedno większe oleistej konsystencji spływają; jesienna czerwona barwa liści pochodzi znowu od czerwonego zabarwienia soku komórkowego, w którym te ciała się znajdują. Wraz z zieloną barwą liści znika z nich także zawarta w nich skrobia, która do powyższych trwałych organów wprowadzoną zostaje.

Barwniki, które na kwiatach, jagodach i t. p. widzimy, wytwarzają się najczęściej z chlorofilu, przyczem ciała chlorofilowe, obok swego barwnika i kształty zmieniają. Takim barwnikiem jest n. p. rozpowszechniony anthocyan, który kwiatom czerwoną, niebieską lub fioletową barwę nadaje; jestto jeden barwnik pomimo różnicy w zabarwianiu, albowiem w kwaśnym soku komórko

wym jest on czerwonym, gdy w alkalicznym niebieskim się staje, o czym się z łatwością przekonać można, zanurzwszy bowiem kwiat niebieski lub fioletowy w kwaśny jakiś roztwór, staje się on natychmiast czerwonym, odwrotnie stanie się kwiat czerwony, zanurzony w roztwór alkaliczny, niebieskim. Biała barwa kwiatów powstaje skutkiem zupełnego braku jakiegokolwiek barwnika.

W końcu musimy zauważyć, że nie każdy zielony barwnik roślinny jest chlorofilem; tak n. p. można często widzieć na łodygach, szypułkach liściowych a szczególnie na głąbiach podobne do chlorofilu zielone twory, powstałe z protoplazmy pod wpływem światła; zawierają one także skrobią, lecz ta nie powstała tutaj z rozkładu kwasu węglowego i wody, lecz w inny jakiś sposób. Taki fałszywy chlorofil można często widzieć na ziemniaczanych głąbiach; może się on jednak niekiedy pod dalszym wpływem światła w prawdziwy chlorofil zamienić. Zielony barwnik niektórych grzybów nie jest również chlorofilem i nie jest w stanie materii organicznej wytwarzać.

Widzimy z powyższych uwag, jak ważnym dla rośliny barwnikiem jest chlorofil — wytwarza on nie tylko bezazotne materię organiczną, ale pośrednio i azotną, albowiem te ostatnie tworzą się tylko z pierwszych w zetknięciu z azotnym pokarmem. A zatem tylko chlorofil wytwarza bezpośrednio lub pośrednio całą organiczną masę roślinnego ciała, i w wyżywieniu rośliny odgrywa nierównie większą rolę jak korzenie. Roślina, w której chlorofil n. p. dla braku światła wytworzyć się nie może, ginie pomimo najobfitszego pokarmu mineralnego i przedstawia podobieństwo do ginącego z głodu zwierzęcia, tlen powietrza bowiem niszczy szybko cały jej organizm, który tylko dla braku chlorofilu strat takich wynagrodzić nie może. Chlorofil posiada nadto ogromne znaczenie i dla zwierzęcego życia na ziemi, gdy uwzględnimy, że zwierzęta tylko organicznymi ciałami, a głównie roślinami żywić się są zdolne. Byłoby życie zwierząt i ludzi możliwe, gdyby ceteris paribus nagle przestał chlorofil powstawać? Dostarcza on im nie tylko organicznego pokarmu, ale oczyszcza nadto powietrze z wytwarzanego przez organizmy zwierzęce kwasu węglowego, który w nieobecności roślin zielonych nagromadziłby się wkrótce w takich ilościach, że życie zwierząt i ludzi stałoby się bezwarunkowo niemożliwym. Uwagi te pozwalają nam także i wpływ słońca na wszelkie organiczne życie na ziemi należycie ocenić, i poznać, dlaczego słońce jako źródło wszelkiego życia uważać mamy. A ponieważ te wszy-

stkie tak dobroczynne wpływy same przez się w zmysły nasze nie wpadają i tylko przy pomocy mozolnych badań poznane być mogą, wypływa samo z siebie, jak ważnemi są nauki przyrodnicze dla każdego człowieka wykształconego, a w szczególności dla tego, który w jakikolwiek bądź sposób z przyrodą ma do czynienia.
