

# O przeobrażeniu i zmianie pokoleń w świecie roślinnym.

Przyczynek do filozofii botanicznej

przez

Dra J. Rostafińskiego.

Pierwsze spostrzeżenia dotyczące się szeregu zjawisk, które dziś obejmujemy pod nazwą zmiany pokoleń zostały zrobione przez zoologów CHAMISSA i SARRSA. Dopiero jednak uczeń tego ostatniego STEENSTRUP<sup>1)</sup>, odkrył liczne tu należące fakty, nadał całej nauce dziś przyjęte nazwisko i określił zmianę pokoleń dość ściśle w następujący sposób: „Główną treścią niniejszej rozprawy“, mówi on, w dopiero co cytowanej pracy<sup>2)</sup>, „jest przewodnia myśl odzwierciedlająca się w zmianie pokoleń, w tém dziwném dotąd niewyjaśnioném zjawisku natury, że jakieś zwierze

<sup>1)</sup> STEENSTRUP. *Ueber den Generationswechsel, oder Fortpflanzung und Entwicklung durch abwechselnde Generationen.* Copenhagen 1842.

<sup>2)</sup> l. c. p. f.

rodzi potomstwo, które ani nie jest, ani nie będzie podobne do matczynego osobnika, ale które będąc do tegoż niepodobne, ze swój strony daje początek potomstwu, które dopiero powraca do kształtów i całego znaczenia matczynego zwierzęcia w taki sposób, że jakieś zwierze znajduje równe sobie nie w bezpośrednim swém potomstwie ale w drugim, trzecim i t. d. członku, czyli pokoleniu“.

Olbrzymie postępy, jakie zoologia zrobiła w ostatnich czasach dały i w tym kierunku bardzo liczne przyczynki, pozwoliły nietylko wielokrotnie sprawdzić prawdziwość nowój nauki, ale nawet zakres jej znacznie rozszerzyć. Przystępowano tu do rzeczy bez żadnych uprzedzeń i niestarano się podciągnąć rozwoju wszystkich zwierząt ze zmianą pokoleń pod pierwszy odkryty wzór małżów. To téż przekonano się: że na zmianę pokoleń w rozwoju jednego gatunku może się składać więcej jak dwa pokolenia zmienne, że pokolenie bezpłciowe może się powtórzyć wielokrotnie, zanim powróci do płciowego, z którego się poczęło; że jedno zwierze może posiadać kilka rozmaitych pokoleń bezpłciowych, a nawet dwa odmienne płciowe.

W państwie roślinném inaczéj się rzecz miała. Spostrzeżenia, robione na roślinach, które w różnych chwilach i okolicznościach życia są najłatwiej dostępnymi, t. j. nie na roślinach kwiatowych, zdawały się za tém przemawiać, że w świecie roślinnym zmiana pól nie istnieje. Osobniki <sup>1)</sup> bowiem wychodzące

---

<sup>1)</sup> Osobnik może być fizjologicznie lub kształtowniczo (morfologicznie) pojęty. Pierwszy czyli tak zwany

z nasienia, były najzupełniej podobne do osobników matczynych. Zachowywały się więc podobnie jak zwierzęta ssące ptaki i t. p. Zachodziła ta tylko różnica, że kiedy nowo narodzone zwierzęta już wychodząc z jaja, niczem się nie różniły od matki, to roślina po wykiełkowaniu ulegała różnym zmianom, zanim stała się podobną rodzicom. Te stopniowe zmiany w historii rozwoju podciągnął pierwszy poeta i naturalista niemiecki Goethe pod pojęcie przeobrażeń (metamorphozy).

GOETHE odróżniał trzy rodzaje przeobrażeń:

1) przeobrażenie normalne czyli postępujące (albo wstępujące), które daje się spostrzegać w rozwoju roślin kwiatowych od wykiełkowania nasienia, aż do wydania owocu. Rzec tę wygłosił już przedtém w r. 1766 CH. WOLFF, dowodząc, że właściwie cała roślina składa się tylko z dwóch idealnych pierwiastków: łodygi i liścia, (zaliczając korzeń do łodygi) i że wszystkie narzędzia dają się od nich wyprowadzić <sup>1)</sup>.

2) Przeobrażenie anormalne, czyli zstępujące (co-fające się), które się daje spostrzegać w potwornościach, kiedy np. pręcik zamienia się w płatek lub ten ostatni występuje pod postacią liścia.

3) Przeobrażenie wypadkowe powstające wyłącznie pod wpływem zewnętrznych czynników. Tu należy tworzenie się galasówek na różnych częściach

---

bion, będę zawsze wprost nazywał osobnikiem, gdyby mi przyszło kiedy mówić o drugim będę zawsze dodawał: osobnik kształtowniczy.

<sup>1)</sup> Porównaj J. SACHS. *Geschichte der Botanik*. München 1875, p. 168.



roślin w skutek nadkłucia ich tkanki przez jakieś owady.

Widocznie więc to co GOETHE nazywa przeobrażeniem, niema nic wspólnego z tém zjawiskiem. Przeobrażeniem bowiem nazwano w zoologii zmiany, jakim ulega jakiś osobnik w różnych chwilach życia, co odkryto najpierw u żab i owadów.

Następnie pojęcie to ulegało w zoologii różnym zmianom, szczególnież od czasu, kiedy KASPER WOLFF w r. 1759, w swojej pomnikowej pracy: *Theoria generationis*, zbił zupełnie teorię ewolucjonistów, pokazując, że jajo niezawiera żadnego zarodku przyszłego zwierzęcia i że jest prostym pęcherzykiem, który ulega całemu szeregowi różnych przemian, zanim się stanie dojrzałym zwierzęciem.

Dziś całe gromady różnych tu odnoszących się faktów zmusiły zaprowadzić pewną reformę tego pojęcia. Zgodzono się więc ograniczyć je tylko do zjawisk życia pozapłodowego.

Mówimy więc o historii rozwoju pewnego osobnika, że jest połączony z przeobrażeniem, jeżeli rozpada się na mniej lub więcej ściśle wyróżniające się epoki, a przy przejściu z jednej do drugiej utracą pewne dotychczasowe części<sup>1)</sup>.

Wypadałoby więc, że przeobrażenie zdarza się tylko w świecie zwierzęcym.

Jednakże zastanawiając się nad historią rozwoju rozmaitych grup roślinnych, doszedłem do prze-

<sup>1)</sup> Porównaj wyborne objaśnienie tego u HAECKLA: *Generelle Morphologie der Organismen*. Tom II, p. 24.

konania, że przeobrażenie w takim określeniu jak powyżej podano, tutaj rzeczywiście istnieje i pragnę naukowo to pojęcie wprowadzić do botaniki.

Przedewszystkiēm zwracam więc uwagę na kiełkowanie wszystkich nasion roślin kwiatowych (*Phanerogamae*) wszystkich płodników (*Oosporae*), łączników (*Zygosporae*), tak u grzybów, jak i u wodorostów. Dalēj na kiełkowanie wszystkich tych zarodników roślin zarodnikowych, które posiadają błonkē zewnētrzną (*Exosporium*) np. u workowców, mchów, paproci, porostów i t. d. Na zachowywanie się płodników u nizanki (*Sphaeroplea*), które odbywają dwa po sobie następujące przeobrażenia, jedno jēszcze we wnētrze komórki macierzystej, która je wydała, a drugie przy kiełkowaniu. Na rozwój szczegōlnych komōrek rogatych w płōczeni (*Hydrodictyon*). Na niektóre przetrwalniki (*Sclerotia*), grzybów jak n. p. te u kustrzebki FUCKLA (*Peziza Fuckeliana*), lub sporyszu żytniego (*Claviceps purpurea*). Na powstawanie owocników (*Fruchtkörper*) u buławki (*Cordyceps militaris*); żabirośli (*Batrachospermum*), z jej przedplechy (*prothallus*); mchów z ich przedrośli (*protonema*). Mōgłbym zacytować bezporównania wiēcej podobnych temu zjawisk. Zdaje mi się, że i te już powinny wystarczyć do przekonania czytelnika, że przeobrażenie istnieje w świecie roślinnym i to w najróżnorodniejszych jego grupach. We wszystkich bowiem przytoczonych przykładach, osobnik przechodząc z jednēj epoki życia w innā, utracā pewne dotychczasowe czēści.

Powracając teraz znów do pojęcia, z ktōregośmy wyszli, należy zaznaczyć, że dopiero w drugiēj połowie b. wieku piērwszy nasz ziomek Sumieński od-



krył u paproci rozwój połączony ze zmianą pokoleń. Ale dopiero W. HOFFMEISTER zrozumiał, że tu, jak również i u mchów, zachodzi rzeczywiście tego rodzaju zjawisko. Ten sam badacz podciągnął w zakres swoich poglądów, również i rośliny kwiatowe. Gruntowny i jasny wykład stósuników, zachodzących w tych ostatnich, został jednakże podany dopiero przez SACHSA<sup>1)</sup>. W grupie wodorostów przedewszystkiem poszukiwania PRINGSHEIMA THURETA i BORNETA, DE BAREGO i COHNA dostarczały materiału do rozpatrzenia w zachodzących tu stosunkach zmiany pokoleń.

U grzybów zmianę pokoleń odkrył i uznał ją za taką DE BARY, w krótkiej kolei czasu u łączników (*Zygomycetes*), płodników (*Peronosporae*), workowców (*Ascomycetes*) i u śluzowców (*Mycetozoa*). Jemu także należy się zasługa, że pierwszy wyjaśnił tak zawiłą nieraz z wielu pokoleń zmiennych składającą się zmianę pokoleń u rdzy (*Uredineae*).

W ostatniem lat dziesiątku ukazał się cały szereg prac ogłoszonych przez BRAUNA<sup>2)</sup> BREFELDA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> J. SACHS. *Lehrbuch der Botanik*. Leipzig 1868 p. 384.

<sup>2)</sup> A. BRAUN: *Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen erläutert durch die Stellung dieser Familie im Stufengang des Gewächreiches*. Aus dem Monatsbericht der könig. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom April 1875.

<sup>3)</sup> O. BREFELD: *Botanische Untersuchungen ueber Schimmelpilze*. 2 Heft. *Die Entwicklungsgeschichte von Penicillium*. Leipzig 1874 p. 79, 81, 83.

O. BREFELD: *Mittheilung ueber copulirende Pilze* Berlin 1875, p. 8 i 11.

ČELAKOVSKYEGO <sup>1)</sup>, KIRCHOFFA <sup>2)</sup>, SACHSA <sup>3)</sup> i STRASBURGERA <sup>4)</sup>, którzy usiłowali wszystkie w świecie roślinnym zdarzające się wypadki rozwoju, połączonego ze zmianą pokoleń podciągnąć pod jeden szemat pierwotnie odkrytego typu rodniowców. Ponieważ prace te znajdują się z pewnością w ręku każdego botanika i ponieważ treść ich musi im być znana, przeto powtarzanie szérokich nieraz wywodów, tych autorów, uważam w tém miejscu za zbyteczne, a nieznanających takowych odsyłam do źródeł.

Zamierzam teraz przejść do krytycznego przeglądu rozwoju roślin należących do rozmaitych grup. Przedtém jednak pragnę jeszcze zwrócić uwagę czytelnika na następujące kwestyje.

Przedewszystkiém zanotować wypada, że odkrycie zmiany pokoleń w świecie roślinnym najpierw u paproci jest rzeczą najzupełniej wypadkową, zamiast tego najprostszego wzoru mógłby równie dobrze być odkryty najpierw wzór najbardziej złożony ognika (*Accidium*). Podciąganie więc wszystkich znanych

<sup>1)</sup> ČELAKOVSKY: *Ueber die allgemeine Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches*. Sitzungsberichte der mathem. naturwissenschaftlichen Classe der könig. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzung am 16 März 1868.

ČELAKOVSKY: *Ueber die verschiedenen Formen und die Bedeutung des Generationswechsels der Pflanzen*. Tamże. Sitzung am 6 März 1874.

<sup>2)</sup> KIRCHOFF. *Botanische Zeitung* 1857, p. 42.

<sup>3)</sup> J. SACHS. *Lehrbuch der Botanik*. 4 Auflage. Leipzig 1874, p. 227 i 870.

<sup>4)</sup> E. STRASBURGER. *Ueber die Bedeutung phylogenetischer Methoden für die Erforschung lebender Wesen*.



wypadków do paprociowego dla tego, że był najpierw odkrytym, jest z tego powodu nieracyjonalnym. Jeżeli zaś pojęcie to wzięliśmy w jednym wypadku z zoologii, to tym samym prawem możemy za każdym razem robić porównania, jakie zachodzić mogą pod tym względem w podobieństwie rozwoju pewnej rośliny z jedną, a pewnego zwierzęcia z drugiej strony. Dalej zwrócić muszę uwagę i na tę okoliczność, że nazwy jakimi dotychczas obdarzano pokolenia zmienne są o tyle niewłaściwe, że są trafne tylko dla wzoru najprostszego rodniowców. Bo gdy pokolenie wydające jajo, jest zawsze płciowe, ale bezpłciowo poczęte, to z następnych tylko pierwsze jest płciowo poczęte, wszystkie inne są i bezpłciowo poczęte i bezpłciowe zarazem. Z tego to powodu oznaczenie jednego pokolenia, jako jajonośnego (*generatio oophora*), a następnych jako pierwszego, drugiego i t. d. zarodnikonośnego (*generatio sporophora*) będzie może najwłaściwszem.

Dalej jeszcze wspomnieć należy, że i w świecie roślinnym może się zdarzyć wypadek zachodzący w zwierzęcym n. p. u mszyc (*Aphida*), że osobniki pewnego pokolenia i to zawsze zarodnikonośnego powtarzają się wiele razy, zanim powrócą do jajonośnego.

Tutaj każdy z tych osobników kolejno po sobie następujących nie może być przeciwstawiony osobnikowi jajonośnemu, jako osobne równe mu pokolenie, bo dopiero wszystkie razem uważane, stanowią jedno pokolenie zmienne. Zjawisko więc to odróżniam od zmiany pokoleń, jako następstwo osobników (*Biontenfolge*). Każdy z osobników, biorących w nim



udział nazywam pokoleniem równowartościowém (*Folgegeneration*).

Nareszcie wypada zaznaczyć co następuje. W rozwoju pewnego ustroju obok pokoleń zmiennych i równowartościowych, mogą występować boczne członki tak zwane rozmnożki (*gemmae Brutkörper*). Te nie należą do zmiany pokoleń i dadzą się tém scharakteryzować, że rozwój osobnika może się bez nich obejść i że powstały z nich osobnik należy zawsze do tego samego pokolenia, z którego i rozmnożka powstała.

Możemy teraz przystąpić do krytycznego przeglądu zmiany pokoleń w państwie roślinnym. Za punkt wyjścia posłużą nam morszczyny (*Fucaceae*). Tutaj jajo po zapłodnieniu, pokrywa się błoną i natychmiast rozwija się dalej, wydając znów osobnik jajonośny, najzupełniej do matczynego podobny.

Niema więc zmiany pokoleń i rozwój taki daje się wyrazić wzorem:

O + O + O i t. d.

gdzie *O* oznacza pokolenie jajonośne. W taki sam sposób rozwija się także zrostnica (*Vaucheria*), posiadająca tylko obok tego pływki, jako rozmnożki, i bez nich skrętnica (*Spirogyra*). Lecz w tych dwóch dopiero co cytowanych przykładach zachodzi ta różnica, że raz jajo odbywa przeobrażenie, a dalej pewien czas pozostaje w zastoju. Czy zastój ten może dać powód uważania osobnika powstającego z jaja za drugie pokolenie zmienne, a to w ten sposób, że granicę pierwszego kładziemy po chwili zapłodnienia, a za drugie, uważamy jajo zapłodnione, będące w zastoju aż do chwili jego kielkowania? Z pewnością nie. A to

dla tego, że zastój jest zjawiskiem przystósowania się rośliny do warunków klimatycznych. Dowieść tego można najlepiej biorąc pod uwagę nasiona roślin kwiatowych. W nich zarodek znajduje się na bardzo różnym stopniu rozwoju tak n. p. u korzeniówki (*Monotropa*), jest zaledwie dwukomórkowy, u wielu storczyków zaledwie że wyróżniony, ale bez założenia osi, u większości i korzonek i liściń lub liścienie są wyraźne, ale oś zaledwie zaznaczona, u orzecha (*Juglans*), oś (piórko), nietylko jest wyraźna, ale ma nawet dwa pączki boczne, a z drugiej strony u trzcinnika (*Canna*), korzonek jest opatrzone korzonkami przybyszowymi. Wszystkie rośliny posiadają jednak wszystkie te narzędzia, t. j. oś, liście, korzenie i korzonki; widzimy więc, że u różnych, zastój może przypaść w różnych chwilach rozwoju. Tak samo ma się rzecz i u wodorostów, o których była mowa. Osobnik wzrostowy <sup>1)</sup> i dwie komórki płciowe, do chwili, kiedy się z sobą niepołączyły stanowią jedno pokolenie, z chwilą połączenia się dwóch komórek rozpoczyna się drugie pokolenie, w tym po krótkim czasie następuje chwilowy zastój, potem przeobrażenie połączone z wydaniem osobnika wzrostowego, niosącego na sobie komórki płciowe. To drugie pokolenie jest najzupełniej podobne do 1szego, niema więc zmiany pokoleń.

Do téj saméj klasy wodorostów co skrzętnica, należy także rząd baryleczkowatych (*Desmidiaceae*), ich jednak łącznia, jak tego dowiódł DE BARY, zachowuje się inaczej. Przy kielkowaniu bowiem nie powstaje z niej osobnik wzrostowy, ale łącznia dzieli

---

<sup>1)</sup> Osobnik wzrostowy (*vegetatives Individuum*).



się na dwie lub cztery komórki, z których każda inaczéj wygląda jak osobniki rastowe i każda jest punktem wyjścia dla szeregów osobników rastowych rozmnażających się przez dzielenie. Tu więc jajo rodzi inne osobniki, jak te, które to jajo wydały, mamy więc przed sobą najprostszy wzór zmiany pokoleń. Oznaczając pokolenie zarodnikonośne przez  $S$ , a zatrzymując dla drugiego znak poprzednio wzięty, otrzymam piérwszy wzór zmiany pokoleń:

$$I. O + S + O + S + O + S \text{ i t. d.}$$

Wzór ten wyraża zmianę pokoleń znacznej większości roślin. Różnice, jakie zachodzą z naszego punktu zapatrywania, są niewielkie, polegają one na obecności lub nieobecności rozmnożeń.

Na wydawaniu przez jaja coraz liczniejszych punktów wyjścia dla osobników rastowych <sup>1)</sup> coraz wybitniejszój różnicy między pokrojem osobników należących do jajo- lub zarodnikonośnego pokolenia.

Że w przyswajaniu u mchów jednemu (jajonośnemu), a u paproci innemu (zarodnikonośnemu), główna rola przypada, to są rzeczy tak już nie ledwie oklepane, że powtarzanie ich w tém miejscu byłoby co najmniej zbyteczne. Wspomnę tylko, że w rozwoju mchów taki podział dwóch pokoleń przyjmuję: z jaja

<sup>1)</sup> Tak u niektórych mączaków (*Erysiphe*), jest ich dwa (w podrodzaju *Podosphaera*), u innych i u uwikła (*Oedogonium*) cztery, u tarczowłosa (*Coleochaete*), ośm, u niektórych mchów (*Archidium*) szesnaście, u grubielca (*Cystopus*) trzydzieści dwa, u większości workowców, grzybów łącznikowych, mchów i paproci już wielkie mnóstwo.

należącego przed zapłodnieniem do jajonośnego pokolenia powstaje z chwilą zapłodnienia drugie, które wchodzi w ścisły związek z poprzedniem <sup>1)</sup> i rozwijając się dalej, przemienia się w zarodnię. Wypełniając ją zarodniki zamykają drugie pokolenie zmienne. Przy kiełkowaniu tych zarodników połączonem z przeobrażeniem, powstaje już drugie występujące najpierw jako przedrośle (*protonema*), to ostatnie odbywa znów przeobrażenie i wydaje osobnik rozrostowy jajonośny, na którym powstaje jajo, z któregośmy wyszli i które jest granicą nowego pokolenia zmiennego. U paproci i wszystkich wyższych rodniovców rzecz odbywa się prościej, z jednem tylko przeobrażeniem przy kiełkowaniu zarodnika. Ale jak ČELAKOVSKY piérwszy słusznie zauważył <sup>2)</sup> istność pokolenia przedroślowego paproci w innych pokrewnych grupach coraz się skraca cofając się, że się tak wyrażę w głąb pokolenia jajonośnego. Zaznaczę tu, że piérwszy objaw tego, spotykamy już u skrzypów, gdzie zarodniki chociaż wprawdzie wyglądają najzupełniej jednakowo, jednakże wydają przedrośla rozdzielnopłciowe; u paproci różnozardnikowych to wyróżnienie płciowe cofa się o tyle, że zarodniki różnej płci przedrośla wydające zajmują różne miejsca w zbiornikach, lub téż różne zbiorniki

<sup>1)</sup> Tak samo zupełnie zachowują się krasnorosty (*Florideae*). Rzecz ta, jako szczególny rodzaj przystosowania dla naszego punktu widzenia jest zupełnie obojętną.

<sup>2)</sup> L. ČELAKOVSKY: *Ueber die allgemeine Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches*. Patrz: Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der könig. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzung am 16 März 1868 p. 10.



i dają się po wielkości poznawać. Przyjmując najzupełniej wszystkie analogije zachodzące między rodniovcami i roślinami kwiatowemi, jakie HOFMEISTER zaznaczył, a które SACHS <sup>1)</sup> tak jasno i przekonywająco wyprowadził w swym podręczniku botanicznym, dochodzę jednak do przekonania, że rośliny kwiatowe są zupełnie pozbawione zmiany pokoleń. Jedno bowiem pokolenie znajduje się w takim zaniku, że przestaje istotnie funkcjonować jako pokolenie zmienne. Tym, którzyby się na ten mój pogląd niechcieli zgodzić, podaję następujące porównanie. Jeżeli w jakimś gatunku, należącym do rodziny o kwiatach typowo pięciowzorowych kwiat posiada tylko 3 pręciki, to chociażby historia rozwoju wykazała, że dwa inne są założone, ale dalej się nie rozwijają, to mówimy o niém, że posiada tylko 3 a nie 5 pręcików.

Są wprawdzie i tacy botanicy, którzy następstwo pędów u roślin kwiatowych podciągają pod pojęcie zmiany pokoleń. Wina takiego porównania ciąży przedewszystkiém na STEENSTRUPIE, który je pierwszy popełnił. Lecz wówczas, kiedy autor ten pisał swoją rozprawę inne fakty prawdziwej zmiany pokoleń nie były znane w świecie roślinnym, nie więc dziwnego, że jako zoolog, dał się uwieźć powierzchniowemu podobieństwu. W następstwie pędów (*Sprossfolge*), mamy do czynienia z osobnikami kształtowniczemi i to w tym razie, jeżeli zgodzimy się uznać pączek za taki osobnik, a jak wiadomo, żadna pewna granica ustalić się tu nie da, ani także przeprowadzenie osobników różnych wartości, jak to usiłował uczynić HAECKEL;

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 384.

naszém zdaniem największą miał racyję SCHLEIDEN, uważając za osobnik kształtowniczy każdą komórkę roślinną. W zmianie zaś pokoleń operujemy z osobnikami fizyjologicznými, a pączek takim nie jest. Niestusznie zarzuca BRAUN <sup>1)</sup> HAECKLOWI, że był nie logiczny, przypisując zmianę pokoleń tylko tym roślinom kwiatowym, które posiadają cębulki odpadające (n. p. *Lilium bulbiferum*, *Dentaria bulbifera*, *Ficaria ranunculoides* etc. <sup>2)</sup>). Przeciwnie HAECKEL zrobił to porównanie dla tego, że takie pączki odpadając od rośliny macierzystej stają się tém samým osobnikami fizyjologicznými. HAECKEL zapomniał tylko, że te osobniki są tu rozmnożkami, bez których rozwój rośliny zupełnie może się obejść i że tém samým nie należą zupełnie do zmiany pokoleń. Wreszcie zauważyć jeszcze muszę, że przyjmując pączek za osobnik kształtowniczy, to ponieważ przy pączkowaniu nowy pączek powstaje na innym, mamy w tym razie szereg osobników kształtowniczych jednowartościowych powstających jeden z drugiego, a nie osobniki kształtownicze różnej wartości.

Jestem w tym razie najzupełniej zdania SACHSA <sup>3)</sup> że następstwo pędów u roślin kwiatowych jest zjawiskiem niemającym nic wspólnego z następstwem pokoleń. Jeżeliby ktoś upierał się przy tém, żeby je nazwać następstwem pokoleń, to w takim razie należy koniecznie dla całego szeregu zjawisk, które w botanice tak dotychczas nazywano, utworzyć zupełnie nowe nazwisko. A gdyby chodziło koniecznie o podcią-

<sup>1)</sup> l. c. p. 30.

<sup>2)</sup> HAECKEL, l. c. p. 90 i 106.

<sup>3)</sup> SACHS, l. c. p. 233.



gnięcie tego <sup>1)</sup> pączkowania tutaj, to musielibyśmy je w ostatnim razie uważać nie za zmianę pokoleń, ale za następstwo osobników, bo uważając pączek za osobnik mamy w rozmnożkach osobnik najzupełniej podobny do matczynego.

Wracając się teraz do naszego pierwotnego wzoru zaznaczyć jeszcze wypada, że u niektórych tu należących roślin wzór pierwotny o tyle staje się więcej złożonym, że jedno pokolenie (zarodnikonośne), ma rozwój połączony z następstwem osobników. Tak zachowują się różne rodzaje pleśniaków (*Mucorineae*).

Oznaczając osobniki wchodzące w skład następstwa osobników przez  $\alpha$ , ilości wszystkich biorących w tym udział przez  $n$ , otrzymamy wzór:

$$\text{II. } O + \alpha + \alpha' + \alpha'' + \dots + \alpha^{n-1} + O + \alpha + \alpha' \text{ i t. d.}$$

Jeżeli zaś zgodzimy się oznaczać pewne pokolenia zmienne, występujące z następstwem osobników, w ten sposób, że przy znaku tego pokolenia zmiennego dodamy  $f$  jako wykładnik, to wzór nasz brzmieć inaczej będzie:

$$\text{II. } O + S^f + O + S^f + O \text{ i t. d.}$$

U pleśniaków (*Mucorineae*) jednak, jakto pierwszy zaznaczył DE BARY, zmiana pokoleń może być niekiedy pominięta i rozwój podpaść pod wzór  $O + O + O$  itd. o czém jeszcze poniżej wspomniemy.

Płóczeń (*Hydrodictyon*), daje nam przykład rozwoju, wymagającego nowego wzoru. Tutaj jajo nie przechodzi w osobnik rostowy, ale daje z przeobrażeniem początek 2 lub 4 zupełnie różnym osobnikom, każdy z nich zamienia się w rogatą komórkę

<sup>1)</sup> Naturalnie tylko w wypadkach, kiedy pączek odpada od rośliny macierzystej i staje się tym samym osobnikiem fizjologicznym.

zastojową i na tém kończy się pierwsze pokolenie zarodnikonośne, komórka rogata ulega nowemu przeobrażeniu i daje początek licznym osobnikom drugiego pokolenia zarodnikonośnego, które przed złączeniem się w osobnik rostowy kończą drugie pokolenie zarodnikonośne, po połączeniu zaś tworzą osobnik rostowy posiadający rozmnożki i wydający wreszcie komórki płciowe, których rezultatem jajo, czyli trzecie pokolenie jajonośne, od któregośmy nasz przegląd zaczęli. Używając więc poprzednich oznaczeń otrzymamy wzór:

III.  $O + S + S, + O + S + S, + O$  i t. d.

Podobnie zachowują się bardzo liczne workowce, przedewszystkiem zlepek (*Eurotium*), i pędzlak (*Penicillium*); tutaj z jaja należącego do pierwszego pokolenia jajonośnego powstaje po jego zapłodnieniu drugie, które kończy się wydaniem zarodników workorodnych (*Ascosporae*). Te przy kiełkowaniu połączone z przeobrażeniem wydają grzybnię (*Mycelium*), na której niepowstają jednakże od razu jaja, ale po największej części, przynajmniej w naturze, nowe pokolenie zarodnikonośne z zarodnikami zwanymi conidia. To ostatnie pokolenie może się powtarzać wiele razy, za nim wyda grzybnię, niosącą jaja. Drugie więc pokolenie zarodnikonośne przedstawia zjawisko następstwa osobników. Dla takich przeto workowców otrzymamy wzór:

IV.  $O + S + S_1^f + O + S + S_1^f + O$  i t. d.

Rdze dostarczają nam nowych i to najbardziej złożonych wzorów, następstwa pokoleń. Przyjmując ze STAHEM, że u nich zapłodnionym zostaje włóśnik (*Trichogynium*), przez parzenie się z plemnikami (*Sper-*



*matia*), i że piérwszym rezultatem tegoż jest owoc zwany *Accidium*, czyli ognik, mamy najprostszy przypadek rozwoju podpadający pod wzór III u *Endophyllum*. Grzybnia niosąca komórkę żeńską i plemniki, z ich wydaniem zamyka piérwsze pokolenie (jajonośne), z jaja rozwija się drugie pokolenie już zarodnikonośne, to jest zarodniki ognika (*Accidiosporae*). Te ostatnie kielkując (z przeobrażeniem), rozpoczynają trzecie pokolenie zmienne w ogóle, a drugie zarodnikonośne, wydają przedgrzybnię (*Promycelium*), a na niej zarodniki (zwane *Sporidia*), kończące to pokolenie i zamykające łańcuch osobników wchodzących w skład zmiany pokoleń; kielkując bowiem, wydają jajonośną grzybnię.

U innych rdzy, zmiana pokoleń jest więcéj złożoną. Tak n. p. u omaru zawilcowego (*Puccinia Anemones*), i nagoci brunatnéj (*Gymnosporangium fuscum*), złożenie to spowodowane jest powstaniem jeszcze jednego pokolenia zmiennego zarodnikonośnego. Z zarodników bowiem ognika (*Accidiosporae*), powstająca grzybnia wydaje zarodniki, które odnoszono do osobnego niegdys rodzaju omaru (*Teleutosporae*), a te nareszcie dają przedgrzybnię z zarodnikami, jak w poprzednio rozważanych wypadkach. Dla tych więc rdzy musimy utworzyć nowy wzór:

V. O + S + S, + S,, + O + S + S, + S,, + O i t. d.

Nareszcie największe złożenie spotykamy u tych rdzy, które rozwijają się w podobny sposób jak sypnik ogonkowy (*Uromyces appendiculatus*), i omar złożonych (*Puccinia discoidearum*). Zarodniki ognika wydają tu grzybnię, na której powstają inne zarodniki, uważane kiedyś za osobny rodzaj pod nazwą rdzy (*Uredo*). Te

zarodniki wydają znów grzybnię wydającą powtórnie rdze i rzecz powtarza się tak całe lato, aż nareszcie pod jesień, ostatnie z pokoleń równowartościowych rdzy wydaje naraz grzybnię, na której powstają zarodniki omaru (*Teleutosporae*), które już zachowują się w taki sam sposób jak w poprzednim wzorze nagoci. Tutaj mamy więc pięć pokoleń zmiennych, z tych cztery są zarodnikonośne, a drugie z nich jest w dodatku połączone z następstwem osobników. Otrzymamy więc dla podobnie rozwijających się rdzy jeszcze jeden wzór:

VI.O + S + S<sub>1</sub><sup>r</sup> + S<sub>2</sub> + S<sub>3</sub> + O + S + S<sub>1</sub><sup>r</sup> + S<sub>2</sub> + S<sub>3</sub> + O itd.

Jak powyżej wspomniałem zmiany pokoleń u rdzy zachodzące rozpoznał pierwszy DE BARY. W zapatrywaniu się jego dawniej drukiem ogłoszonem i tém, które tu podaje, ta tylko zachodzi różnica, że DE BARY zarodniki powstające na przedgrzybni (*Sporidia*), przeoczył jako odrębne pokolenie i że rdzę (*Uredo*), uważał za rozmnoźniki, zapewne dlatego, że pokolenie to ma zarazem następstwo osobników. Że my uważamy tak jedno, jak i drugie za pokolenia zmienne, czynimy to dlatego, że do rozwoju gatunku przejście przez ich kolej jest koniecznem.

Tak wyczerpaliśmy wszystkie wzory, według których rośliny płciowe odbywają zmianę pokoleń w dzisiejszym stanie nauki. Wątpię jednak żeby nieistniały w naturze, w granicach świata roślinnego, jeszcze inne. Nawet te, które podałem mogłyby uleść pewnym przemianom, to jest, gdyby następstwo osobników było połączone raz z pierwszym, innym razem z drugim, trzecim lub czwartym z pokoleń zmiennych zarodnikonośnych. Możliwym by było, żeby następstwo



to dotyczyło także pokolenia jajonośnego. W takim razie w najprostszym wypadku mielibyśmy wzór:

$$O^r + S + O^r + S \text{ i t. d.}$$

Dwa pokolenia zmienne jajonośne należące do tego samego ustroju nie są znane w świecie roślinnym. Fakt taki odkrył w zoologii przed dziesiątkiem przeszło lat HAECKEL <sup>1)</sup>. Być może, że nowe poszukiwania THURETA i BORNETA nad pewnemi krasnorostami zapoznają nas z takimi faktami.

W dotychczasowym rozbiórce zajmowaliśmy się zmianą pokoleń tylko tych roślin, które posiadają zapłodnienie, dlaczegoby jednak tego pojęcia niemożna było zastosować i do roślin bezpłciowych żadnych powodów nie widzę. STEENSTRUP téż w swoim określeniu zmiany pokoleń nic o koniecznej płciowości, chociażby jednego pokolenia zmiennego, niemówi.

Rośliny jednak nie wydające jaj, mają zazwyczaj rozwój bardzo prosty, ztąd téż zmiana pokoleń jest u nich nader rzadko zdarzającym się zjawiskiem. Jedynie znany mi przykład, który tu zacytować można, daje nam trzęsido (*Nostoc*). Gdyby z zarodników tego wodorostu powstawały zawsze osobniki rastowe rozmnażające się za pomocą ruchliwek (*Hormogonia*) i gdyby taka kolej była ściśle zachowana, to rozwój taki dałby się wyrazić wzorem:

$$\text{VII. } S + S, + S + S, \text{ i t. d.}$$

Jeżeliby zaś osobniki powstałe z ruchliwek wydawały kilkakrotnie osobniki rastowe w taki sam znów sposób mnożące się, to mielibyśmy w tym razie

<sup>1)</sup> *Monatsberichte der Berliner Academie der Wissenschaften vom 2 Februar 1865.*

jedno pokolenie występujące z następstwem osobników i wzór w tym razie musiałby brzmieć jak następuje,

$$\text{VIII. } S + S^r + S + S^r + S + S^r \text{ i t. d.}$$

Oba przypadki zdarzają się z pewnością w naturze, ale według spostrzeżeń mego przyjaciela JAN-CZEWSKIEGO niekiedy kolej ta zostaje zupełnie pominięta, bo z zarodnika powstaje osobnik wzrostowy niosący znów zarodniki, w tym więc razie niema zmiany pokoleń i rozwój trzęsidła odbywa się według wzoru:

$$S + S + S \text{ i t. d.}$$

U krwotoczka (*Haemetococcus*), znów po licznych po sobie następujących osobnikach rozmnażających się za pomocą wielkich pływeczek, powstają niekiedy jeszcze inne, dające wielką ilość maleńkich i inaczéj zbudowanych pływeczek. Taki rozwój podpadałby zatém pod wzór VIII, gdyby nie ta okoliczność, że komórki krwotoczka nie dzielą się inaczéj, jak tylko przez wydawanie wielkich pływeczek, i że w skutek tego tworzenie się ich należy uważać nie za wydawanie zarodników, ale za dzielenie się wzrostowe.

Gdyby nam przyszło teraz uogólnić wszystkie podane wzory i zebrać je w jeden, możnaby w tym razie wybrać dwie drogi. Przeciwwstawiając pokoleniu jajonośnemu wszystkie zarodnikonośne, dogodzilibyśmy życzeniom tych botaników, którzy utrzymują, że w świecie roślinnym zmiana pokoleń zawsze według jednego szematu się odbywa. Oznaczając więc wszystkie pokolenia zarodnikonośne, ileby ich było i bez względu na to, czy które z nich występuje z następstwem osobników przez  $\Sigma$ , otrzymalibyśmy wzór ogólny:

$$O + \Sigma + O + \Sigma \text{ i t. d.}$$



Lecz przeciwko takiemu zapatrywaniu się przemawia bardzo wiele rzeczy.

1) Według tego pokolenie jajonośne, ponieważ przeciwstawia mu się, wszystkie inne powinny być dla rośliny najważniejszém, tymczasem tak nie jest. W rozwoju bowiem jakiegokolwiek rośliny najważniejszą rolę gra to pokolenie zmienne, z którym jest połączone następstwo osobników, bo ono najdzielniej przyczynia się do rozmnożenia gatunku.

2) Stosunek poprzednio wzmiankowany może nawet sięgać po za łańcuch zmiany pokoleń, bo istnieją rośliny, które przedewszystkiém plenią się za pomocą rozmnożek.

3) Niekiedy pokolenie jajonośne może zaginąć wypadkowo lub nawet typowo u roślin, których pokrewne typowo rozmnażają się ze zmianą pokoleń. Pierwszego rodzaju fakt opisał najprzód C. MÜLLER <sup>1)</sup> dla pewnego mchu (*Leucobryum giganteum*), z którego jaj nie rozwinęły się zarodnie, ale osobnik rostowy. Podobnego rodzaju zjawisko przedstawia jeden gatunek pleśniaka (*Mucor dichotomus* = *Sporodinia grandis*), którego rozwój według DE BAREGO odbywa się raz według naszego wzoru I, innym razem według IIgo, kiedy wyjątkowo z grzybni wychodzącej z łącznika, powstaje znów jajonośna grzybnia. Zresztą z grupy workowców dałby się tu przywieść niejeden przykład, jednakże ze względu, że potrzebne są jeszcze liczne doświadczenia, któreby rzecz ostatecznie rozstrzygnęły wyliczać ich nie będę. Drugiego rodzaju fakt opisał

---

<sup>1)</sup> *Botanische Zeitung*. 1848 p. 619.

niedawno W. FARLOW <sup>1)</sup> dla pewnej paproci (*Pteris cretica*), której przedrośla bez wyjątku nie niosą rodni, ale wydają przez pączkowanie znów pokolenie zarodnikonośne.

4) Dalej nietrzeba zapominać, że pojęcie zmiany pokoleń, jest zupełnie oderwane, i że jeżeli w stu wypadkach odkryliśmy pewien sposób rozwoju, dający się w jakiś wzór ująć, to niemamy żadnego prawa, a co ważniejsza celu, sto pierwszy przypadek, który się z tą formułką niezgadza, przekręcając istniejące fakty, tłómaczyć koniecznie w pewien miły nam sposób; boć celem prawdziwie naukowych badań nie jest nakręcanie spostrzeganych zjawisk do naszego widzieli się, ale dążenie do prawdy.

5) Nareszcie powyżej cytowane, przez HAECKLA odkryte zjawisko, że pewien ustrój może mieć dwa różne pokolenia jajonośne, jest niezbitym dowodem, że o takim przeciwstawieniu wszystkich pokoleń zarodnikonośnych jajonośnemu niemoże być nawet i mowy.

Zdaniem naszym wszystkie powyżej podane wzory, według których zmiana pokoleń odbywa się w świecie roślinnym, dadzą się ująć w jeden wzór ogólny następujący:

$$x O + y S^{zf w}$$

Wzór ten nieprzedstawia żadnego wyłącznego szematu, ale jest tylko uogólnieniem i zebraniem wszystkich w jednej ogólnej formie. We wzorze tym po-

---

<sup>1)</sup> *An Asexual Growth from the Prothallus of Pteris cretica.* Journal of microscopical science. Vol XIV. N. S. p. 267.



siadamy cztery niewiadome  $x$ ,  $y$ ,  $z$  i  $w$ . Z tych  $x$  oznacza ilość pokoleń jajonośnych i we wszystkich dotąd znanych przykładach jest co najwięcej  $= 1$ , we wzorach VII i VIII  $= 0$ . Mnogość pokoleń zarodnikonośnych kryje się pod  $y$ , które może być równe jedności (wzór I i II), równe dwóm (wzór III, IV, VII i VIII), trzem (V), lub czterem (VI).  $z$  wykazuje w ilu pokoleniach zmiennych występuje także następstwo osobników. Wartość jego bywa co najwyżej równa jedności (II, IV, VI i VIII) a w innych razach jest zero. Nareszcie  $w$  objaśnia, z którym pokoleniem zarodnikonośnym to następstwo osobników jest połączone.

Użycie tego ogólnego wzoru jest więc bardzo proste i tak n. p. podstawiając:

|        |         |   |
|--------|---------|---|
| za $x$ | wartość | 1 |
| za $y$ | „       | 4 |
| za $z$ | „       | 1 |
| za $w$ | „       | 2 |

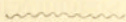
otrzymamy najbardziej złożony wzór VI. Dając zaś,

|        |         |     |
|--------|---------|-----|
| za $x$ | wartość | 1   |
| za $y$ | „       | 2   |
| za $z$ | }       | „ 0 |
| za $w$ |         |     |

będziemy mieli wzór III. W podobny sposób dadzą się wyprowadzić z wszelką łatwością wszystkie inne wzory.

Zapatrując się teraz ogólnie na wszystkie znane przypadki, możemy ten jeden pewny wyprowadzić wniosek, że kiedy w przeobrażeniu osobnik po-

zostaje zawsze ten sam, to przeciwnie w zmianie pokoleń: pokolenie zmienne jajonośne przechodząc w zarodnikonośne pierwsze, a to znów w następne, dają każdym razem początek nowym osobnikom zazwyczaj licznym, co najmniej dwóm, z których każdy jest punktem wyjścia dla szeregu osobników rostowych.



Nareszcie wspomnieć wypada, że i poruszona w ostatnich czasach przez STRASBURGERA <sup>1)</sup> kwestyja, w jaki sposób zjawisko zmiany pokoleń powstać mogło, zasługuje także na rozbiór krytyczny. STRASBURGER stawia dwa przypuszczenia. Według pierwszego, w każdym z dwóch początkowo zupełnie jednakowych pokoleń, wszystkie parzyste z jednej, a wszystkie nieparzyste z drugiej strony, zachowywały się odmiennie, a nareszcie różnice te stały się tak wybitne, że utworzyła się zmiana pokoleń, którą w tym razie nazywa prawdziwą zmianą pokoleń (*Metagenesis*). Według drugiego, kolejne członki początkowo zwykłego pokolenia mają się rozszczepiać i uosabiać. Takie zjawisko nazywa zmianą rozwoju (*Strophogenesis*). Jednakże, jak BRAUN pierwszy zauważył <sup>2)</sup>, ani jedno, ani drugie zjawisko w świecie roślinnym z pewnością nie miało miejsca. BRAUN przypuszcza, że zmiana pokoleń zawdzięcza swoją istność powstaniu nowego wytworu, wysuwającemu się poza granicę pierwszego już istniejącego pokolenia.

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 17.

<sup>2)</sup> l. c. p. 297.



Na ten pogląd BRAUNA zgadzam się najzupełniej. Przykład porównawczy skrętnicy i baryleczkowatych, jest najwymowniejszym dowodem, iż powstawanie zmiany pokoleń polega na tém, że jajo (lub u trzęsidła zarodnik), które zwykle rodzi osobnik wzrostowy, tylko jajo znów wydający, naraz dzieli się i wydaje kilka komórek inaczéj wyglądających jak osobniki wzrostowe, które z nich dopięro powstają i znów wytwarzają komórki płciowe. Jeszcze bardziej mówiącym przykładem są rdze, gdzie w różnych dziś istniejących rodzajach, widzimy jasno tę drogę natury i powstawanie licznych pokoleń zarodnikonośnych w ten sposób, że jajo wydaje zawsze jednakowe piérwsze pokolenie zarodnikonośne, ale gdzie zarodniki tego ostatniego produkują coraz to nowe pokolenie zmienne i gdzie raz powstałe już nie znikają.