

# VÝVOJ TERMÍNU GÉN AKO PRÍPAD VÝVOJA VEDECKÉHO POJMU

JAROSLAVA MACHOVCOVÁ

Centrálnu problematiku jednotlivých vedných odborov vyjadruje niekoľko základných pojmov, ktoré sa počas vlastného vývoja stávajú nástrojmi vedeckého uchopenia, zmocnenia sa určitej skutočnosti, niekedy však i nástrojmi jej skreslenia alebo až zábranou pochopenia skutočnosti. Súčasne uvedené pojmy svedčia o tom, ako ďaleko pokročil príslušný vedný odbor v poznávaní povahy predmetu svojho skúmania.

Tento historicko-sémantický aspekt vývoja vedy sa javí v genetike ako protirečivý proces vznikania genetickej terminológie a historických premien jej pojmových významov.

Teoretická problematika, ktorá sa viaže k uvedenej problematike historicko-sémantickej, nadobúda v genetike konkrétnu náplň v závislosti od dvoch faktorov, vystupujúcich pri štúdiu genetickej literatúry. Na prvom mieste je to závislosť teoretického vysvetľovania určitej problematiky od úrovne jej poznania v danej historickej etape vývoja genetiky, respektíve od koncepcie, ktorá v danej dobe relatívne uspokojujúco pomáhala vysvetľovať príslušné problémy. Neslobodno však podceňovať ani význam druhého z oboch faktorov, ktorým je určitý typ determinizmu, t. j. filozofického pochopenia javov a procesov, ku ktorému sa prikláňali a vlastným dielom rozvíjali vedeckí pracovníci, zaoberajúci sa v tej-ktorej dobe genetickým bádáním.

Predložená stať venuje hlavnú pozornosť procesu vznikania genetickej terminológie a premenám významu centrálneho pojmu genetiky, pojmu gén. Súčasná interpretácia tohto pojmu je skôr iba naznačená.

Základným materiálom, o ktorý sa stať opiera, sú práce Johanna Gregora Mendela a Tomáša Hunta Morgana.

Mendel položil základy genetiky ako zvláštného vedného odboru tým, že si presne vymedzil problematiku, ktorú chcel skúmať, realizoval jej vedecký výskum dlhodobým systematickým experimentom na výborne zvolenom materiáli a ako prvý formuloval teoretické závery, ku ktorým svojou prácou dospel. Preto právom pokladáme Mendela za zakladateľa genetiky, hoci u neho nenachádzame ani termín genetika, ani gén, ani iné odvodené termíny, ktoré sa neskoršie vytvorili na sémantickom (významovom) základe starej gréčtiny a obsahovom základe Mendelovej teórie.<sup>1</sup> Ukazuje sa totiž, že neskoršia doba nadväzovala na Mendelovo dielo prehĺbením a rozšírením jeho výskumov, súčasne však postupovala (na základe nových poznatkov a predstáv o povahe skúmaných javov) v smere vždy výraznejšej špecifikácie vlastnej terminológie.

<sup>1</sup> Mendel netušil, že svojou prácou vytvára základy nového vedného odboru, ale novosti svojho bádania si bol vedomý. Viac o tom v stati *Ke stému výročí zveřejnění Mendelových objevů*, *Filosofický časopis* 14, 1966, č. 1, str. 103—104.

Základný termín, ktorý používal Mendel pre opis a vysvetlenie svojich experimentov, je termín „znak“ („das Merkmal“) a jeho obmeny, napr. znak „dominantný“ alebo „recesívny“, znak „kmeňa“ alebo znak „hybrida“ a podobne.<sup>2</sup> Pri sledovaní pojmového významu, ktorý sa v určitých súvislostiach viaže k danému termínu, sa však ukazuje, že Mendel používa termín „znak“ tak pre označenie toho, čo nejakým spôsobom charakterizuje skúmané organizmy, ako aj pre označenie toho, čo tejto charakteristike odpovedá v zárodočných bunkách.

Uvedená terminológia je veľmi zaujímavá po stránke sémantickej a je typická pre svoju dobu. Termín „Merkmal“ v prvom prípade označuje čosi, čo možno priamo pozorovať („merken“). V druhom prípade je však týmto termínom označené čosi, čo priamo pozorovať nemožno, ale čo „je zaznamenané“. (Porovnajme napr. nemecké slovo „das Merkmal“ = záznamník.) To znamená, že „das Merkmal“ je to, čo je zaznamenané, ale iba v prvom prípade tak, že to je priamo pozorovateľné.<sup>3</sup>

Keď potom v Mendelovom texte hľadáme iné spôsoby vyjadrovania predpokladov alebo záverov z experimentálnej práce, zisťujeme, že termín „das Merkmal“ ani jeho obmeny („die Hybriden-Merkmale“, „differierende Merkmale“ a pod.) samy osebe nie sú schopné vyjadriť novosť Mendelovho prístupu ku skúmaniu danej problematiky, ani ukázať objavnosť jeho teoretických záverov. Preto zrejme v súvislosti s vysvetľovaním povahy zárodočných buniek použil Mendel termín „faktory“ a v záverečných poznámkach, kde Mendel uvažuje o hmotnej podstate zárodočných buniek, ktoré dávajú vzniknúť novým jedincom, je ďalší termín „elementy“.<sup>4</sup>

Oba uvedené termíny (t. j. „faktory“ i „elementy“) sa v texte vyskytujú viackrát. Na jednom jedinom mieste originálu možno nájsť ešte iný termín, a to termín „die Anlage“, ktorý bol v prvom českom preklade Mendelovej práce preložený ako „vloha“ (Brožkov preklad), v druhom (upravenom) vydaní tejto

<sup>2</sup> Pojmový význam uvedených termínov snáď najlepšie ukáže Mendelovo vysvetlenie: „...tie znaky, ktoré prechádzajú do hybridného spojenia celkom alebo skoro celkom nezmenené, takže samy predstavujú hybridné znaky, budú sa označovať ako *dominantné* a tie, ktoré zostanú v spojení latentné, ako *recesívne*. Výraz „recesívne“ bol zvolený preto, že ním označené znaky na hybridoch ustupujú alebo celkom miznú, avšak medzi ich potomkami, ako bude neskoršie vidieť, sa znovu nezmenene prejavajú.“ Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzen-Hybriden*, 10–11, v zborníku *Fundamenta genetica*, Praha 1965, 63.

<sup>3</sup> Rovnaká situácia sa vytvorila i pri Mendelovom priekopníckom zavádzaní symbolov do biológie. Mendel označil dominantný znak veľkým písmenom abecedy (A), recesívny znak malým písmenom abecedy (a) a vývojový rad potomstva hybridov pre jeden pár odlišujúcich znakov vyjadril všeobecným výrazom  $A+2Aa+a$ . Aj keď však použil uvedené symboly na označenie znakov organizmu, z kontextu vyplýva, že symbolmi označuje nielen pozorovateľné znaky organizmu, ale aj to, čo je ich podkladom v gametách. Symbolické odlišenie oboch realizoval omnoho neskoršie Morgan.

<sup>4</sup> „Tento vývoj sa odohráva podľa stáleho zákona, ktorý spočíva na materiálnej výbave a usporiadaní elementov...“ — „...medzi tými elementmi oboch buniek, ktoré podmieňujú obojstranné rozdiely, nastáva akési vyrovnanie...“ Gregor Mendel, *Versuche*, 41, 42; cit. zborník str. 88. Príklad na termín „faktory“: „...pri vzniku konštantných foriem na hybridnej rastline spolupôsobia celkom rovnaké faktory...“ *Versuche*, 25, cit. zborník str. 74.

práce ako „schopnosť“ (úpravu pôvodného Brožkovho prekladu realizoval Vítězslav Orel).<sup>5</sup>

Ak porovnáваме všetky uvedené termíny medzi sebou a porovnáме i všetky súvislosti, v akých Mendel tieto termíny použil, dôjdeme k záveru, že všetky tieto termíny sú hľadáním, predzvestou toho, čo bolo neskoršie vyjadrené termínom „gén“. Každý z týchto termínov totiž svojím spôsobom vyjadruje teoretický predpoklad, že pozorovaným párovým znakom organizmov odpovedá párová povaha dedičného základu, oných faktorov, elementov, či vlôh, ktoré sa pri oplodňovaní v zygotách spájajú a pri tvorbe gamet zase rozchádzajú, nestrácajú však svoju individualitu, kombinujú sa podľa pravidiel kombinatoriky a determinujú vývoj pozorovateľných znakov organizmu. Tento Mendelov teoretický predpoklad má základný význam nielen pre vznik genetiky ako vedy, ale i pre pochopenie hĺbky Mendelovho teoretického myslenia, a to najmä preto, že stavba a vývoj pohlavných buniek v tej dobe ešte neboli známe.<sup>6</sup>

Prečo zvolil Mendel na vyjadrenie vlastného chápania skúmaných otázok práve tie a nie iné termíny, to sa dnes už nedá jednoznačne určiť. Je možné, že tieto termíny (súdiac podľa ich charakteru) si zvolil Mendel pod vplyvom svojho

<sup>5</sup> Orlova úprava českého prekladu na tomto mieste vyznieva inak než originál. Zatiaľ čo v češtine text znie: „... stálí potomci se mohou tvořit pouze tehdy, jsou-li zárodečné buňky a zúrodnující pyl stejného druhu, to je mají-li tak obojí schopnost dáti život úplně stejným jedincům...“, v originále je text: „... konstante Nachkommen nur dann gebildet werden können, wenn die Keimzellen und der befruchtende Pollen gleichartig, somit beide mit der Anlage ausgerüstet sind, völlig gleiche Individuen zu beleben...“ (str. 24). Nazdávam sa, že Brožkov preklad na tomto mieste vyznieva vernejšie, než Orlov. Porovnaj populárno-vedecký zborník Gregor Mendel — zakladateľ genetiky, Brno 1965, str. 26 a zborník Fundamenta genetica, str. 74. Oba termíny zdôraznila J. M.

<sup>6</sup> Zaujímavé je, v ktorom z uvedených Mendelových termínov nachádzali interpretí Mendelovho diela pojmovú zhodu s termínom gén. Artur Brožek v poznámkach ku svojmu prekladu Mendelovej práce nachádza predzvesť génu u Mendela v termíne „(die) Anlage“. (Brožkov preklad vyšiel pod názvom G. J. Mendelovy bastardční pokusy na Pisum a Hieracium, Praha 1926. Pozri poznámky na str. 40.)

Jaroslav Kříženecký upozorňuje na podstatný rozdiel medzi moderným pojmom génu a Mendelovými „elementmi“, ale práve tým ich fakticky priraduje k sebe. (J. Kříženecký, Commentary, cit. zborník Fundamenta genetica, str. 24.) To isté stanovisko zastáva i Vítězslav Orel.

Jan Kamarýt nachádza ešte ďalšiu možnosť interpretácie, keď píše: „Weismannov pojem *determinanty* (biofory) sa spolu s Mendelovým pojmom znaku stal prvým legitímnym predchodcom pojmu génu“ (J. Kamarýt, *Darwinismus a mendelismus*, Filozofický časopis 14, 1966, č. 1, 87).

Nazdávam sa, že Mendel — napriek obdivuhodnej presnosti myslenia, ktorú možno obdivovať napr. pri stávaní a vysvetľovaní vlastných experimentov — nemal celkom upresnený pojmový význam termínov, ktoré používal. Javí sa to markantne na termíne „znak“, kde, ako sme už uviedli, uvažoval o kombinácii pozorovateľných znakov organizmov práve tak, ako o kombinácii toho, čo týmto znakom malo odpovedať v zárodočných bunkách. Aby sme však uviedli veci na pravú mieru, treba povedať, že terminologické rozlíšenie onoho reálneho základu znaku od jeho prejavu je v genetike úlohou dodnes, hoci predpoklady pre takéto terminologické upresnenie položil zhruba pred pol storočím William Johannsen zavedením termínov fenotyp a genotyp. (Termíny fenotyp a genotyp sa zaviedli na hodnotenie vzhľadu a genetickej konštitúcie znaku. Pozri Johannsenove práce *Ueber Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien*, Jena 1903 a *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*, Jena 1909.)

vzdelania vo fyzike. Je zrejmé, že odpovedali vtedajšiemu chápaniu exaktného myslenia prírodovedcov a zrejme mali napomôcť úsiliu o pozdvihnutie biológie medzi vtedajšie tzv. exaktné vedy. Zvlášť termíny „faktory“ a „elementy“ pripomínali postup fyziky a chémie k objavu atómov, a tým aj ich cestu k najväčšej vtedy mysliteľnej exaktnosti.<sup>7</sup> Snáď i preto sa v prvých genetických prácach zo začiatku nášho storočia Mendelove termíny (faktory, elementy, znaky) bežne používajú. Ba i vzácný termín „(die) Anlage“ niektorí genetici prevzali (napr. C. Correns a iní).<sup>8</sup>

Neskoršia genetika postupne opúšťala Mendelove termíny. Najprírodnenejšie vysvetlenie tohto faktu možno hľadať v prostej skutočnosti, že tieto termíny svojou všeobecnosťou a používaním nielen v iných vedných odboroch, ale aj v bežnej reči nemohli dať skúmanej problematike jednoznačný, špecifický genetický význam. Preto sa po osamostatnení genetiky ako zvláštneho vedného odboru hľadali a nakoniec i našli iné termíny.

Pokusov o terminologické upresnenie toho, čo by pojmove odpovedalo Mendelovým termínom, ale pritom malo špeciálne genetický ráz, bolo viacero. Ako príklad možno uviesť z nemecky písaných diel termíny „Erbeinheiten“, alebo „Anlagen der erblichen Eigenschaften“. Z anglicky písaných diel možno uviesť vývoj termínov „units“ a „factors“ cez termín „multiple factors“ a pod. k termínu „gén“. Dlho sa však presné pojmové určenie tohto termínu nevyskytlo. Iste to nebolo náhodné. Hlavným dôvodom bola zrejme malá znalosť genetickej problematiky a vedecí pracovníci si nemohli a nechceli zviazať ruky akoukoľvek určitejšou, ale ešte nie plne preukázanou predstavou toho, čo by mal označovať termín „gén“.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Analogickú tendenciu vyjadruje i myšlienka Huga de Vriesa z roku 1889: „Ako fyzika a chémia uvádzajú všetko na atómy, tak biologické vedy nech preniknú k týmto jednotkám, aby z ich spojenia vysvetlovali javy živého sveta.“ Táto myšlienka sa dokonca stala mottom state V. Orla *Mendelova práce a genetika*, uverejnenej v citovanom zborníku Gregor Mendel — zakladateľ genetiky, str. 42. Na inej rovine, ale v podstate tú istú snahu o nájdenie nejakého pevného základu rozmanitosti živých organizmov vyjadruje ešte neskoršie Th. H. Morgan, keď na začiatku svojej práce z roku 1926 píše: „V tom istom zmysle ako chemik postuluje neviditeľné atómy a fyzik elektróny, ten kto študuje dedičnosť, sa dovoľáva neviditeľných elementov, nazvaných gény“ (Th. H. Morgan, *The Theory of the Gene*, New Haven 1926, 1.).

Kto by si v tejto súvislosti nepripomenul pradávny filozofický základ podobného stanoviska, kde mysliteľ (Démokritos) vysvetľoval všetko viditeľné pomocou princípov neviditeľných, ale nie immateriálnych.

<sup>8</sup> Porovnaj práce: Hugo de Vries, *Das Spaltungsgesetz der Bastarde*; C. Correns, *G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde*; E. Tschermak, *Ueber künstliche Kreuzung bei Pisum sativum*; tieto práce z časopisu *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft* znovu uverejňuje citovaný zborník *Fundamenta genetica*.

<sup>9</sup> Typické je v tejto súvislosti stanovisko R. Goldschmidta, ktorý síce používa i nový termín gén, ale pokladá ho za zameniteľný so staršími termínmi, napr. Mendelovými „vlohami“ alebo Weismannovými „determinantmi“. V jeho práci z roku 1913 čítame doslova: „V oplodnenom vajíčku musia byť obsiahnuté... ako možnosti všetky tie vlastnosti, ktoré neskoršie vytvoria... druhy. Ďalšie predstavy o tom, kde a ako sa v pohlavných bunkách nachodia oné vlohy dedičných vlastností, sú nám predbežne nedostupné. Môžeme ich pomenovať spolu s Weismannom determinanty, alebo tiež povedať s Johannsenom, že v pohlavných bunkách sa nachádzajú ako dedičné jednotky, o povahe ktorých sa nedá nič

Termín "gén" použil ako prvý dánsky rastlinný fyziológ Wiliam Johannsen na označenie jednotlivých „elementov“ mendelovskej zákonitosti dedenia rodičovských znakov potomstvom hybridov.

Termín "gén" vyhovoval Johannsenovi zrejme z dvoch dôvodov: Predovšetkým preto, že svojím spôsobom mohol vyjadriť rodovú súvislosť potomkov s rodičmi. Pritom to bol výraz dostatočne internacionálny, pretože pre vedeckých pracovníkov tej doby znalosť gréčtiny a latinčiny bola samozrejma. Grécke „genos“ a latinské „genus“ (= „rod“, „pokolenie“) boli výborným východiskom.

Druhým dôvodom bola okolnosť, že využitím koreňa slova bolo možné vytvoriť mnoho vhodných odvodenín, napr. genotyp, genetika, genealógia (ako náuka o rodoch). Johannsen však nepredpokladal, že by jednotlivým elementom dedičnosti, génom, odpovedalo čosi fyzické, telesné. Takýto pojmový obsah sa do termínu „gén“ dostáva až na základe experimentálnych prác Th. H. Morgana a jeho spolupracovníkov.

Zatiaľ čo Mendelovo dielo predstavuje v istom zmysle jednorazové vyjadrenie poznatkov nadobudnutých dlhoročnou experimentálnou činnosťou, Morganova publikačná činnosť sa rozkladá do obdobia niekoľkých desaťročí. Počas tejto doby sa základné myšlienky vysvetľovali a ilustrovali nielen na základe nového spracovaného materiálu, získaného výskumom, ale aj z nového zorného uhla, v duchu koncepcie, ktorú Morgan práve preveroval. Preto je pochopiteľné, že Morganovo dielo nemožno obsiahnuť jediným pohľadom, tým menej, že nemožno stotožniť jeho vývojové etapy.<sup>10</sup>

Základné termíny, ktoré Morgan používa vo svojich prvých prácach, sú termíny „unit“ (= jednotka), a „factor“ (= činiteľ, faktor). Terminologický rozdiel medzi Mendelovými a týmito Morganovými termínmi je podľa nášho názoru daný iba vyjadrovacími možnosťami daných jazykov (nemčiny a angličtiny). Pojmove je však v Morganových termínoch omnoho viac, a to tak po stránke genetickej (Morgan má k dispozícii neporovnateľne viac poznatkov, než mohol mať Mendel), ako aj po stránke filozofickej. V Morganovom vysvetľovaní pojmového obsahu uvedených termínov je totiž výslovne vyjadrený predpoklad kauzálneho vzťahu medzi „faktormi“ v zárodočných bunkách a ich čiastkovými účinkami, poznávanými na organizmoch.<sup>11</sup>

---

vypovedať, s ktorými nemôžeme spájať nijakú určitú materiálnu či inú predstavu a ktoré preto označujeme nič ďalšieho nezahŕňujúcim menom „gény“. (R. Goldschmidt, *Einführung in die Vererbungswissenschaft*, 2. vyd., Leipzig und Berlin 1913, 5.) Citované Goldschmidtovo stanovisko dovoľuje nazrieť do myslenia biológov v dobe, kedy sa už poznajú zákonitosť chomozomálnych zmien v procese delenia buniek uvádzala do súvislosti s Mendelovými poznatkami, ale predpoklad, že jadro bunky, respektíve jeho chromozómy sú hľadanými „nosičmi“ dedičných vlôh, sa ešte zďaleka nepokladal za rozhodujúci spôsobom preukázaný.

<sup>10</sup> Vývoj Morganovej teoretickej koncepcie možno sledovať buď podľa vývoja pracovných metód a záverov, ku ktorým sa pomocou týchto metód dopracoval, buď podľa práve nami skúmanej terminológie, zmien jej pojmových významov, pretože pomocou tejto terminológie Morgan a jeho spolupracovníci vyjadrovali nové hľadiská a nové poznatky.

<sup>11</sup> S oboma termínmi sa stretávame už na prvých stránkach práce Th. H. Morgana a jeho spolupracovníkov, venovanej tzv. mechanizmu mendelovskej dedičnosti. V súvislosti s vysvetľovaním paralelnosti správania sa chromozómov a mendelovských elementov dedičnosti čítame: „... správanie chromozómov je paralelou správania Mendelových jednotiek, pretože v zá-



Ako z uvedeného vyplýva, už v tejto ranej dobe Morgan predpokladá a hľadá ako základný typ vzťahov medzi reálnymi javmi kauzálne vzťahy. Toto chápanie určenosti javov je v ďalších prácach ešte markantnejšie. Vo svojej tzv. teórii génu na niekoľkých miestach použil formulácie typu „gény produkujú svoje účinky...“, alebo „...vývojový proces postupuje prísne podľa kauzálneho zákona...“<sup>12</sup> Tieto formulácie majú v našom texte iba ilustratívnu úlohu. V kontexte Morganovho diela, ale aj v jeho zaradení do svojej doby, majú ďalekosiahly význam. Je zrejmé, že myšlienkové podhubie Morganovho deterministického modelu sveta bolo dané (podobne ako u Mendela) dobovou koncepciou vedy, podľa ktorej metou vedeckého bádania bolo nájsť jednoduché kauzálne vzťahy medzi javmi a ich zmenami, respektíve nájsť možnosť jednoduchej kauzálnej interpretácie pozorovaných zmien.

Bolo by možné uviesť celý rad ďalších citátov, v ktorých by sa ozrejnilo i to, že Morganovo pochopenie kauzality malo dosť silné črty mechanistického chápania. Na druhej strane však malo mnoho znakov, ktoré nám dovoľujú tvrdiť, že Morganovo využitie možnosti kauzálneho pohľadu na skúmanú problematiku genetiky v istom zmysle predstihlo svoju dobu. Morganov predpoklad objektívnej kauzality nevyplynul z bezprostredného sledovania kauzálnych premien nejakých faktorov v znaky organizmu. Veď ani to, čo označoval ako faktory, ani to, čo bolo neskoršie pomenované termínom „gény“, nebolo možné študovať priamo. Morganovo kauzálne chápanie skúmaných otázok bolo teda teoreticky podložené filozofickou koncepciou, ktorej prírodovedecké potvrdenie sa realizuje až v súčasnej dobe.<sup>13</sup>

Ale vráťme sa ešte k Morganovmu používaniu termínu „faktor“.

U Mendela bolo ešte možné priradiť k jednému páru znakov jeden pár elementov, vlôh a naopak, k jednému páru vlôh jeden pár znakov. Morgan so svojimi spolupracovníkmi dospel už k poznatku, že situácia je zrejme omnoho zložitejšia. Preto do svojej terminológie na prechodnú dobu zaradil termín „multiple factors“, ktorému v gnozeologickej rovine odpovedá poznatok, že jeden znak môže byť závislý od niekoľkých faktorov.<sup>14</sup>

V citovanej kolektívnej práci o mechanizme mendelovskej dedičnosti je ter

---

rodočných bunkách každá jednotka pochádzajúca od otca je nezávislá od korešpondujúcej jednotky pochádzajúcej od matky. Tieto jednotky budeme naďalej nazývať faktormi...“ Th. H. Morgan, A. H. Sturtevant, H. J. Muller, C. B. Bridges, *The Mechanism of Mendelian Heredity*, New York 1915, 3.

<sup>12</sup> Z toho istého diela chceme uviesť ešte jednu myšlienku: „Zmena v géne má za následok určité účinky na vývojové procesy. Postihuje jeden alebo viac znakov, čo sa prejaví v niektorom neskoršom štádiu na indivíduu. V tomto zmysle teória génu je oprávnená bez toho, že by sa pokúšala vysvetliť povahu kauzálnych procesov, ktoré spájajú gény a znaky“, Th. H. Morgan; *The Theory of the Gene*, New Haven 1926, str. 25, 26, 27 a ďalšie.

<sup>13</sup> Morgan sám bol veľmi blízky pochopeniu vlastnej situácie. V tejto súvislosti čítame: „Pretože gén nemôžeme študovať priamo fyzikálnymi alebo chemickými metódami, naše závery... musia spočívať na dedukciách, vyvedených z jeho účinkov“ (Th. H. Morgan, *The Theory of the Gene*, 281).

<sup>14</sup> „Termín multiple factors má sa v praxi používať v prípadoch, v ktorých sa prejavia dva alebo viac rozličných faktorov, ale každý z nich má za následok podobné účinky.“ Th. H. Morgan a kol., c. d., 172 a n.

mín „gén“ veľmi zriedkavý. Ale už v roku 1919 používa Morgan tento termín skoro výlučne namiesto pôvodných termínov „units“ a „factors“. Nejde však iba o zmenu používaných termínov. Ako sme už naznačili, nastáva zmena pojmových významov. Kým v citovanej kolektívnej práci sa k termínom „units“ či „factors“ viaže ešte neurčitá predstava o povahe predpokladaného genetického podkladu pozorovateľných znakov organizmov, v práci *The physical basis of heredity* (z roku 1919) Morgan načrtáva predstavu chromozómu ako reťazca génov, uvažuje o tom, ako by sa dala vypočítať veľkosť jedného génu vo vzťahu k dĺžke chromozómu, ba uvažuje i o tom, s koľkými génmami možno v dedičnej hmote počítať.<sup>15</sup>

Najprepracovanejšie vyjadrenie Morganovho chápania génu nachádzame v diele *The Theory of the Gene* z roku 1926. V tomto diele totiž Morgan pomocou základných myšlienok vyjadruje to, čo sám nazýva „teóriou génu“. Podľa nej znaky individua možno priradiť k párovým elementom v zárodočnom materiáli (génom), ktoré sa udržiujú pospolu v určitom počte väzbových skupín; po dozretí pohlavných buniek členovia uvedených párov génov sa podľa prvého Morganovho zákona oddeľujú, v dôsledku čoho v každej pohlavnej bunke zostane iba jeden súbor; členovia súboru, patriaci do rôznych väzbových skupín, sa nezávisle oddeľujú — v súhlase s druhým Mendelovým zákonom súčasne nastáva výmena elementov v korešpondujúcich väzbových skupinách (crossing-over); frekvencia crossing-overu poskytuje dôkaz lineárneho usporiadania elementov v ich väzbových skupinách a polohy elementov navzájom.<sup>16</sup> Táto teória, podľa Morgana, umožňuje využiť pri prerokúvaní problémov genetiky striktné numerickú bázu a dovoľuje s veľkou dávkou presnosti predvídať. Preto „...z tohto hľadiska teória spĺňa požiadavky vedeckej teórie v plnom zmysle slova...“<sup>17</sup>

Ak porovnáваме Mendelovo a Morganovo chápanie genetickej problematiky a zvlášť ich pochopenie toho, čo mala vyjadriť ich terminológia, je zrejme, že Morganovo chápanie vychádza síce z Mendelovho diela, je však zrejme založené na nových poznatkoch, ktoré Morgan získal vlastnou bádateľskou prácou a doplnil výsledkami práce iných predstaviteľov genetiky svojej doby.

Vysvetľovanie Morganových termínov je mimoriadne dôležité. Možnosť porovnania pojmových významov termínov, ktoré používal Mendel a neskoršie Morgan, dovoľuje posúdiť, k akému vývoju poznania došlo v genetike počas niekoľkých desiatok rokov. Rozvoj genetiky je tu však dokumentovaný i inak,

<sup>15</sup> V súvislosti s vysvetľovaním javu väzby čítame doslova: „Keby znaky (alebo gény) boli pevnejšie viazané, mohol by sa oddeliť iba jeden z tisícov a keby ešte pevnejšie, iba jeden z mnohých tisícov, v ktorom prípade by sa zdali byť dokonale viazané. Avšak nezdá sa, že by šlo o takúto gradáciu, ibaže najnižšia hranica crossingoveru sa zdá byť mimo dosahu nášho poznania. To znamená, že pravdepodobne existuje určitá hodnota crossing-overu a keby sme ju mohli určiť, mohlo by nám to ukázať najnižšiu hranicu veľkosti génu (vo vzťahu k dĺžke chromozómu), alebo aspoň umožniť sformovať nejakú predstavu o tom, koľko génov sa nachádza v dedičnom materiáli. (Th. H. Morgan, *The Physical Basis of Heredity*, Philadelphia and London 1919, 94.)

<sup>16</sup> Th. H. Morgan, *The Theory of the Gene*, 25.

<sup>17</sup> Tamtiež.

tým, že vedci, pracujúci už v genetickom výskume nášho storočia, pociťujú potrebu veľmi presného vymedzenia pojmového významu termínov, ktoré používajú pri vysvetľovaní danej problematiky. Preto tiež Morgan a jeho spolupracovníci usilujú o terminologické odlíšenie pojmov, vzťahujúcich sa na genetickú konštitúciu znakov organizmov (jeho genotyp) od tých pojmov, ktoré sa vzťahujú na hodnotenie vzhľadu organizmu (jeho fenotyp).

Táto tendencia k terminologickej i pojmovej diferenciacii používaných výrazov mala u Mendela ešte iba veľmi matné obrisy.

Po stránke teoretickej Morganovo chápanie pojmu gén je omnoho bližšie bezprostrednému experimentálnemu pozorovaniu, než to bolo u Johannsena, alebo ešte pred ním u Mendela. Morganovo chápanie je názornejšie, určitejšie, bližšie empirickej skúsenosti; je však pravda, že jeho predstava génu ako jednotky dedičnosti, ktorá je kauzálne spätá so znakmi organizmu a pritom ďalej nedeliteľná, navodzuje možnosť mechanistického vysvetľovania.<sup>18</sup> Treba si však uvedomiť, že Morganovo chápanie génu vyplynulo z určitého materiálu ako jedna z dočasne možných interpretácií, neskoršie sa rôzne dopĺňovalo a niektorí genetici ho i do značnej miery pozmenili.<sup>19</sup> Mechanistická interpretácia väčšinou ustupovala a ak aj sa niekde udržala, teda iba v zjemnenej forme a na novej úrovni genetického poznania.

V ďalšom historickom vývoji genetiky vznikla možnosť definovať gén z troch rozličných hľadísk, a to ako najmenšiu jednotku rekombinácie, ako najmenšiu jednotku mutácie a konečne ako najmenšiu jednotku, determinujúcu špecifickú funkciu. V oblasti terminológie sa táto skutočnosť prejavila zavedením nových troch termínov, a to rekon, muton a cistron. Hoci každá z uvedených definícií (a teda i každý z uvedených termínov) vyjadruje iný poznatok o géne, respektíve o jeho častiach, všetky sa zhodujú v tom, že určité „jednotky“ dedičnosti objektívne jestvujú a Morganov teoretický predpoklad bol celkom oprávnený.<sup>20</sup>

Neskorší vývoj genetiky popieral v istom zmysle to, čo sa po dlhé roky chápalo ako reálny obsah termínu gén.

---

<sup>18</sup> Podobné stanovisko vyjadruje z našich genetikov Jan Klein, ktorý doslovne hovorí: „Pre klasickú genetiku znamenal gén asi toľko, ako pre klasickú fyziku atóm — jednotku genetickou analýzou ďalej nedeliteľnú“ (J. Klein, *Molekulární základy dědičnosti*, Praha 1964, 244).

<sup>19</sup> Mechanistický ráz vtláčili Morganovmu chápaniu génu väčšinou neskoršie interpretácie. Morganovo myslenie bolo tvorivé a nehovel si v absurdnej jednoznačnosti koncepcií. Keď napríklad Morgan uvažuje o povahe génu, zastáva názor, že gén je stabilným elementom v dedičnosti. Ale či je stabilný v tom istom zmysle, ako je stabilná chemická molekula, alebo je stabilný iba tak, že kvantitatívne kolíše okolo nejakého pevného štandardu — to pokladá Morgan za otvorený problém, i keď na druhej strane sám uvádza, že je to otázka teoretického a snáď aj celkom základného významu. (Th. H. Morgan, *The Theory of the Gene*, str. 281.

<sup>20</sup> Obdobnou problematikou sa zaoberá stať Rudolfa Rochhausena a Gerda Ludwiga, *Einige philosophische Probleme der modernen Genetik*, časopis *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 1963, č. 2, 174 n.



Objavili sa totiž isté ťažkosti okolo definícií, ktoré boli sformulované predovšetkým preto, aby jasne a jednoznačne vysvetlili pojem gén.

Pri prvej definícii vznikali ťažkosti tam, kde sa skúmal iba malý počet organizmov.<sup>21</sup> Druhá definícia nevyhovovala pri vysvetľovaní javu komplementácie, kde sa dve genetické jednotky javia raz ako gény dvoch rôznych miest na chromozóme,<sup>22</sup> inokedy ako alely toho istého miesta. Ale ani posledná z definícií nebola bez problémov, čo sa ukázalo najmä pri vysvetľovaní polohového efektu.<sup>23</sup>

Uvedené ťažkosti s genetickými definíciami génu viedli u niektorých autorov až k popretiu oprávnenosti chápania génu ako diskkrétnej čiastočky chromozómu (ako to bolo od čias Morganových). K takémuto záveru dospel v roku 1951 už spomenutý Richard Goldschmidt, keď vyjadril myšlienku, že nemá zmysel deliť chromozóm na jednotlivé čiastočky (gény), ale je lepšie pokladať ho za jednotný celok, ktorý je iba po dĺžke hierarchicky funkčne diferencovaný do jednotlivých úsekov.<sup>24</sup> Ba vyskytli sa aj hlasy, podľa ktorých pojem génu je prežitkom a genetika by sa mala zaoberať bez neho. V tejto súvislosti možno uviesť stanovisko Seymoura Benzera, ktorý navrhol vzdať sa termínu gén a namiesto neho používať spomenuté tri termíny, a to pre jednotku funkcie „cistron“, pre jednotku rekombinácie „rekon“ a pre jednotku mutácie „muton“. Posledné dva termíny majú označovať menšie jednotky, spoluvytvárajúce cistron, ktorý zhruba odpovedá Morganovmu chápaniu génu.<sup>25</sup>

Posledný pokus o vysvetlenie pojmového významu termínu gén, o ktorom sa ešte chceme zmieniť, je spätý s najnovšími úspechmi vo výskume látkového zloženia chromozómov, zvlášť s objavom genetickej funkcie jadrových kyselín. Podľa B. D. Straussa gén je časťou molekuly DNK, ktorá svojim poradím nukleotidov určuje primárnu štruktúru určitého polypeptidu.<sup>26</sup>

Na základe uvedeného materiálu z oblasti genetiky môžeme z filozofického hľadiska urobiť niekoľko záverov:

Vývoj vedy (vrátane genetiky) sa často deje za takých okolností, že riešenie nových problémov prebieha v skôr vytvorenej terminológii, a to buď priamo (za použitia staršieho termínu — napr. Mendelovo prevzatie bežných termínov

<sup>21</sup> Pozri význam objavu tzv. pseudoalelizmu, keď sa pri bežnej technike experimentu javia dve alely ako alely jedného a toho istého génu, zatiaľ čo pri rozbere veľkého počtu potomstva sa prejavujú ako dva rozličné gény.

<sup>22</sup> V genetickej terminológii sa používa termín „locus“ = miesto na chromozóme, ktoré má špecifický fenotypový prejav. Termín „locus“ zaviedol do genetickej terminológie Morgan. N. P. Dubinin pokladá tento termín za obsahovo zhodný s pojmom gén. (Pozri N. P. Dubinin, *Problemy radiacionnoj genetiky*, Moskva 1961, 86.)

<sup>23</sup> Pri polohovom efekte zmena fenotypového prejavu génu je dôsledkom zmeny umiestenia génu.

<sup>24</sup> K podobnému záveru o zložitej vnútornej diferenciacii chromozómu dospel i N. P. Dubinin. (Termínu gén sa však nevzdáva.) Nazdáva sa, že gén nie je čosi ďalej nedeliteľné, ale práve naopak, má systémový charakter. (Pozri N. P. Dubinin, c. d., str. 73 a ďalšie.)

<sup>25</sup> Podrobnejšie o tejto problematike v citovanej práci J. Kleina, v práci M. E. Lo-baševa *Genetika* (Praha 1966), alebo K. Hrubého s tým istým názvom *Genetika* (Praha 1961).

<sup>26</sup> B. D. Strauss, *An Outline of Chemical Genetics*, Philadelphia — London 1960.

znak, faktor, element, vloha), buď sa použije termín slovom nový, ale myšlienkovým, pojmovým obsahom starý (napr. Mendelova terminológia a termíny „units“, „factors“ a sčasti i „gén“ u Morgana).

Môže sa však stať, že v novej situácii starú terminológiu možno opustiť. A to sa deje opäť dvojakým spôsobom. Buď stará terminológia dostane radikálne nový obsah, takže zhoda je iba slovná (napríklad niekdajšia a súčasná interpretácia pojmu gén) alebo môže vzniknúť skutočne nová terminológia, odpovedajúca novému obsahu (napr. Morganove termíny „Crossing-over“, „multiple-factors“ a pod.).

Stáva sa, že teoretická práca maximálne využije určité pojmy, ale vo vedeckých záveroch tieto pojmy už nemôžu figurovať, nemôžu byť integrujúcou zložkou týchto záverov, pretože nemôžu adekvátne vyjadriť novú myšlienku, hoci maximálne prispeli k jej vzniku (napr. Darwinove „gemmule“, Spence-rove „fyziologické jednotky“, Weismannove „determinanty“, „biofory“ či „idy“).

Pojem neexistuje reálne. Pokiaľ však veda pracuje s pojmami (a ona nemôže inak), bolo by nemiestne zbavovať sa umele pojmov, ktoré hoci len čiastočne vyhovujú. Na druhej strane je však samozrejmé (a malo by byť samozrejmé), že realita nie je totožná so svojím vedeckým obrazom a naopak, teória s realitou.

Model vedeckého vysvetlenia, i keď je čo najlepším nástrojom praktického použitia, nemôže mať iba charakter modelu.

Poznatok, že vedecké teórie predstavujú model reality, neznamená poníženie vedy. Vymedzuje vede iba jej pravé miesto, a tým jej dáva teoretické predpoklady na rozvoj, bez toho, žeby dovolil vede nahovárať si, že je čímsi, čím v skutočnosti nie je, to znamená priamym zachytením reality. Model nie je nikdy priamym zachytením reality, je však nevyhnutný a musíme sa snažiť, aby bol čo najadekvátnejším prostriedkom na zachytenie reality.

Sledujúc diferenciáciu špeciálnovedných (v našom prípade genetických) pojmov u rôznych bádateľov, vynára sa otázka, či niekedy nevzniká rôzna terminológia pre čiastočne zhodný skúmaný materiál, takže vzájomné dorozumenie a pochopenie sa tým sťažuje. Nebezpečenstvo možného nedorozumenia a neoznámiteľnosti výsledkov práce tu iste je, nie je však veľké a neodstrániteľné. Väčšie ťažkosti vo vede vznikajú, keď bádatelia používajú iba zdanlivo rovnakú terminológiu, hoci jej pojmový obsah je rôzny; v takom prípade totiž táto rôznosť zostane skrytá, neuvedomená, a tým sa aj nerešpektuje.

V uvedenej krátkej histórii genetiky sme videli, že nie iba rovnaké či podobné veci sa vyjadrujú rôznymi termínmi, ale i to, že rôzne pojmové obsahy sú vyjadrené zdanlivo rovnakým výrazom, zdanlivo rovnakým pojmom. Z toho je zrejmé, aká je dôležitá pozornosť k pojmovej stránke vedy i pri štúdiu genetiky (v našom prípade znalosť historicky pozmeňovaných významov i jedného zo základných pojmov genetiky, pojmu gén).

Termín „gén“ bol nepochybne zvolený veľmi dômyselne. Usudzujeme tak preto, že ho ani podstatné premeny genetickej teórie a poznania neodstránili. Termín „gén“ nie je teda iba dôležitým termínom histórie genetiky, ale zo-

stáva pre svoju aplikabilitu a významovú prispôsobivosť a premenlivosť dôležitým a vhodným výrazom i v súčasnej genetickej terminológii.

Je prirodzené, že v snahe o vybudovanie presnej, bohatej, ale i jednotnej terminológie nemožno vychádzať z nejakého iba želania či vopred postavenej pojmovej schémy, ale práve naopak, zo zvládnutia starého i nového vedeckého materiálu a všetkej literatúry tak, aby všetky už dosiahnuté výsledky (i pojmové) boli novou terminológiou vyjadriteľné i vyjadrené, a to maximálne jednoduchým a funkčným spôsobom.

## РАЗВИТИЕ ТЕРМИНА „ГЕН” КАК ПРИМЕР РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ПОНЯТИЯ

Ярослава Маховцова

На основании изучения конкретного материала, прежде всего работ Й. Г. Менделя и Ф. Г. Моргана можно сделать некоторые общие выводы относительно историко-семантической стороны развития генетики как науки:

а) Развитие науки (в том числе и генетики) происходит или же так, что в начальном этапе решения новых проблем используется старая терминология (ср. напр. использование Менделем терминов „признак”, „фактор”, „элемент”, „предрасположение”), или же используется термин по своей форме новый, но старый по своему содержанию (напр. термин „unit” у Моргана).

б) Может случиться, что в новой ситуации надо будет пересмотреть старую терминологию. Процесс происходит или же так, что старая терминология приобретает совершенно новое содержание, так что совпадение лишь формальное (напр. первоначальное и более позднее толкование Морганом понятия „ген”) или же, возникает совершенно новая терминология, соответствующая новому содержанию (напр. Морганово понятие „Crossing-over”). Существует однако и третья возможность, когда используются преимущества обеих предыдущих.

в) Случается и так, что в теории в максимальной степени используются некоторые понятия, но в научных заключениях они больше не появляются, так как они не в состоянии содействовать точному выражению новой мысли, несмотря на то, что они имеют большие заслуги в ее открытии (напр. „gemmule” у Дарвина, „физиологические единицы” у Спенсера, „детерминанты” у Вайсмана и т. п.).

г) Иногда возникают разные термины для обозначения в значительной степени сходного изучаемого материала. Это ведет не только к недоразумениям, а иногда препятствует правильной передаче результатов познания. Поэтому необходимо стремиться к созданию точной, богатой, но в то же время единой терминологии, которая была бы способной выразить максимально просто но понятно все достигнутые результаты (и в области понятий).

д) Следует избегать ситуации, когда исследователи пользуются на взгляд одинаковой терминологией, но понятийное содержание их терминологии разное. В данном случае разница в понятийном содержании этих терминологий остается скрытой, не осознанной и, следовательно, с ней никто не считается.

е) Понятия, теории и т. п. представляют собой модели действительности. Наука не отказывается от этих моделей до тех пор, пока они, хотя бы относительно, удовлетворяют нашим требованиям. Но в то же время она стермится к тому, чтобы эти модели были как можно наиболее адекватными средствами постижения действительности.



Jaroslava Machovcová

From the study of concrete material, in particular, works by J. G. Mendel and Th. H. Morgan, several conclusions follow which are rather general in nature. They concern the historico-semantic aspect of the development of genetics as science: a) development of science (including genetics) proceeds either in such a way that the initial solution of new problems takes place in an older terminology (e. g. Mendel's use of current terms „sign“, „factor“, „element“, „gift“), or a term is used which is new as regards the word but older as regards the contents of thought (e. g., the term „unit“ in Morgan's work).

b) It may happen that in a new situation the older terminology is to be revised. This takes place either in such a way that the old terminology is given radically new contents so that the correspondence is only verbal (e. g. the original and later Morgan's interpretation of the concept of gene), or a really new terminology can arise which corresponds to the new contents (e. g. Morgan's term „crossing-over“). However, a third possibility exists which makes it possible to take advantage of both the preceding ones.

c) It happens that a theoretical work makes maximal use of certain concepts, but they cannot be found in scientific conclusions since they are not in a position to help in an adequate expression of a new thought, though they had maximally contributed to its birth (e. g. Darwin's „gemmules“, Spencer's „physiological units“, Weismann's „determinants“ etc.).

d) Sometimes a different terminology arises for considerably congruent material investigated. This results in a possibility of misunderstandings or even incommunicability of the results of cognition. Therefore, it is necessary to endeavour to build up a precise, rich but also uniform terminology which would be able to express, in a maximally simple and functional way, all attained results (including the conceptual ones).

e) It is necessary to avoid situations in which the investigators use seemingly identical terminology, but its conceptual contents are different. In such a case, the conceptual difference remains hidden, unrealized and thereby also unrespected.

f) Concepts, theories etc. represent models of reality. Science does not abandon those models as long as they answer, at least relatively, their purpose. However, it endeavours that these models may be the most adequate means possible of seizing reality.