

Znanstvena podloga eugenike

(Uz novo izdanje H. Muckermann, »Kind und Volk«)¹

Čitajući povijest Rima čovjek se nikako ne može otresti misli, da toga carstva više nema. Ono je tako duboko zahvatilo u povijest čovječanstva, kroz više od tisuću godina afirmiralo svoju snagu, nametalo svoje zakone, svoju kulturu i svoj duh gotovo cijelom tada poznatome svijetu. Toliko realnosti, pa ipak — negda bilo, sad se spominjalo!

Koji su bili uzroci toj propasti? Pitanje, koje je oduvijek interesiralo historičare, političare te moraliste. A i danas je i te kako aktuelno. Današnja Evropa pokazuje mnoge znakove, za koje se tvrdi da su bili uzrocima propasti Rima.

Nas ne zanima međutim samo poznavanje uzroka toga propadanja, nego još više pitanje, ima li pomoći, može li se zaustaviti to propadanje jednoga naroda, kulture?

Činjenica je, da su se toliki narodi, postigavši stalnu visinu kulture, degenerirali i iščezli s lica zemlje. Gdje je dakle uzrok toj degeneraciji? Čini se, da je to baš sama kultura, odnosno civilizacija, jer čini život pojedinčev nenormalnim, manje plodnim te tako na koncu uzrokuje smrt cijelog naroda. Jer evropski narodi, a s njima i hrvatski u nekim dijelovima naše domovine, nalaze se već na nizbrdici. Otvorimo li »knjižice sudbine« — statistike novorođenih i umrlih — vidjet ćemo, da se krivulja novorođenih spušta sve niže i niže, a to je početak — konca. Osim toga Evropa boluje. Najprije od duševnih bolesti. Bolnice za te bolesti su prepune. A koliko ih je, koji nisu u bolnicama, o kojima statistike šute? Osim toga, tu su i druge bolesti, veneričke, koje upravo onemogućuju nova pokoljenja. A onda samoubojstva, lakoumno shvaćanje braka, javni nemoral, slobodna ljubav. Sve znaci, uzroci, propasti Rima, propasti Evrope! A da i ne spominjemo teško

¹ Hermann Muckermann, Kind und Volk, sechzehnte Auflage. I. Bd. — Verehrung und Auslese (str. XIV + 300), II. Bd. — Gestaltung und Lebenslage (str. XII + 274). Herder, Freiburg im Breisgau.

Ovaj prilog izrađen je uglavnom prema gornjem djelu osobito što se tiče primijenjene eugenike, te su iz njega uzeti također svi podaci. Literatura je navedena u samome djelu.

i nesredeno socijalno i ekonomsko stanje, koje se i te kako odsijeva u broju novorođenih, ili bolje rečeno, u broju pobačaja te raširenosti Malthusove nauke.

I eto u toj teškoj situaciji pruža Evropi dasku spasa eugenika. Ona izjavljuje, da se taj utjecaj civilizacije može paralizirati, i predlaže nam sredstva. Ponuda je našla abonentata. Poznati zakon Reicha o sterilizaciji inspiriran je od eugenike!

Nije lako dati definiciju eugenike. Eugenika je naime tek nedavno izašla iz povića te je teško povući oštre granice između onoga, što strogo pripada njoj kao nauci, a što opet na njene pomoćne discipline. Tih ima mnogo. Čitav je čovjek, u svoj svojoj djelatnosti, objekt eugenike, pa se eugenika služi kao pomoćnim disciplinama svim onim znanstvenim granama koje imaju bilo kakav odnos prema čovjeku, ukoliko taj može biti princip novoga života. To su dakle u prvom redu biološke discipline, pa medicina, antropologija, psihologija. Napose je eugenika tijesno povezana s naukom o nasljednosti, pače zapravo i jest tek primjena temeljnih zasada ove nauke na čovjeka, samo što pokuse zamjenjuje proučavanjem statističkih data, budući da se na čovjeku ne mogu praviti eksperimenti, te specijalnim opažanjima, osobito kod blizanaca.² Treba osim toga dobro lučiti eugeniku od t. zv. rasne higijene (»Rassenhygiene«), iako se izrazi često upotrebljavaju u istom značenju. Rasna je higijena posebna grana eugenike te ide za tim, da upotrebljavajući općenite zakone nasljednosti i eugeničke metode, održi koju rasu čistom, bilo s kojeg razloga. Tako na pr. nacionalsocijalizam hoće da očisti nordijsku, jer da je najplemenitija rasa čovječanstva...

Prema svemu, što je dosada rečeno, *eugenika je nauka o uvjetima i sredstvima zdravoga naraštaja*. Postigne li se naime jednom, da novi naraštaj bude doista biološki potpuno zdrav, osigurana je time također budućnost naroda i kulture, koju nosi taj narod ili zajednica naroda. Glavni i neposredni predmet eugenike jest dakle obitelj, odnosno bračni drugovi, ukoliko od njih proizlazi novo pokoljenje. Imajući pred očima dijete, koje bi se moglo roditi, eugenika, idealno govoreći,

² Valja dobro razlikovati blizance od dvojaka. *Blizanci* nastaju time, da se oplodeno jaje uslijed nepoznatih još uzroka razdijeli u dvije neovisne blastomere, od kojih je onda svaka početak individua. Prema tome ti individui posjeduju istovjetno nasljedno dobro, što se uostalom i očituje u poznatoj potpunoj sličnosti i t. d. *Dvojci* naprotiv nastaju oplodjenjem dvaju jajeta u isto vrijeme, te se razlikuju među sobom kao braća uopće.

prati svakoga čovjeka napose kroz cijeli njegov život — uključivši ovamo i njegove pretke po mogućnosti — kroz sve faze njegova individualnog i socijalnog razvoja do svake pojedine aktacije novog, po njemu nastalog bića, da onda prati opet ovo itd. Odatle se vidi također povezanost eugenike sa socijalnim momentom, i sva kompliciranost koju on unosi u nju. Nije ni čudo, kad je predmet eugenike čovjek kao pojedinac sa svim svojim moćima, kao socijalno biće sa svim odnosima prema bližnjemu, prema narodu i društvu te prema — vječnosti.

NEKOLIKO POJMOVA

Kao svaka grana prirodnih nauka ima i eugenika svoju terminologiju. Razlaganje eugeničkih izraza i pojmova uvest će nas u poznavanje tajna, koje je priroda dugo vremena ljubomorno čuvala pred čovjekovom radoznavošću. Radi se o tajnama života.

Malo je tako lijepih prizora u prirodi kaošto je zeleni usjev, što se lelija i talasa kao more, kad ga vjetar dirne svojim krilom. Šušti, prelijeva se, kao da odmiče, a opet miruje. Rekao bi, da očekuje važan događaj. I doista, kad je vjetar jače zašumio klasjem, digno se odjednom oblak peludi, te gonjen vjetrom biba se i obavija klasje, kao da hoće sakriti pred radoznavim očima ono, što se tu sad zbiva. Vršiti se oplodnja. Stvar obična doduše, ali zato puna tajna kao malo koji drugi pojav. Sjedit će se dvije stanice, jedna je tek nekoliko desetaka mikrona a druga još manja, u jednu — i novi je život, novi individuuum, činjenica. Sve je već sadržano u toj stanici u zametku, što god će kasnije gotov, savršen individuuum posjedovati na savršenosti. To vrijedi jednako za pšenično zrno, kao i za čovjeka. Jer nakon sjedinjenja sperme sa jajetom, t. j. od časa svoga postajanja, taj novi život ne prima ništa više od svoje okoline, što bi sačinjavalo njegovu *narav*; on prima samo kemijske elemente, koji su mu potrebni kao građa za ostvarenje onoga, što je u njemu kao u klici, t. j. da razvije do punine, do savršenstva ono, što posjeduje u zametku...

Malo je što znamo o načinu tog tajanstvenog razvijanja te o silama, koje tu djeluju. Prema H. Muckermannu plod istraživanja kroz cijeli jedan vijek jest spoznaja, da je razvoj novog bića: »... životna pojava, u kojoj se ispoljuju već postojeći zamci, »nasljedni činoci« ili »geni«, od kojih svaki na neki tajanstveni način krije u sebi skladan dio cjeline. Oni isprva sasma neznatni počeci stanice, usko ovisni uzajamno i

o promjeni ambijenta, razvijaju se u nova bića, a njihova građa obzirom na životnu djelatnost vlada neprekidno i u prostoru i u vremenu svakim odsjekom razvoja. Prema tome je svako novo biće nastalo samostvaralačkim razvojem već postojećih zametaka, koji se u cjelini nalaze u oplodenoj stanici. Što su zapravo ti »zameci«, nitko toga ne zna.«

Konačna forma, izgled, organizma ne rezultira dakle samo iz odnošajnog djelovanja nasljednih faktora, gena. I ambijenat, vanjske okolnosti, u kojima se organizam razvije i živi, pridonose konačnom izgledu, ali samo individualnom, vanjskom, ne bitnome. Evo primjera: poznati korov, maslačak, poprima, ako raste na visokim brdima, tip alpskih bilina, t. j. ima duboko korjenje, patuljasti rast, male listove. Presadimo li tu bilinu u nizinu, poprimit će doskora nizinski oblik, t. j. visoki rast, velike listove, slabije korjenje. Obratno, nizinska forma prenešena na brda, poprimit će alpski oblik. Individuum ostaje što jest, mijenja ipak svoj vanjski oblik prema danim okolnostima. Ovaj pojav prilagođivanja bitno je svojstvo sviju organizma. *Konačni izgled organizma ovisi dakle o dva faktora: o nasljednom načinu reakcije svakome individuu svojstvenih gena, te drugo o različitim okolnostima, u kojima živi, t. j. o utjecaju okoline.* U ovoj činjenici sadržan je temeljni pojam nauke o nasljednosti, naime da postoji razlika između vanjskog oblika, izgleda, svakog pojedinog živog bića te njegove nutarnje konstitucije, između fenotipa i genotipa.

Genotip, t. j. skup konstantnih, nasljednih faktora te po tima realiziranih nasljednih oznaka, nasljedan je, t. j. preda se od generacije u generaciju. *Fenotip* naprotiv predstavlja skup promjenljivih oznaka, koje su svojstvene pojedinome individuu i nastale pod direktnim ili indirektnim utjecajem vanjskih okolnosti.

Kako vanjske okolnosti nisu nikada sasvim jednake, to će se uvijek dogoditi, da se pojedinke jedne te iste rase razlikuju u nekim vanjskim pojedinostima, iako su genotipski identični. Poredaju li se dakle individui jedne biline, na pr. plodovi graha s obzirom na koju vanjsku oznaku, vidjet će se, da se svi razlikuju. Ta razlika, budući da potječe od slučajnih faktora, identična je u svojoj geometrijskoj transkripciji Gaußovoj krivulji slučaja, t. j. krajni su slučajevi najređi, a oni između dviju skrajnosti najčešći. Promatramo li tako zrna rečene biline s obzirom na njihovu težinu, uvjerit ćemo se, da ih je malo, koja ili znatno nadvisuju ili pak podbacuju neku srednju težinu, t. j. onu velike većine. Kažemo

da individui *variraju*, a samu pojavu zovemo varijacijom.

Ch. Darwin bazirao je svoju nauku o razvitku organizama baš na činjenici varijacije. Eksperimenti, kojima Darwin nastojao potvrditi svoju teoriju, bili su prividni. Pokazalo se naime kasnije, da postoje t. zv. »čiste rase«, koje je Darwin odijelio svojim eksperimentiranjem, t. j. neprestanom selekcijom. Prema tome i selekcija je samo negativni faktor, a nikako pozitivni, kako je to Darwin mislio.³

Drugim riječima, fenotipske oznake ne mogu postati genotipskima, individualne osobine ne mogu postati nasljednima. Može li se ipak mijenjati sklop nasljednih faktora? Već apriori možemo to tvrditi. Nema sumnje, da su se neki organizmi razvili iz drugih, pa makar i bilo još prijeporno, kako daleko ide to razvijanje. Osim toga postoje i direktna opažanja t. zv. mutacija nekih rasa, odn. individua.

MENDELIZAM

Aksiom »omne vivum e vivo« činjenica je znanstvenoga istraživanja. Nikada nije opaženo, da bi se koje živo biće razvilo iz anorganske materije niti da je postalo iz ništa. Svaki je život prema tome *nasljedan*, t. j. svako živo biće proizlazi od sebi sličnog bića. Nasljednost života identična je sa rađanjem (Generatio, Zeugung). Riječ »nasljednost« upotrebljava se u biologiji osim toga u mnogo užem smislu,

³ Darwin je držao, da individualna varijacija može postati nasljednom t. j. u konkretnom primjeru, kad bismo uzeli najteže zrno graha, posadili ga pa onda opet od njegova potomstva izabrali najteže zrno i t. d., konačno bismo dobili novu rasu graha, koja bi se razlikovala od prijašnje po većoj prosječnoj težini zrna. Slučajna varijacija individua bila bi dakle ishodište novih rasa uz pomoć selekcije, koja bi uvijek izolirala, te bi tako imala pozitivnu zadaću u razvitku novih rasa, odnosno u proširenoj teoriji, novih vrsta.

Eksperimenti, što ih je Darwin izveo, potvrđivali su njegovu teoriju, ali *prividno*. Darwin naime nije radio s »čistim rasama«, t. j. s materijalom, koji bi doista bio genotipski istovjetan. Bezbrojnim se naime eksperimentima kroz tisuće generacija pokazalo, da se od čiste rase ne mogu uzgojiti druge konstantne rase. Ako je grah, s kojim se eksperimentira, čiste rase, uvijek će i najteže zrno i ono najlakše dati potomstvo, koje varira u jednakom stepenu, kao i ona populacija (potomstvo), iz koje i sami potječu. Darwinovi se eksperimenti tumače dakle time, da je radio s rasama, koje su se međusobno genotipski razlikovale, ali tako neznatno, da su se amplitude varijacija (Variationsbreiten) djelomice međusobno poklapale. Neprestanom selekcijom razlučio je dvije ili više rasa, pa je rezultat bio prividno nova rasa. Selekcija ima prema tome samo negativnu funkciju.

naime da se označi konstatno pojavljivanje oznaka ne kod svih na pr. ljudi, nego samo kod pojedinih rasa, rodbina ili obitelji, kao na pr. albinizam. Opat augustinijanaca u Brnu, Grgur Mendel prvi je uspio, da dugogodišnjim pokusima (8 godina rada s preko 10.000 pojedinih pokusa!) pronade zakone, po kojima se ravna nasljeđivanje. Evo tih zakona, koji su prozvani Mendelovim imenom:

I. zakon: Pravilo o uniformnosti. Križaju li se dvije sasvim srodne biline, koje se razlikuju među sobom u jednoj konstantnoj nasljednoj oznaci, dobivamo u prvoj generaciji (F^1 — filijalna generacija) hibride, koji su svi jednaki. Tako na pr. »Mirabilis jalapa« postoji u dvije rase, od kojih jedna cvate crveno, a druga bijelo. Križaju li se te dvije rase, njihovi će potomci u prvoj generaciji cvasti svi od reda ružičasto.

II. zakon: Pravilo razlučivanja. Križaju li se opet dobiveni hibridi iz F^1 međusobom, dolazi u F^2 (druga generacija) do razlučivanja rasne oznake, odnosno pojedinih rasa. U slučaju Mirabilis jalapae osim individua ružičastoga cvata pojavljuju se sada također individui, koji cvatu crveno te bijelo, kao i ishodni individui (P — parentalna generacija). Razlučivanje se događa uvijek u stalnom omjeru: 1 : 2 : 1, t. j. na dva individua ružičastog cvata dolazi po jedan bijeloga i crvenoga.

U F^3 (treća generacija) i slijedećim od individua bijeloga i crvenoga cvata dobivaju se uvijek individui bijeloga odnosno crvenoga cvata. Rasa je opet »čista« te je lučenje nemoguće. Od individua ružičastoga cvata i nadalje se izlučuju »bijeli« i »crveni« u rečenom omjeru.

Ima međutim mnogo slučajeva, gdje u F^1 prevlada jedna oznaka nad drugom, tako da se ti individui ništa na vani ne razlikuju od jednoga od svojih roditelja. Križa li se na pr. grašak patuljastog rasta s graškom visokog rasta, to su svi individui u F^1 visokoga rasta. Kaže se u tom slučaju, da je visoki rast *dominantan*, a patuljasti *recesivan*, jer se ne pojavljuje izvana. Omjer individua u F^2 je 3 : 1. Ovaj se način razlučivanja zove dominantan, dok gore spomenuti (1 : 2 : 1) intermedijaran.

III. zakon: Pravilo o međusobnoj neovisnosti pojedinih nasljednih oznaka. Križaju li se međusobom individui, koji se razlikuju u dvije rasne oznake (dihybridizam prema monohybridizmu), to ove dvije oznake slijede neovisno jedna o drugoj prvi i drugi Mendelov zakon. Omjer razlučivanja jest: 9 : 3 : 3 : 1. Mendel je križao dvije vrste graška, koje se stalno razlikovale u boji i obliku zrna. Jedna je vrsta imala

okrugle i žute plodove, druga uglaste i zelene. U F^1 bila su sva zrna okrugla i žuta. Okruglo (d) i žuto (d') dominiraju dakle nad uglastim (r) i zelenim (r'). U F^2 dobio je četiri različite vrste plodova: uvijek po 9 okruglo-žutih (dd'), 3 uglasto-žuta (rd'), 3 okruglo-zelena (dr') i 1 uglasto-zelena (rr'). Poredimo broj okruglih zrna sa uglastim te žutih sa zelenima! Ukupno je 12 okruglih prema 4 uglasta t. j. 3 : 1; isto tako 12 žutih naprama 4 zelena, t. j. opet 3 : 1. Geni dakle neovisno jedni o drugima slijede 2. Mendelov zakon.

Mendel je bio ne samo sjajan eksperimentator nego i jednako dobar teoretik te je dao tim zakonima tako savršeno tumačenje, da se do danas tu nije ništa promijenilo. Da rastumači zakone, koje je otkrio opažanjem, Mendel je tvrdio:

1) svaka nasljedna oznaka mora imati u organizmu svoj nasljedni faktor (gen, »Anlage«);

2) različiti geni roditelja ne miješaju se u hibridima, nego ostaju odijeljeni. Drukčije ne bi bilo moguće razlučivanje čistih rasa;

3) Hibridi proizvode gamete (spolne stanice) nastoje odijeliti različite gene;

4) Svaka nasljedna oznaka uvjetovanja je dvostrukim genom u individu; gameti naprotiv mogu sadržavati samo po jedan gen.⁴

Zakoni su bili poznati, njihova opća valjanost svakim danom sve bolje dokazana za cijeli organski svijet, ali pretpostavke ostadoše pretpostavkama. Nije ih se moglo dokazati. Tada je došla u pomoć citologija. H. Muckermann poručuje obadvije znanosti kopanju tunela kroz jedno brdo s dvije strane, ali neovisno i bez znanja jednih za druge. I kad se već na obadvije strane zdvojilo o uspjehu, sastanu se

⁴ Vratimo se opet primjeru *Mirabilis jalapae*. Dobiveni omjer u F^2 , naime 1 : 2 : 1, mogao je nastati samo u slučaju slijedećih kombinacija gameta:

a) »crveno« jaje + »bijeli« spermatid — individuum ružičastog cvata; izlučivanje čistih rasa se nastavlja.

b) »bijelo« jaje + »crveni« spermatid — idem.

c) »crveno« jaje + »crveni« spermatid — individuum crvenog cvata. Čista rasa.

d) »bijelo« jaje + »bijeli« spermatid — individuum bijeloga cvata. Čista rasa (fenotipički i genotipički istovjetan).

(v. p. sq.)

iznenada jedna i druga grupa u srcu brda: tunel je prokopan. Tako su dugo vremena istraživači radili jedni na mendelizmu, drugi u citologiji, neovisno među sobom, dok nisu došli do toga, da se rezultati tih dviju disciplina zapravo potpunjuju. Pretpostavke mendelizma dobile su svoju potvrdu u rezultatima citologije, a ova opet našla je u mendelizmu razjašnjenje mnogobrojnih pojava u stanicí, koja su inače bila nerazumljive.

CITOLOGIJA

Kad je sredinom 18. vijeka konačno prodrła spoznaja, da se svako živo biće sastoji od sklopa više manje individualnih elemenata: *stanica*, bacila se cijela legija učenjaka na proučavanje stanice, nadajući se, da će u tim elementima organizma naći riješenje tajna života. Danas, nakon vijeka i po rada, život nam je jednako tajanstven kao i prije, pače možda još i više, ali rad tolikih nije ostao uzaludan. Izgrađena je nova disciplina prirodnih nauka, citologija (nauka o staničju). Golem je rad učinjen kroz to vrijeme na polju tehničkih pomagala (optika, mikrotomi, fiksiranje i bojadisanje preparata etc.), na eksperimentima, opažanjima, duhovitim metodama i teorijama, traženju pogodnih objekata etc.

Središte svega toga rada bile su one stanice, iz kojih se razvija novi život: *spolne* stanice. Promotrimo dakle ovdje u najkrupnijim crtama neke rezultate citologije, koji su nam potrebni, da nadopunimo izlaganje o mendelizmu.

Svaka je stanica, iako najelementarniji nosilac života, izvanredno komplicirana. Kemijska analiza pokazuje, da se u svakoj stanici nalazi ugljik, kisik, vodik, dušik (C, O, H, N) bez izuzetka: sumpor i fosfor (S, P) gotovo bez izuzetka, a natrij, kalij, kalcij, magnezij, klor i željezo (Na, K, Ca, Mg,

Šematski se to može ovako prikazati:

1) intermedijarni slučaj: Mirab. ja-lapa. xx = crveno. yy = bijelo.

P	xx	+	yy	
Gameti	x		y	
F ¹			xy	
Gameti				
od F ¹	x,y		y,x	
F ²	xx	+	xy	+
			yx	+
			yy	
Omjer	1	:	2	:
			1	

t. j. 1 individuum crvenog, 2 ružičastog, te 1 bijelog cvata.

2) dominantni slučaj: Grašak
x = d, y = r / dd = visoki,
rr = patuljasti grašak/

P	dd	+	rr	
Gameti	d		r	
F ¹			dr	
Gameti				
od F ¹	d,r		r,d	
F ²	dd	+	dr	+
			rd	+
			rr	
Omjer	3	:	1	

t. j. 3 individua visokog rasta i 1 individuum patuljastog rasta.

Cl i Fe) s najvećom redovitošću. Stanica dakle za svoju izgradnju upotrebljava razmjerno malen broj od poznatih elemenata, ali se ti zato nalaze u stanici uvijek u sasvim osobitim spojevima, koji izvan nje ne postoje. To su bjelanjčevine, masti i ugljični hidrati.

U fizičkom pogledu, stanica ne postoji ni u jednom od običnih agregatnih stanja; niti je kruta niti tekuća niti plinovita, nego koloidna.⁵ U morfološkom pogledu, stanica je vrlo različita. U svakoj se stanici, koja je obično od okoline odijeljena posebnom membranom, nalazi najprije *protoplazma*, gusta tekućina, koloid, koja ispunja više manje stanicu, te za koju se općenito misli da je materijalni nosilac života. Nadalje se u svakoj stanici nalazi t. zv. *jezgra* (nucleus), koja opet sadržaje posebnu substanciju — *kromatin*. Taj se u posebnim stadijima stanice pojavljuje individualiziran u više ili manje individua, t. zv. *kromosoma*. Za vrijeme dijeljenja postoje osim toga u samoj stanici *centrosomi* te t. zv. *vreteno* (Spindelfigur), tvorevine, koje pomažu u točnom dijeljenju i razdiobi kromosoma. Druge tvorevine možemo ovdje preći.

Dijeljenje stanice. Svaki organizam raste umnožavanjem, t. j. dijeljenjem stanica. Drugo načina nema, budući da je svaki organizam skup stanica. Odatle zakon: »Omnis cellula e cellula« (Virchow 1858.). Dvostruk je način dijeljenja: *amitoza*, t. j. jednostavno polovljenje jezgre i stanice na dva dijela, i *mitoza* ili kariokineza, t. j. najprije se razdijeli jezgra jednim vrlo kompliciranim načinom, a onda slijedi dijeljenje same stanice. Prema tome svako se dijeljenje stanice počinje dijeljenjem jezgre. Odatle drugi zakon: »omnis nucleus e nucleo«.

Mitotično dijeljenje stanice zbiva se u četiri faze:

a) *profaza*: Kromatin se počinje formirati u kromosome. Vide se prvi zameci figure vretena na polovima jezgre, a na jednome se polu ujedno pojavljuju centrosomi (samo kod životinja te nižih bilina).

b) *metafaza*: Membrana jezgre se gubi. Centrosomi su se smjestili na polovima jezgre; od njih ide sada već potpuna

⁵ Koloidno stanje od izvanredne je važnosti za stanicu. Samo tako je moguće, da stanica bude doista elementarni nosilac života, jer joj to stanje omogućuje izolaciju pojedinih dijelova stanice među sobom i po tome množinu istovremenih kemijskih procesa, nadalje vezanje vode prema potrebi, što je nužno za regulaciju kemijskih procesa (veća ili manja koncentracija solnih rastopina — ionizacija!); povećanje upotrebljive površine (1 cm² zlata u koloidnom stanju posjeduje površinu do 600 m²!).

figura vretena. U ekvatorijalnoj ravnini vretena leže kromosoni s hrptom okrenutim prema osi vretena, tako, da gledani s jednog pola, čine figuru zvijezde (monaster). Ujedno se vidi u tom položaju, da su svi kromosomi raspolovljeni po dužini.

c) *anafaza*: Kromosoni se u toj fazi počinju gibati, i to jedna polovica prema jednom, a druga prema drugom polu, uvijek s hrptom naprijed. Prispjevši na polove čine t. zv. dvostruku zvijezdu (diaster). Broj je kromosona dvaput veći negoli na početku dijeljenja.

d) *telofaza*: Vretena nestaje. Kromosomi se razilaze u kromatin i obavijaju se membranom. U isto se vrijeme stanica sve većim suživanjem u sredini kod životinja, a stvaranjem poprečne membrane kod bilina, razdvojila. Dioba je stanice time završena.

Čemu tolika kompliciranost dijeljenja, kad postoji amitotični način, koje je toliko jednostavniji? Odgovor može biti samo taj, da je organizmu, stanici, stalo prije svega do točne diobe kromatina, naime da se taj u potpuno jednakoj proporciji podijeli na sestrinske stanice. Da je doista tako, dokazuje činjenica, da svaki organizam ima svoj specifični broj kromosona, nikad ni više ni manje. Mora dakle kromatin imati posebnu, vrlo važnu ulogu u životu organizama. Daljnje promatranje će nas o tome potpuno uvjeriti.

Proces oplodnje. Kakogod se činilo čudnim, dugo se vremena nije znalo, čemu zapravo u svojoj biti ima da služi oplodnja, t. j. sjedinjenje spolne stanice muškog individua (spermatozoon, spermatid) sa spolnom stanicom ženskog individua (ovocit, jaje). Danas je ta stvar riješena: oplodnja direktno ima tu zadaću, da sjedini nasljedno dobro (sklop nasljednih faktora) dvaju individua, da omogući njihovu kombinaciju, te tako ujedno bude put do stvaranja novih rasa.⁶ Ne će dakle biti uzalud, pogledamo li malo поближе, kako

⁶ *To potvrđuje najprije forma spermatida. Dok naime jaje kod čovjeka mjeri circa 200 mikrona u promjeru, spermatid nema više od kojih desetak mikrona. Ne sadržaje naime zapravo ništa osim kromatina, pa prema tome, ako su sperma i jaje ekvivalentni, o čemu se ne može sumnjati, onda mora svrha oplodnje sastojati baš u sjedinjenju kromatina odnosno kromosoma. Osim toga u prirodi među nižim životinjama te kod pojedinih najviših bilina veoma je često t. zv. vegetativno umnožavanje t. j. umnožavanje direktnim načinom bez spolnih stanica (na pr. pomoću gomolja kao kod krumpira, pomoću izdanaka kao kod jagoda i sl.), ili partenogenetsko umnožavanje, t. j. umnožavanje po spolnim stanicama doduše, ali koje nisu oplodene. Osim toga može se umjetnim načinom izazvati partenogenetsko umnožavanje i kod viših životinja (na pr. kod*

se zapravo odvija taj toliko važni proces. Da stvar bude manje komplicirana, prikazat ćemo čitav proces na konkretnom primjeru. Služit će nam zato »*Ascaris megalcephala*« var. *bivalens*⁷ (*Pferdespulwurm*), klasični objekt za proučavanje oplodnog procesa.

Sam se proces odvija u dvije faze. Što slijedi, ide zapravo već u morfogenezu, ali baca svoje svjetlo na ulogu kromosoma, pa ćemo dodati opis prvog stadija morfogeneze.

Prva faza: Spermatid prodire u jaje te putuje prema njegovom središtu. Prispjevši ovamo gubi svoju tipičnu formu te poprima oblik jezgre. U isto se vrijeme jezgra jajeta giba prema periferiji stanice. Ta jezgra sadrži dvije garniture kromosoma, od kojih svaka ima po četiri kromosoma, t. zv. tetrade. Došavši na periferiju, nastaje redukcija kromosoma dijeljenjem jezgre. Najprije budu odbačena od svake tetrade po dva kromosoma, a onda od dviju preostalih dijada još po jedan. U jezgri ostaje dakle samo još jedna dijada, t. j. dva kromosoma, po jedan iz svake tetrade. Nakon te redukcije — odijeljeni kromosomi budu izbačeni izvan stanice te nemaju više nikakve funkcije — preostala dva kromosoma pretvaraju se u kromatin te se onda, u običnom obliku jezgre, vraćaju natrag u središte stanice. Imamo sada stanicu s dvije jezgre (i četiri kromosoma); spermatid naime donio je sa sobom samo dva kromosoma.

Druga faza: Obadvije jezgre miruju neko vrijeme jedna uz drugu, a onda se počinje priprava za dijeljenje. Kromatin obadviju jezgra se individualizira svaki u dva kromosoma, gubi se međa jezgre prema stanici, pojavljuju se centrosomi i figura vretena. Kromosomi dolaze u ekvatorijsku ravninu vretena, i sad se nastavlja već opisani način dijeljenja stanice, t. j. slijedi još anafaza i telofaza. Rezultat: dvije stanice.

Time počinje *morfogeneza* (t. j. diferenciranje oplodnog jajeta u kasnije organe dotičnog individua). Već kod diobe prvih, sestrinskih, stanica dolazi naime do promjene. Samo jedna stanica posjeduje čitave, nepromjenjene kromo-

vodozemaca). Prema tome — ima još i drugih razloga, koji opravdavaju taj zaključak — oplodnja nije nužno potrebna za umnožavanje organizama. Ako pak nastupa kod viših životinja bez izuzetka, a obično, od vremena do vremena i kod onih organizama, koji se inače umnažaju vegetativnim odnosno partenogenetskim načinom, ima očito posebnu svrhu, koja može biti, samo gore spomenuta.

⁷ Za razliku od *Asc. megal. univalens*, koja ima samo dva kromosoma, te u nje spolne stanice imaju tek jedan kromosom!

some; kod druge kromosomi se mijenjaju tako, da se jedan dio od svakoga pojedinog kromosoma (skrajni dijelovi — ektosomi) odbacuju i propadaju, a samo ostatak učestvuje na daljem dijeljenju. Stanica, koja posjeduje potpune kromosome, dijeli se još tri, četiri puta da iza toga uopće više ne sudjeljuje u dijeljenju. Rezultat je toga procesa, da imamo više stanica sa smanjenom količinom kromatina, a samo jednu, koja je zadržala potpune kromosome. Iz ove se stanice kasnije, kad individuum postaje sposobnim za prokreaciju, razvijaju generativni organi i stanice. Te naime moraju imati nepromjenjene kromosome, mogu dakle postati samo od stanice, koja ih i sama posjeduje.

Proces redukcije. Spomenuli smo, da jaje *Asc. meg. biv.* ima u početnoj fazi oplodnje dvije tetrade, t. j. osam kromosoma te da ih reducira na dva, koliko ih posjeduje spermatoцит. Odatle dva pitanja: prvo o postanku i svrsi tetrada, drugo o svrsi redukcije. Odgovor na jedno i drugo pitanje daje nam mikroskopsko opažanje dozrijevanja i redukcije generativnih stanica, i to opet kod *Ascaris meg. biv.*

A) *Dozrijevanje generativnih stanica.* Kao što smo vidjeli već zarana se u embriju odijeli stanica s potpunim kromosomima. Budući da se iz nje razvijaju generativni organi (žlijezde etc.) te spolne stanice, zove se ta odijeljena stanica s potpunim kromosomima *pragenerativna* stanica. Spolne stanice zovu se u prvoj periodu dozrijevanja *ovogoni* odnosno *spermatogoni*, već prema tome, da li od njih proizlaze jaja ili spermatoцитi. I jedni i drugi moraju naime prije nego postignu svoj konačni oblik, proći kroz tri točno odijeljene periode: periodu umnažanja, rasta te dijeljenja (redukcije). Sam proces toga dozrijevanja naziva se *ovogeneza* odnosno *spermatogeneza*.

U periodu umnažanja ovogoni odn. spermatogoni umnažaju se mnogim opetovanim dijeljenjem i to mitotičkim.

U periodu rasta stanice se ne dijele više nego rastu u obujmu, t. j. primajući rezervnu protoplasmu etc. Obično ovociti rastu mnogo više.

Jezgra pokazuje u ovoj periodu važne promjene, koje se opet dijele na četiri faze: a) *stadij leptonema* — iz kromatina formiraju se kromosomi u obliku dugih, tankih niti. Njihov je broj dvaput veći, t. j. osam (kod *Ascaris meg. biv.*), nego inače; b) *stadij pahinema*: kromosomi su postali mnogo deblji (odatle ime, stadij debelih niti), i to priljublivanjem dvaju tankih kromosoma, koji se sliću na način pletenice. Imamo

t. zv. konjugaciju kromosoma;⁸ c) stadij *strepsinema*: kromosomi-blizanci počinju se odmicati jedni od drugih i grupirati se u tetrade; d) stadij *diakineza*: razvoj se tetradra svršava, stanica — koja se sada zove ovocit odnosno spermatoцит I. reda — spremna je na dijeljenje, zapravo razdiobu kromosoma, budući da su kromosomi u tetradama već podijeljeni. Slijedi dakle dijeljenje odnosno:

B) *redukcija* kromosoma. Ta je drukčija kod ovocita, gdje samo jedna dijada kromosoma ostaje u jajetu, a druge tri budu izbačene, te ne mogu učestvovati kod oplodnje, a drukčija opet kod spermatoцита, gdje se sve dijade razvijaju u prave spolne stanice. Spermatoцит I. reda se dijeli naime najprije na dvije stanice, od kojih svaka dobije jednu cijelu tetradu, a svaka od ovih opet na dvije, svaka sa jednom dijadom. Imamo dakle na koncu četiri jednake stanice, koje se pretvaraju u spermatozoa, t. j. poprimaju takvu organizaciju, koja će im omogućiti kretanje. Tako imamo dakle na koncu zrele spolne stanice, t. j. jaje (ovocit) sa dva kromosoma i rezervenom masom, koja je nužna za prvi razvitak embrija, i spermatozoon (spermatid) također s dva kromosoma. Kad se sjedine, imat će oplodena stanica (individuum!) opet četiri kromosoma, t. j. svoj konstantni broj.

Skupimo sada u nekoliko riječi plod naše ekskurzije u područje citologije. To su ove konstatacije:

1.) Svaki organizam ima stalan broj kromosoma, tako na pr. *Ascaris meg. biv.* 4, čovjek 48 itd.;

2.) Taj je broj kromosoma uvjetovan dvostrukim slogom, od kojih je jedan s očeve strane, a drugi s materine;

3.) Spolne stanice imaju samo jedan slog kromosoma ($n/2$), ali svojim stapanjem daju opet potpuni, dvostruki broj kromosoma (n ; haploid prema diploid-individuum);

4.) Ovi se slogovi (sa očeve i sa materine strane), vrlo vjerojatno — ne miješaju međusobom za vrijeme razvitka individua (separacija kromosoma kod *Ascaris meg.*), nego ostaju uvijek odijeljeni; prigodom stvaranja spolnih stanica razdvajaju se sasvim (redukcija, tetradel).

⁸ Vrlo je vjerojatno, da kromosomi u ovom položaju izmjenjuju pojedine česti. Budući da je više gena u jednome kromosomu, to će ti geni uvijek zajednički nastupati i očitovati se. Imamo t. zv. skopčanost gena (Koppelung der Gene), a prema tome i oznaka. Hemofilija na pr. je tako vezana uz spolni kromosom — i spol se naime ravna po drugom Mendelovom zakonu. Ipak nije ta skopčanost apsolutna. Događa se, da se koja oznaka izluči iz jednoga kompleksa te prijeđe u drugi, što je moguće jedino ako postoji rečena izmjena pojedinih česti kromosoma.

Poredimo li taj rezultat s prije spomenutim pretpostavkama mendelizma, vidimo, da tu vlada potpuna analogija, tako da je opravdan zaključak: kromosomi su istovjetni s nasljednim faktorima (genima), odnosno, jer je gena više nego kromosoma, geni su lokalizirani u kromosomima. Kromosomima prema tome valja pripisati glavnu ulogu u nasljednosti, pa je razumljivo, zašto se njihovo dijeljenje u stanici te prigodom redukcija zbiva s tolikom točnošću i brigom!

Ne ulazeći u zanimljivu filozofijsku problematiku, koja se nadovezuje na ovu činjenicu, konstatiramo samo, da su kromosomi i spolne stanice jedini nosioci nasljednog dobra. Po njima prelazi od roditelja na djecu ono, što mi u običnom govoru nazivamo prirodnim darovima, pa bili ti tjelesni, kao što je ljepota, čvrsta konstrukcija itd., ili duševni, kao što je prirodna oštroumnost itd. Ali i premnoge slabosti, bolesti, predavaju se kromosomima od jednog pokoljenja do drugog, te o slučajnoj kombinaciji tih materijalnih faktora ovisi prečesto puta prava sudbina djeteta. Jer ono, što je u kromosomima, neizbježivom će se sigurnošću jednom razviti, bilo na štetu, bilo na korist, već prema tome, što je u njima. Time je ukratko dana znanstvena podloga eugenike, a njezinu primjenu na čovjeka donijet ćemo u posebnom članku.

Fr. Krautzer D. I.