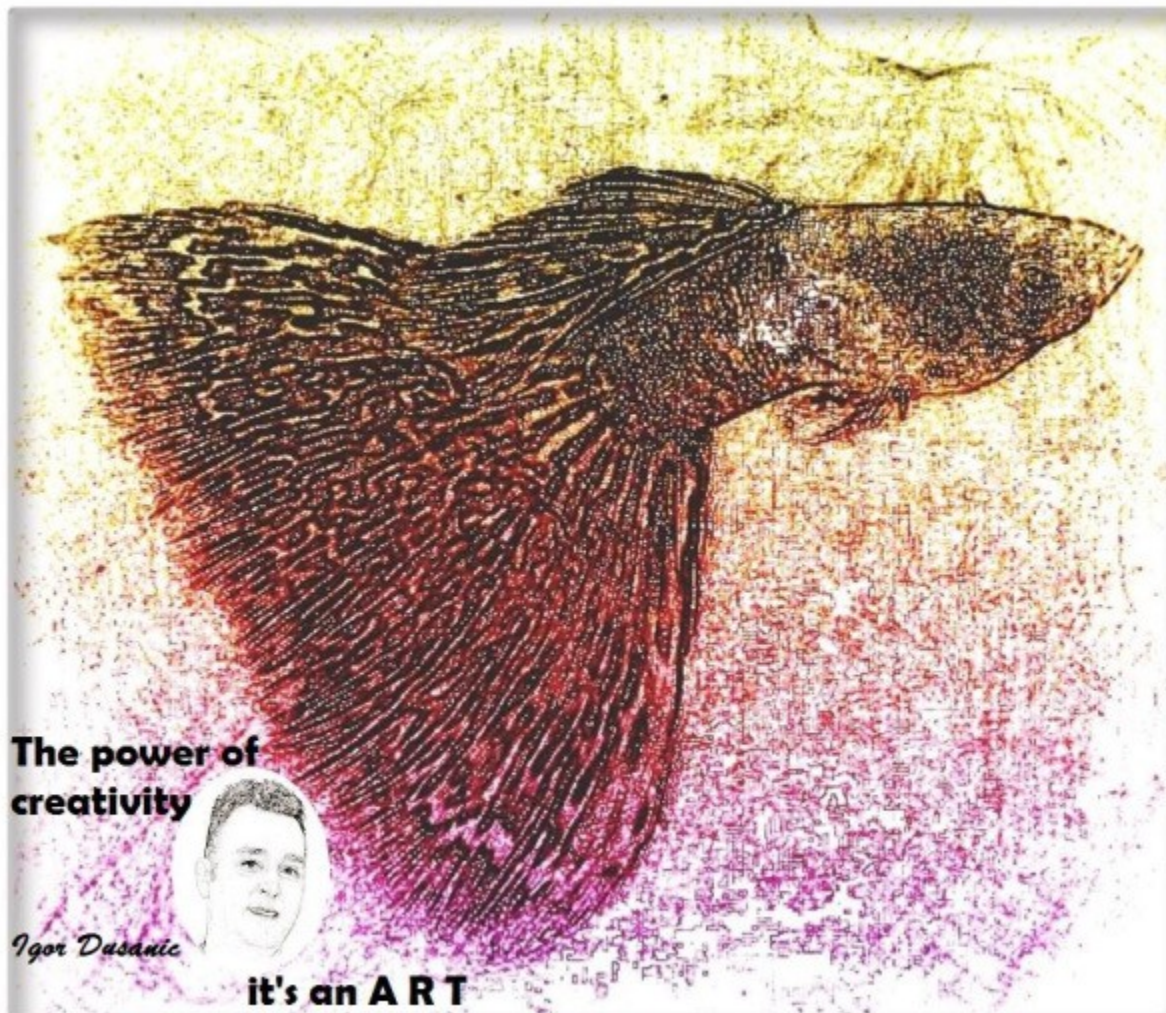


Osnovni principi genetike i odabir riba za uzgoj

Ovaj članak se ne odnosi samo na gupike/gupije, nego na sve ribe generalno

Tehniku koju ja koristim u uzgoju, pri odabiru riba za ocuvanje karakteristika koje olicavaju određenu liniju, ili pri ukrstima/ukrstanju kako bi došao do nove linije ili sta više 'sorte', zasnovana je na 'vizuelnom promatranju' (*vizuelno karakteristiknim opazanjima*). Sto znaci da biram ribe sa 'vidnim karakteristikama' (*fenotipove*) ali ne zanemarujem bas u potpunosti i njihov genotip.



Sve u svemu, poznavanje genotipa riba igra veliku ulogu u stvaranju novih sojeva/sorti ili samo novih linija. Ako koristimo iste sojeve/sorte (*fenotipovi*) u ukrstima/ukrstanju, ali iz razlicitih, nepovezanih linija (*genotipovi*), postici cemo razlicite rezultate. Sto

zasigurno znaci da poznavanje genetike moze nam pomoci da shvatimo zasto smo dobili, ili nismo dobili zeljene rezultate.

Osnove principe genetike kod gupika i kako odabirati i testirati ribe za uzgoj, Dr S.A. Apyatin je vec ovo pojasnio u jednom od njegovih clanaka tako da ja necu morati bas puno da mislim kako bi vam ovo pojasnio, nego cu vam samo prenijeti to o cemu je on govorio. Ali i dalje morate biti svijesni da nije moguće detaljno analizirati svu mudrost genetike i selekcije i sve to staviti u jedan clanak.

Ako se s'godinama dodje do prakticnog iskustva, onda se teorijsko znanje moze steci u bilo kojem trenutku.

Sada cemo se dotaknuti osnovnih pojmova opste genetike i selekcije, a govoriti cemo i o genetskoj analizi - metodi bez koje se ozbiljna selekcija pretvara u jednostavno promatranje i odabir jedinki po izgledu (*fenotip*) bez razumijevanja genetike, koja se sastoji, prije svega, u odredjivanju broja i vrste interakcije gena odgovornih za razvoj odredjenih 'znakova'. Prvo se moraju savladati teorijske osnove genetike i selekcije. Mozete citati razlicite knjige, pregledati mnogobrojne web stranice, mozete razgovarati na forumima, upoznatiiskusne uzgajivace/odgajivace, itd. Imate mnogo opcija, a izbor je na vama.

Prvo je potrebno da odlucite sta i sa cime zelite, ili na cemu zelite raditi?

Na primjer, odlucili ste da nabavite ribe sa odredjenim svojstvima/karakteristikama (*velicina i oblik peraje, boja, mrlje/obiljezlja/obrazce, itd.*).

Nakon toga morate pronaci odgajivace/uzgajivace od kojih mozete nabaviti odgovarajuce maticne ribe. Savjet vam je da ne nabavljate ribe u prodavnici za kucne ljubimce ili na bilo kojem ne-pouzdanom trzistu (*opcija „kupljena od druga“*), vec od pouzdanih,iskusnih uzgajivaca/odgajivaca koji svoju ribu dobro poznaju.

Pa cak i u slucaju kupovine ribe sa nepoznatim rodovnikom, znanje genetske analize bice vam do pomoci. Ali, samo da odredite genotip ribe, potrosit cete mnogo vremena.

Vazno je razumjeti da je svaka uzgajivacka linija i svaka sorta na svoj nacin jedinstvena. Apyatin tvrdi da je nemoguće odabrati bilo koje sorte i uzgojne linije prema istim kriterijima. On naglasava da je svaki put potrebno krenuti is pocetka, analizirati potomstvo dobiveno od svakog para u prvoj i drugoj generaciji koristeći genetsku analizu, cija ce osnovna nacela biti predstavljena u ovom clanku. Ali prije nego sto prijedjete na samu genetsku analizu, morate znati i razumjeti osnovne pojmove, obrasce i pravila opste genetike. Za pocetak, odredit cemo osnovne pojmove u genetici i selekciji.

Sta je gen?

Gen je strukturna nasledna jedinica, DNK fragment (*dvolancani polimer koji formira hromozome u kombinaciji sa proteinima*), kontrola razvoja određenog znaka. Svaki gen zauzima određeno mjesto u hromosomu. Zapravo, informacije o proteinu (*enzimu, nosiocu, receptoru, hormonu (ako ima prirodu proteina), strukturalnom elementu itd.*) koji ima određenu funkciju u tijelu je kodiran u genu. Geni su označeni ili velikim slovom latinice abecede - A, B, C, itd., ili skraćeno 2-3 slova od imena gena, na primjer, gena Ma (*od lat. "Maculatus" - pjegav*). Velika većina gena "skriveni" u hromosomima ćelijskog jezgra (*neki geni su smješteni u posebnim staničnim organelama - mitohondrijima, koji su odgovorni za proces proizvodnje energije u ćelijama*). Gene možemo prosuditi samo po očitovanju (*prikazivanju*) znakova i svojstava koja oni određuju. Ovi znakovi nisu samo opšte-prihvaćena svojstva tijela, kao što su boja, oblik uzorka, veličina. Među njima se može izdvojiti plodnost, imunitet, karakteristike ponasanja (*agresivnost, seksualna aktivnost, briga o potomstvu itd.*), otpornost na promjene temperature vode, stres i mnogi drugi. Dakle, simptom koji se manifestuje naziva se dominantnim, a ne manifestni/*manifestovani (skriveni) – recesivnim*.

I iste varijante istog gena - dominantni i recesivni aleli.

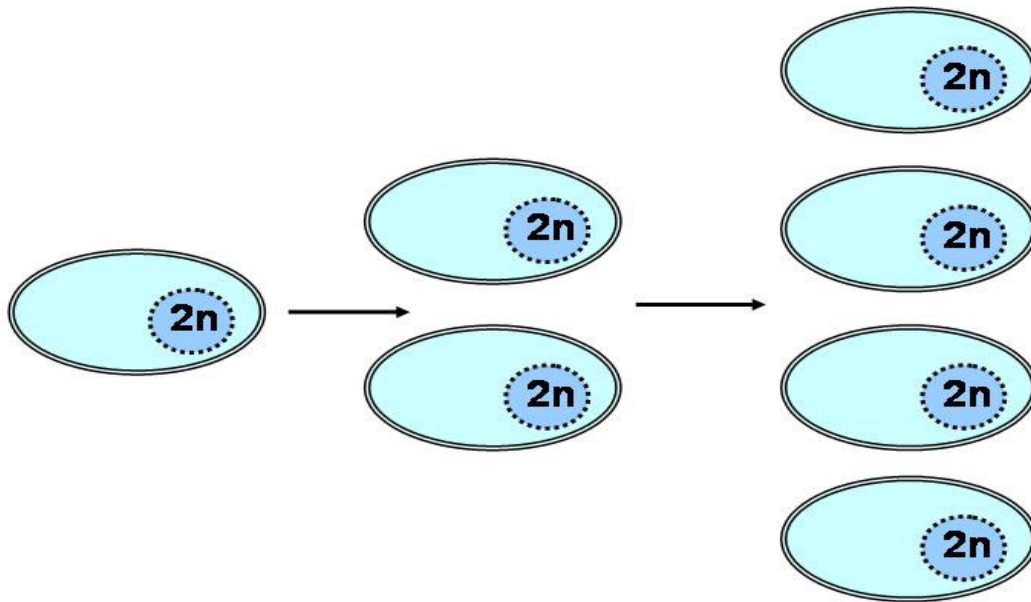
Aleli (*varijante*) za svaki gen - mogu biti dva ili više. Izuzetak su samo spolni hromosomi (*o kojima ćemo u ovom članku govoriti*), koji mogu sadržavati jedan ili dva (*ili više*) alela jednog gena. Dominantni alel gena obično se označava velikim slovom (A), a recesivni alel je naveden malim slovom (a). Ako postoji nekoliko alela (*visestruki alelnost*), tada ih se označava odgovarajućim slovom sa numeričkim indeksom - A1, A2, A1, A2 itd.

Nekoliko je riječi potrebno reći o konvencijama koje se koriste u uzgojnim semama. Roditelji su označeni slovom P (*od lat. "Roditeljski"*), deca - F (*od lat. "Filli"*), F1, F2, itd. - prva, druga generacija itd. Ako spol jedinki nije naveden u dijagramu, tada je ženka na prvom mjestu u krizanju. Kao što je gore spomenuto, geni su smješteni na hromosomima. Kod različitih vrsta njihov je broj različit. Zanimljivo je da postoji tendencija povećanja broja hromosoma morskih i posebno slatkovodnih riba od ekvatora do polova. Očigledno, to je zbog velike genetske raznolikosti, koja je vitalna u otežanim uslovima velikih geografskih širina. Svi hromosomi dijele se na autosome i gonosome (*spolni hromosomi - X i Y*). Svi su oni po strukturi slični, međutim, spolni hromozomi, za razliku od autosoma, imaju i zajedničke i različite gene (*koji su prisutni samo u jednom od spolnih hromosoma*).

Ako se nasljedjivanje osobine obavlja bez obzira na to koji je od roditelja nositelj proučavane osobine, onda se osobina smatra autosomnom, ali ako je naprotiv, djelomično (*vezom XY*) ili u potpunosti (*X ili Y*) povezana sa polom (*spolni hromosomi*)

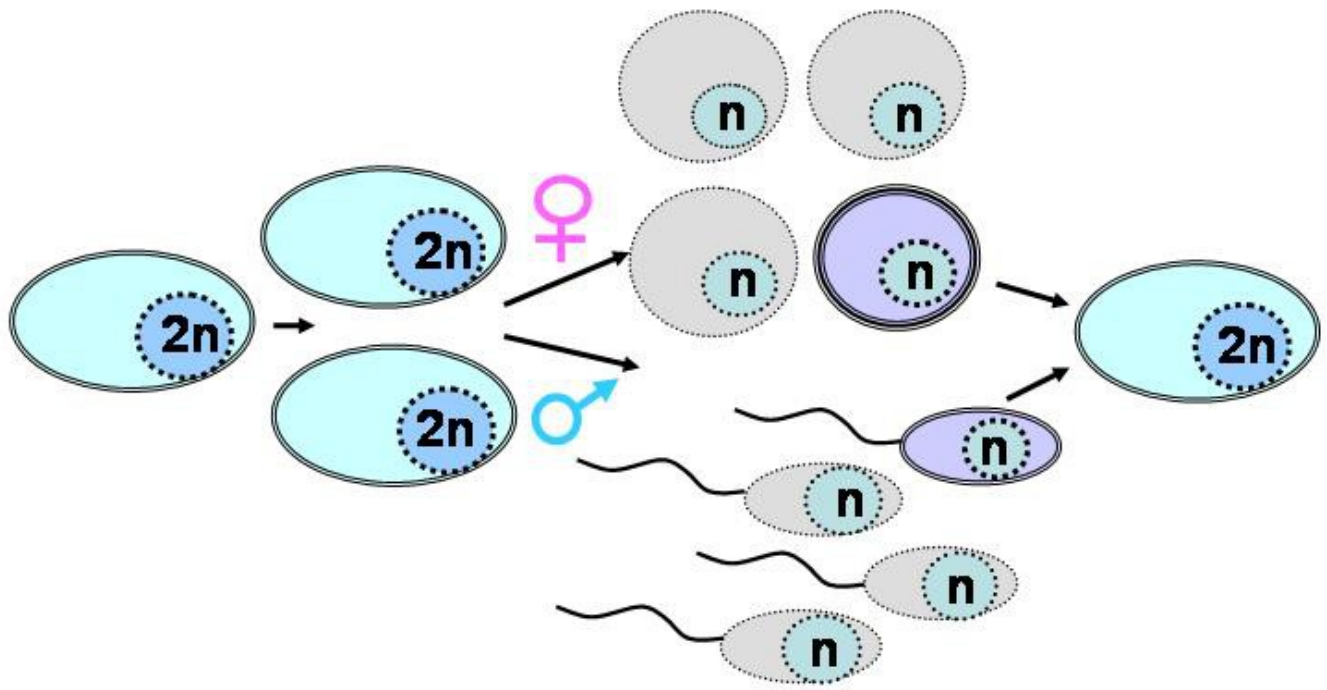
onda su spolno ograničeni. U ovom drugom slučaju nasljeđivanje osobine kod mužjaka i ženki će biti različito. Važno je napomenuti da se spol kod različitih vrsta riba različito određuje: u jednom slučaju mužjak nosi i X i Y hromosome, a ženka dva X hromosoma, u drugom, obrnuto (*hromosomi se zovu Z i W, ali nema fundamentalnih razlika od X i Y hromosoma*). Kao što znate, život višecelijskog organizma počinje jednim oplodjenim jajetom - zigotom, čija podjela osigurava rast i razvoj celog organizma.

Osnova ove podjele je mitoza u kojoj se broj ćelija udvostručuje (*dok količina genetske informacije u svakoj ćeliji ostaje nepromenjena - nose jedan kompletan set hromozoma i od oca i od majke - ovaj se skup naziva diploidni (dvostruki skup) i označen je sa „2n”*) i karakteristična je za ćelije celog organizma (Sl. 1).

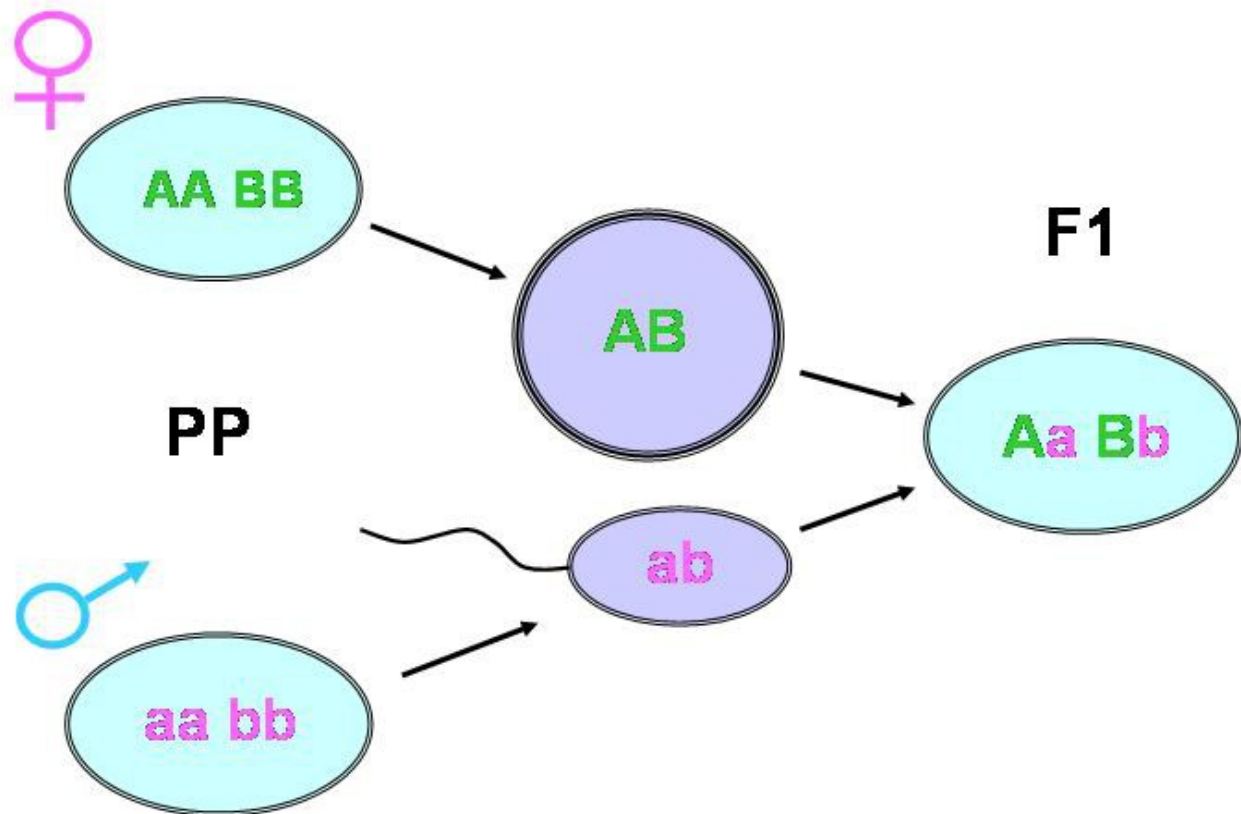


Sl. 1 Mitoza

Za razliku od mitoze, za vrijeme mejoze (*formiranja zametnih ćelija - gameta*) količina genetskog materijala u kćerkama-ćelijama smanjit će se za pola - postaje haploidna (*jedan skup*) i označava se slovom „n” (sl. 2). Tokom spolne reprodukcije spolne ćelije (*gamete*) se stapaju s haploidnim brojem hromozoma, a diploidni se broj obnavlja (Sl. 3).



Sl. 2. Mejoza.



Sl. 3 Formiranje zigote [zygote].

Cinjenica da su mnoge osobine naslijedjene znalo se jos prije vise hiljada godina, ali tek je 1866. godine zakone nasljedstva otkrio Gregor Johann Mendel. Zanimljivo je da je njegov rad prosao nezapazeno vise od 30 godina, kada su njegove zakone i pravila ponovo otkrila tri naucnika.

Ovi zakoni su:

Mendelov prvi zakon

je zakon uniformnosti hibrida prve generacije. Kada se ukrstaju jedinke koje se razlikuju u jednom paru znakova za koje su odgovorni aleli jednog gena, prva generacija hibrida je ista u fenotipu i genotipu. Dakle, svi hibridi prve generacije imaju dominantan fenotip i heterozigotni genotip.

Mendelin drugi zakon

je zakon cijepanja hibrida druge generacije. Kada se pojedinci ukrstaju i razlikuju se u jednom paru znakova za koje su odgovorni aleli jednog gena, kod druge generacije se primjećuje fenotipsko cijepanje u omjeru 3: 1. Povrh toga, otprilike hibridi imaju dominantnu osobinu, a $\frac{1}{4}$ - recesivni.

Mendelov treci zakon

je zakon nezavisnog nasljedjivanja (*kombinacije*) atributa.

Svaki par osobina nasljedjuje se neovisno o ostalim parovima i daje razdiobu od 3: 1 za svaki par. Dakle, za jedan gen ukupna cijepanja ce biti 3: 1, za dva - 9: 3: 3: 1, za tri - 27: 9: 9: 9: 3: 3: 3: 1, itd. (tabela 1 – na Ruskom jeziku). Postoji i pravilo cistoce gameta koje glasi ovako: u svakom paru gameta (*zametnih stanica*) u njega ulazi samo jedan alel iz para alela jednog gena (*od svakog od roditelja*).

Учитываемое явление	Тип скрещивания		
	Моногибридное (1 ген = 2 аллеля)	Дигибридное (2 гена = 4 аллеля)	Полигибридное (n генов = 2n аллелей)
Число типов гамет, образуемых гибридом F1	2	2 ²	2 ⁿ
Число комбинаций гамет при образовании F2	4	4 ²	4 ⁿ
Число фенотипов в F2 при полном доминировании	2	2 ²	2 ⁿ
Число фенотипов в F2 при неполном доминировании	3	3 ²	3 ⁿ
Число генотипов в F2	3	3 ²	3 ⁿ
Расщепление по фенотипу в F2 при полном доминировании	3+1	(3+1) ²	(3+1) ⁿ
Расщепление по фенотипу в F2 при неполном доминировании	1+2+1	(1+2+1) ²	(1+2+1) ⁿ

Tabela 1. Broj formiranih vrsta i kombinacija gameta, kao i fenotipovi i genotipovi za razlicite vrste ukrsta/krizeva.

Sada kada znamo da geni (*i njihovi aleli*) medjusobno djeluju i koji su opsti principi tih interakcija, preci cemo na sljedeci nivo u razumijevanju ovog pitanja.

Interakcija je alelna i ne-alelna.

Alelna interakcija dijeli se na potpunu dominaciju (*jedan alel u potpunosti dominira nad drugim alelom*), nepotpunu dominaciju (*dominantni alel ne skriva u potpunosti recesivni, a likovi se djelomično miješaju, dajući intermedijarni fenotip*) i kodiranje (*oba alela se jednako pojavljuju u fenotipu*). Podsjetit ću vas da u slučaju alelne interakcije govorimo o nasljedjivanju alela jednog gena.

Nealelna interakcija ima potpuno drugačiji karakter. U klasičnom smislu tog pojma ne postoji dominacija, a različite vrste interakcija idu između alela različitih gena.

Medju njima se mogu razlikovati epistaza, komplementarnost i polimerizam. Nekoliko riječi vrijedi spomenuti i o nasljedjivanju gena povezanih sa polom ali za sada ostacemo na ovoj temi.

Epistaza je interakcija dva nealelna (*različita*) gena. Jedan alel gena suzbija izraz drugog alela na takav način da se svojstvo kodirano ili izgubi ili promijeni. Fenotipska epistaza izražava se u odstupanju od očekivanog cijepanja, ali Mendelovi zakoni u ovom slučaju nisu kršeni budući da je raspodjela alela interaktivnih gena u potpunosti u skladu sa zakonom nezavisne kombinacije. Razlikuju se sljedeće vrste epistaze: jednostavna recesivna epistaza - $a > B$, $a > b$, 9: 3: 4 cijepanje dvostruka recesivna epistaza - $a > B$, $a > b$, $b > A$, $b > a$, cijepanje 9: 7 jednostavna dominantna epistaza - $A > B$, $A > b$, cijepanje 12: 3: 1 Znak ">" pokazuje potiskivanje dejstva jednog alela od strane drugog.

Komplementarnost je vrsta interakcije između gena u kojoj dominantni aleli različitih gena, koji se međusobno nadopunjuju, određuju određenu osobinu (*fenotip*).

Polimerija - interakcija dva nealelna (*različita*) gena u kojima oba dupliciraju djelovanje jedni drugih, a jedan je od dominantnih alela bilo kojeg od međusobno povezanih gena dovoljan za ispoljavanje proučavane osobine.

Kumulativna (*kada će broj jedinstveno djelujućih dominantnih alela interaktivnih gena u genotipu (proporcionalno) odrediti stupanj razvoja ispitivane osobine*) i nekumulativan (*kada se stupanj razvoja osobine određuje prisustvom u genotipu najmanje jednog dominantnog alela bilo kojeg od interaktivnih gena*) polimerizacije.

Vazno je napomenuti da se nasljedjivanje prema Mendelovim zakonima događa kada se proučeni geni nalaze na različitim hromosomima. U ovom slučaju djeluje zakon nezavisne kombinacije funkcija.

Ali ako su geni locirani na istom hromosomu, tada se oni nasljedjuju zajedno (*povezani*) i neće doći do nezavisne kombinacije znakova. Geni će biti povezani u kombinacijama u kojima su bili od prvobitnih roditelja. U mejozi postoji proces koji je

potreban za povećanje stupnja genetske raznolikosti organizma - naziva se 'crossover' i njegovo je proučavanje tema za poseban članak. Dakle, opšti zaključak gore navedenog je razumijevanje da uzgajivač/odgajivač mora analizirati par svojstava (dominantnih i recesivnih) za svaki proučeni gen, a ne jedno (koje ih zanima) svojstvo. Ovo je jedna od čestih grešaka početnika uzgajivača/odgajivača.

Sada se okrećemo proučavanju genetske analize, koja je metodološka osnova genetike. Poznati ruski genetičar A.S. Serebrovsky je napisao: "Najbolji način za savladavanje metoda genetske analize je eksperimentiranje sa modelima objekata i rješavanje genetskih problema. "Teško je ne složiti se s tim riječima, kao i s njegovom drugom tezom: "Genetski se problemi lako rješavaju samo kad su ih prethodno riješili drugi. Zato je potrebno upozoriti one koji prvi započnu genetsku analizu iz ocaja i pesimizma, njihov prvi eksperimenti neće uspjeti.

Zbog toga je i nastao članak Dr S.A. Apryatina, u kojem je pisao o upoznavanju sa osnovama genetike i selekcije, kako da savladate osnove genetske analize, šta je preduvjet uspješnog odabira akvarijskih riba (*i svih ostalih životinja i biljaka*). Apryatin je istakao da genetska analiza podrazumijeva, najprije, procjenu prve i druge generacije, kao i analizu raznih pomoćnih ukrsta (*analiza, povratak itd.*).

Vazno je napomenuti da se na osnovu sličnosti prve generacije s jednim od roditelja još uvijek ne može govoriti o dominaciji osobine. Mendel je koristio izraz „dominacija“ za osobinu koja se manifestuje u prvoj generaciji (F1). Ali podrazumijevalo se da je svaka osobina pod kontrolom jednog gena.

Nakon Mendelovih otkrića, otkrivena je poligena kontrola većine znakova, a termin "dominantan" sada se koristi samo za označavanje alelnih interakcija (*na primjer, "A" i "a", ali ne i "B" i "a"*). Ako postoje 2 ili više gena, potomstvo F1 također može biti slično jednom roditelju, ali ova sličnost posljedica je različitih vrsta nealelnih interakcija, na primjer, dominantne epistaze.

Princip genetske analize je dobivanje obrazaca koji se u određenim znakovima nasljedno razlikuju i proučavanje tih razlika. Glavni zadatak genetske analize je proučavanje nasljedjivanja pojedinih osobina za uspostavljanje gena.

Tako ste se, na primjer, odlučili za znakove koje želite dobiti / analizirati.

Da biste pravilno proveli genetsku analizu, potrebno je ispuniti nekoliko obaveznih uslova:

1. Izbor matičnih riba (*sa željnim znakovima/osobinama*).
2. Genetska analiza prve generacije (F1).
3. Genetska analiza druge generacije (F2).
4. Postavljanje dodatnih ukrstanja (*ako je potrebno*).
5. Završna genetska analiza rezultata.

Analiziracemo sve uslove detaljnije.

1. Izbor maticnih riba.

Za klasicnu genetsku analizu potrebno je odabrati roditelje homozigotne za proucavane osobine, tj. potrebno je uzimati cistokrvne ribe. Ribe bi trebale biti odrasle, zdrave, bez vidljivih patologija. Za odabir se ne treba ograniciti na jedan maticni par.

Za daljnju genetsku analizu bolje je uzeti nekoliko maticnih parova, jer tokom poligenog nasljedjivanja ispitivanih svojstava (*3 ili vise gena*) broj mogucih klasa u F1 i, posebno, u F2 moze biti toliko velik da potomstvo 20-40 jedinki (*npr. in viviparous*) sadrzavat ce samo mali dio njih, dok vecina ovih klasa jednostavno nece biti zastupljena u potomstvu. On ipak misli da ovu metodu, sa upotrebom vise maticnih parova, ne bi trebalo primjenjivati na mnoge ikrasice (*Americki i Africki ciklidi, labirinti itd.*) koje u jednom mrijestu proizvode stotine i hiljade jajasaca. Medjutim, ne zaboravite da je genetska raznolikost preduvjet za stvaranje nove pasmine ili uzgojne linije.

2. Analiza prve generacije (F1).

Dakle, odabrali smo i ukrstili zeljne ribe, od kojih smo dobili i potomstvo. Zatim morate prebrojiti mladju, ukupan broj u F1, kao i odvojeno, broj muzijaka i zenki. Zatim je potrebno izracunati ukupan broj riba sa svakom proucenom osobinom, kao i odvojeno za muzijake i zenke. Ako ne postoje razlike izmedju ukupnog broja riba i odvojeno zenki i muzijaka, najvjerojatnije, ispitivana osobina je autosomna.

Ako postoji razlika u cijepanju na muzijake i zenke, tada je znak (*osobina/osobine – karakteristika/karakteristike*) potpuno ili djelomicno povezan sa polom. Nakon toga trebate ukrstiti bracu i sestre (F1) jedne sa drugima.

Kao sto je gore spomenuto, potrebno je odabrati nekoliko parova (za zivorotke 5-6 parova ili vise), i uzgojiti drugu generaciju i pristupiti genetskoj analizi F2.

3. Analiza druge generacije (F2).

Prije svega, potrebno je razumjeti do kakvog je cijepanje doslo u F2. Mnogi su mozda pomislili da ovdje nema niceg kompliciranog. Na primjer, iz ukrsta F1 (*recimo da su roditelji bili zeleni i zuti*) u drugoj generaciji dobiveno je 26 muzijaka, medju kojima je zabiljezeno sljedece cijepanje: 14 plavih, 10 zelenih i 2 zute boje. Sta prvo pada na pamet? 7: 5: 1. Ali ovo bi bila pogresna linija obrazlozenja. Zasto? Jer postoje

odredjena pravila za proračun omjera u F2. Najprije morate odrediti (*pretpostaviti*) broj gena koji su uključeni u određivanje osobine.

Kako to učiniti?

Da biste to učinili, morate vidjeti koliko je fenotipskih klasa formirano u F2 i koliki je njihov približni omjer. Ako je formirano više od 3 klase, onda je sigurno reći da su u definiranju osobine uključena 2 ili više gena. Međutim, prisustvo 2-3 klase u F2 također ne znači uvijek da su to različite alelne varijante jednog gena (*naravno, ako nije 3: 1 ili 1: 2: 1*).

Kako izračunati omjer?

Kao što je već rečeno, prvo morate odrediti (*pretpostaviti*) približan broj gena koji su uključeni u određivanje osobine. Zatim treba izračunati broj mogućih varijanti genotipova koji su formirani u F2. To se vrši prema formuli: $X = 4^n$ do stupnja "n" (*tablica 1*), gdje je 'n' procijenjeni broj gena, a X je broj mogućih varijanti genotipa. U našem primjeru pretpostavljamo da su 2 gena uključena u nasljeđivanje osobine boje, što znači $X = 16$. Zaista, prema broju boja u tri fenotipske klase (*plava, crvena i zuta*), cijepanje se razlikuje od nepotpune dominacije (1: 2: 1). Ukupni broj riba u F2 (kao i zaseban broj zenki i mužjaka) dijelimo sa 16 ($14 + 10 + 2/16$) i dobivamo $1/16$ dijela = 1,6. Sa obzirom da može biti 16 mogućih varijanti genotipova, moramo podijeliti broj riba u svakoj klasi 1,6: plava - $14 / 1,6 = 8,7$; zelena - $10 / 1,6 = 6,2$; zuta - $2 / 1,6 = 1,2$, što je otprilike jednako omjeru 9: 6: 1. Sada smo dobili pravu podjelu 9: 6: 1, a ne 7: 5: 1. Moguća kombinacija gameta i genotipova pomoći će identificiranju takozvanog 'kvadratnog dijagrama' [Punnett square], pomoću kojeg možete lako razumjeti interakciju alela dva gena. Simboli (*geni*) mužjaka pišu su vertikalno, a za zenke vodoravno. Dakle, sve moguće varijante genotipa prikazane su u 'kvadratnom dijagramu' (Sl. 4).

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Sl. 4. Kvadratni dijagram (za dva gena - A i B).

Jedno ALI. Rjesenje ovog problema opisali smo u malom uzorku od samo 26 riba, podlozno Mendelovoj podjeli i nedostatku interakcije gena. A sta bi se dogodilo kada bismo analizirali uzorak 5 ili 10 puta veci - 130, odnosno 260 riba. U tom slucaju postojalo bi vise od 2 gena koji bi medjusobno djelovali i rezultat bi bio tacniji. Stoga je vazno napomenuti da je ozbiljnu genetsku analizu tacnije provesti na vecem broju riba i da je to jedini nacin kojim mozete precizno odrediti genetiku ribe. Na primjer, u drugoj generaciji moglo bi ispasti ne 4, vec mnogo veci (*do 16 !!!*) broj klasa zbog najmanje 4 pigmentnih gena, kao i njihove medjusobne interakcije. Stoga je gornji primjer tacan za analizu razlika u tacno 2 gena.

Zakljucno, razmotrimo nekoliko kljucnih interakcija dvaju gena sa razlicitom lokalizacijom (*mjesto u hromosomima*). Kada se gen lokalizira u spolnim hromosomima, rezultati krizanja/ukrstanja ce se razlikovati od klasicnog Mendelovog nasljedjivanja.

Kada se obiljezje u X hromosomu lokalizira u prvoj generaciji jednog od reciprocnih ukrsta (*kada se dva ukrsta obavljaju istovremeno, ali u jednom slucaju zenka je nosilac proucenog alela (osobina), a u drugom muzijak*), pojavice se ukrсно nasljedjivanje (osobina ce preci od majke na sina i od oca na kceri).

U drugom reciprocnom krizanju uocava se jednolikost - kod zenki i muzijaka svojstvo se manifestuje na isti nacin. U drugoj generaciji cijepanje ce biti 3: 1, odnosno 1: 1.

Ako je gen lokaliziran u Y hromosomu, tada se prenosi samo na muzijake, bez obzira na to je li dominantna ili recesivna osobina.

U slucaju djelimicne adhezije na spol, kada se gen nalazi na oba spolna hromosoma (XY-veza) , ujednacenost se primjecuje u F1, a tek u drugoj generaciji (F2) djelimicna adhezija na spol otkriva se samo rezultatima reciprocnih krizanja/ukrstanja.

U oba kriza/ukrsta podjela ce biti isti (3: 1), ali u jednom ce se recesivna osobina (*alel*) pojaviti samo kod zenki, a u drugom - kod muzijaka. Da biste to provijerili, dovoljno je da u 'kvadratnom dijagramu' obojite gamete (*oznacene slovima*) roditelja.

Teze za genetsku analizu je nasljedjivanje osobina kada je jedan gen na autosomu, a drugi na X hromosomu (interakcija gena). U prvoj generaciji uzajamnih ukrsta/krizeva, u jednom ce slucaju postojati jednolicnost (ako su dominantni aleli u X hromosomu i autozomu zenke), cijepanje se opaza u obrnutom ukrstu/krizu (*kada su recesivni aleli u X hromosomu i autozomu zenke*), zenke ce nositi dominantne alele ispitivanih gena, a muzijaci ce biti heterozigotni za autosomni gen i nositi ce recesivni alel na X hromozomu. U F2 ce u prvom slucaju, prema autosomnom genu, muzijaci i zenke ce imati rascjep 3: 1, a X hromosomski gen takodjer ce imati rascjep 3: 1, ali jedinke s recesivnim alelom bit ce samo muzijaci (*zenke nece imati rascjep*). Kod obrnutog ukrstanja/krizanja za oba proucena gena muzijaci i zenke ce imati cijepanje 3: 1 i 1: 1, respektivno.

Kao sto je vec spomenuto na samom pocetku, u jednom clanku se ne moze reci o svim mudrostima genetike i uzgoja riba, jednostavno je nemoguće. Ovo bi vam trebalo pomoci da samo zacrtate glavne pravce, razumjete osnove ove nauke i poprilično da vam se 'otvoriti zastor' koji je 'navucen' zbog nesporazuma akvarista po ovom pitanju.