

§ 31. Цытылагічныя асновы наследавання прымет пры монагібрыдным скржаванні

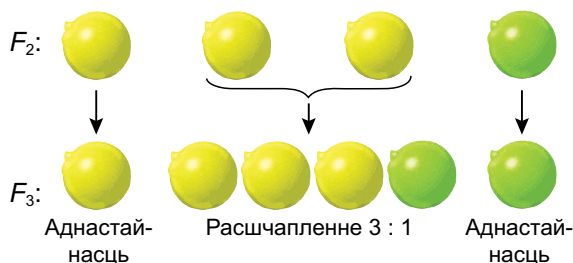
Паняцце пра дамінантныя і рэцэсіўныя гены. У сваіх далейшых даследаваннях Г. Мендэль вырашыў высветліць, як будучь наследавання прыметы ў трэцім і наступных пакаленнях гібрыдаў. Для гэтага ён даў гібрыдам другога пакалення магчымасць самаапыляцца і атрымаў трэцяе гібрыднае пакаленне.

Было вызначана, што ўсё патомства раслін, атрыманых з зялёных гарошын, было аднастайным і наследавала зялёную афарбоўку насення. Аднак у патомстве раслін, вырашчаных з жоўтага насення, падобнай карціны не назіралася. Толькі $\frac{1}{3}$ асобін, атрыманых з жоўтага насення, давала аднастайнае патомства з жоўтымі гарошынамі. У той жа час $\frac{2}{3}$ асобін давалі ў патомстве расшчапленне ў наступных суадносінах: 3 часткі — жоўтыя і 1 частка — зялёныя (мал. 70).

Для тлумачэння атрыманых вынікаў Г. Мендэль выказаў меркаванне пра тое, што прыметы арганізма кантралююцца асаблівымі спадчыннымі фактарамі. Паводле гіпотэзы Г. Мендэля, дамінантная прымета вызначаецца дамінантным фактарам, а рэцэсіўная прымета — рэцэсіўным фактарам. Гэтыя фактары спадчыннасці перадаюцца ад бацькоўскіх асобін патомству праз палавыя клеткі. У далейшым спадчынныя фактары, якія абумоўліваюць праяўленне тых ці іншых прымет, сталі называць **генамі**. Дамінантныя гены прынята абазначаць вялікімі літарамі (напрыклад, *A*), рэцэсіўныя — маленькімі (*a*).

Г. Мендэль выказаў меркаванне, што кожнай прымеце пэўнай асобіны адпавядаюць два фактары, адзін з якіх атрыманы ад бацькоўскага арганізма, а другі — ад мацярынскага. Таму ў выніку монагібрыднага скржавання, пры якім бацькі адрозніваліся, напрыклад, колерам насення, усе гібрыды першага пакалення мелі як спадчынны фактар *A* (які абумоўліваў жоўтую афарбоўку), так і фактар *a* (адказны за зялёны колер насення).

Паколькі фактар *A* дамінуе над фактарам *a*, ва ўсіх гібрыдаў F_1 праяўлялася жоўтая афарбоўка насення.



Мал. 70. Схема наследавання афарбоўкі насення гароху пры атрыманні гібрыдаў трэцяга пакалення

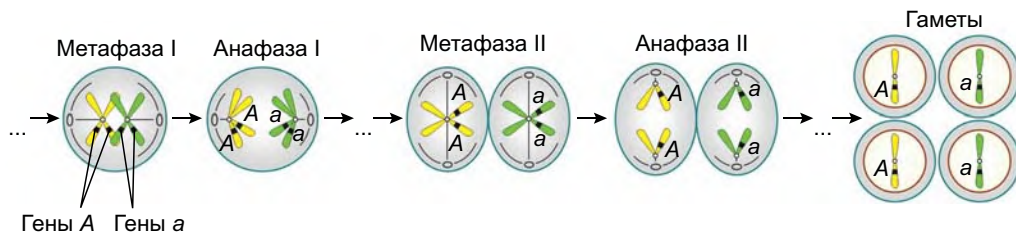
Г. Мендэль таксама меркаваў, што кожны гібрыд першага пакалення ўтварае два тыпы палавых клетак: адна палова гамет змяшчае фактар A , другая палова — a . Такім чынам, парныя спадчыныя фактары пры ўтварэнні палавых клетак падзяляюцца і ў кожную гамету трапляе толькі адзін з іх.

Паняцце пра алельныя гены. Цыталагічныя асновы наследавання прымет пры монагібрыдным скрываванні. Толькі пасля таго, як былі адкрыты храмасомы, апісаны іх паводзіны пры мітозе і меёзе і даказана, што гены размяшчаюцца ў храмасомах, меркаванні Г. Мендэля знайшлі навуковае пацверджанне.

Гены, якія кантралююць розныя (альтэрнатыўныя) формы праяўлення прыметы, называюцца **алельнымі генамі** ці **алелямі**. Вызначана, што **алельныя гены размяшчаюцца ў аднолькавых участках (локусах) гамалагічных храмасом**. Такім чынам, у любога дыплоіднага арганізма праяўленне той ці іншай прыметы вызначаецца як мінімум *двума* алельнымі генамі.

Сукупнасць усіх генаў арганізма называюць **генатыпам**. У дачыненні да асобнай прыметы словам «генатып» абазначаюць камбінацыю алельных генаў, якія кантралююць дадзеную прымету. Арганізмы, якія маюць аднолькавыя алельныя гены, называюцца **гомазіготамі**. Адрозніваюць дамінантныя гомазіготы (іх генатып можна запісаць як AA) і рэцэсіўныя гомазіготы (aa). Асобіны, якія маюць розныя алельныя гены, называюцца **гетэразіготамі**, іх генатып можна абзначыць як Aa .

Гаметы ўтвараюцца ў выніку меёзу і змяшчаюць гаплоідны набор храмасом. Успомнім, што ў анафазе I гамалагічныя храмасомы, якія змяшчаюць алельныя гены, разыходзяцца да процілеглых полюсаў клеткі, што дзеліцца, і ў канчатковым выніку трапляюць у розныя гаметы (мал. 71). Такім чынам, два алельныя гены не могуць апынуцца ў адной і той жа палавой клетцы. У кожную гамету трапляе толькі адзін з іх.



Мал. 71. Схема працэсаў, якія адбываюцца пры меёзе і ляжаць у аснове монагібрыднага скрывавання

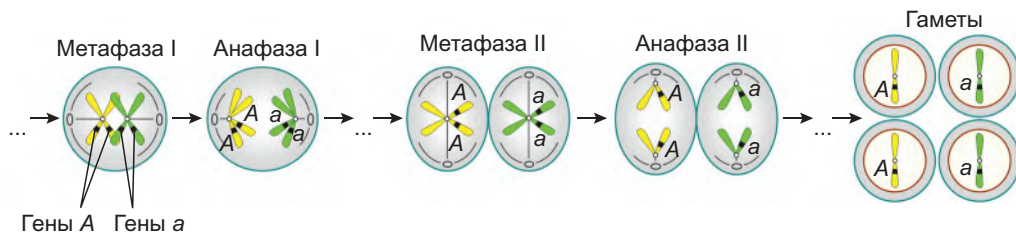
Г. Мендэль таксама меркаваў, што кожны гібрыд першага пакалення ўтварае два тыпы палавых клетак: адна палова гамет змяшчае фактар A , другая палова — a . Такім чынам, парныя спадчыныя фактары пры ўтварэнні палавых клетак падзяляюцца і ў кожную гамету трапляе толькі адзін з іх.

Паняцце пра алельныя гены. Цыталагічныя асновы наследавання прымет пры монагібрыдным скрываванні. Толькі пасля таго, як былі адкрыты храмасомы, апісаны іх паводзіны пры мітозе і меёзе і даказана, што гены размяшчаюцца ў храмасомах, меркаванні Г. Мендэля знайшлі навуковае пацверджанне.

Гены, якія кантралююць розныя (альтэрнатыўныя) формы праяўлення прыметы, называюцца **алельнымі генамі** ці **алелямі**. Вызначана, што **алельныя гены размяшчаюцца ў аднолькавых участках (локусах) гамалагічных храмасом**. Такім чынам, у любога дыплоіднага арганізма праяўленне той ці іншай прыметы вызначаецца як мінімум *двума* алельнымі генамі.

Сукупнасць усіх генаў арганізма называюць **генатыпам**. У дачыненні да асобнай прыметы словам «генатып» абазначаюць камбінацыю алельных генаў, якія кантралююць дадзеную прымету. Арганізмы, якія маюць аднолькавыя алельныя гены, называюцца **гомазіготамі**. Адрозніваюць дамінантныя гомазіготы (іх генатып можна запісаць як AA) і рэцэсіўныя гомазіготы (aa). Асобіны, якія маюць розныя алельныя гены, называюцца **гетэразіготамі**, іх генатып можна абзначыць як Aa .

Гаметы ўтвараюцца ў выніку меёзу і змяшчаюць гаплоідны набор храмасом. Успомнім, што ў анафазе I гамалагічныя храмасомы, якія змяшчаюць алельныя гены, разыходзяцца да процілеглых полюсаў клеткі, што дзеліцца, і ў канчатковым выніку трапляюць у розныя гаметы (мал. 71). Такім чынам, два алельныя гены не могуць апынуцца ў адной і той жа палавой клетцы. У кожную гамету трапляе толькі адзін з іх.



Мал. 71. Схема працэсаў, якія адбываюцца пры меёзе і ляжаць у аснове монагібрыднага скрывавання

Гомазіготныя арганізмы маюць аднолькавыя алельныя гены, таму ў іх фарміруецца толькі адзін тып гамет. У асобін з генатыпам AA ўсе палавыя клеткі змяшчаюць ген A , у арганізмаў з генатыпам aa ўсе гаметы змяшчаюць ген a . Гетэразіготныя асобіны (Aa) утвараюць два тыпы гамет у роўных суадносінах: 50 % палавых клетак змяшчаюць алель A , 50 % — алель a .

Пры апладненні гаплоідныя гаметы бацькоў зліваюцца з утварэннем дыплоіднай зіготы. У зігоце храмасомы зноў становяцца парнымі. У кожнай пары гамалагічных храмасом адна з'яўляецца мацярынскай, а другая — бацькоўскай. Значыць, у кожнага нашчадка развіццё той ці іншай прыметы будзе вызначацца двума алельнымі генамі, прычым адзін з іх унаследаваны ад маці, а другі — ад бацькі.

Вернемся да эксперыменту, у якім Г. Мендэль вывучаў наследаванне афарбоўкі насення гароху. Абазначым дамінантны ген, які абумоўлівае жоўтую афарбоўку, літарай A , і рэцэсіўны ген, што вызначае зялёную афарбоўку, — a . Паколькі Г. Мендэль выкарыстоўваў у якасці бацькоўскіх форм асобін чыстых ліній, іх генатыпы трэба запісаць як AA і aa . Абодва бацькі — гомазіготы, кожны з іх утварае гаметы толькі аднаго тыпу: у асобіны з генатыпам AA фарміруюцца толькі гаметы A , у асобіны з генатыпам aa — толькі гаметы a .

Зліццё гамет прывяло да ўтварэння зігот, з якіх развіліся гібрыды першага пакалення. Відавочна, што ўсе яны мелі генатып Aa і жоўтую афарбоўку насення (дамінантны ген цалкам падавіў праяўленне рэцэсіўнага).

Запішам дадзенае манагібрыднае скрыжаванне. Найбольш распаўсюджанымі формамі запісу скрыжаванняў з'яўляюцца *генная* і *храмасомная*. У першым выпадку гены запісваюць «у радок», без указання храмасом (напрыклад, Aa). У другім выпадку пры запісе генатыпаў алельныя гены размяшчаюць адзін над адным. Пры гэтым дзвюма рыскамі абазначаюць гамалагічныя храмасомы, у якіх гэтыя гены змяшчаюцца (напрыклад, $\frac{A}{a}$). Тут і далей выкарыстоўвайце адну з форм запісу (па ўказанні настаўніка).



Сукупнасьць примет і ўласцівасцей арганізма называюць **фенатыпам**. Калі гаворка ідзе пра пэўнае скрыжаванне, паняццем «фенатып» абазначаюць тую прымету (ці прыметы), якая ў гэтым скрыжаванні даследуецца. Напрыклад, у разгледжаным выпадку можна сказаць, што гібрыды першага пакалення мелі аднолькавы фенатып — жоўты колер насення.

Гібриды першага пакалення — гетэразіготы (Aa), у іх утвараюцца два тыпы гамет (A і a) у роўных суадносінах. Зліццё гамет носіць выпадковы характар, таму пры апладненні фарміруюцца розныя тыпы зігот: AA , Aa і aa .

Каб наглядна паказаць усе варыянты зліцця гамет і разлічыць верагоднасць з'яўлення патомства з рознымі генатыпамі і фенатыпамі, можна пабудаваць табліцу, якая называецца *рашоткай Пенэта* (упершыню такія табліцы прапанаваў выкарыстоўваць англійскі генетык Р. Пенэт). У рашотцы Пенэта па гарызанталі запісваюць гаметы аднаго з бацькоў, па вертыкалі — гаметы другога. У клетках на скрыжаванні радкоў і слупкоў паказваюць генатыпы і фенатыпы асобін, якія ўзнікаюць пры зліцці адпаведных гамет (мал. 72).

Як бачна з пабудаванай рашоткі, у гетэразіготных бацькоўскіх форм утвараецца патомства з трыма генатыпамі ў суадносінах: $1AA : 2Aa : 1aa$. Такім чынам, **расшчапленне па генатыпе складае $1 : 2 : 1$** . Верагоднасць з'яўлення нашчадкаў кожнага тыпу можна паказаць і ў працэнтах: **25 % AA , 50 % Aa , 25 % aa** .

Расщепление по прымце, якая даследуецца, такое: $\frac{3}{4}$ асобін з жоўтым насеннем (75 %) і $\frac{1}{4}$ — з зялёным (25 %). Значыць, **расщепление по фенатыпе складае 3 : 1.**

F_1 :		♀ Aa	×	♂ Aa
♀ \ ♂	♀	A		a
A		AA жоўтыя		Aa жоўтыя
a		Aa жоўтыя		aa зялёныя

Мал. 72. Рашотка Пенэта

F_1 : ♀ Aa × ♂ Aa
жоўтыя жоўтыя

G: (A), (a) (A), (a)

F_2 : AA Aa Aa aa
жоўтыя зялёныя

F_1 : ♀ $\frac{A}{a}$ × ♂ $\frac{A}{a}$

жоўтыя жоўтыя

G: (A), (a) (A), (a)

F_2 :

$\frac{\underline{A}}{\underline{A}}$	$\frac{\underline{A}}{\underline{a}}$	$\frac{\underline{A}}{\underline{a}}$	$\frac{\underline{a}}{\underline{a}}$
$\underbrace{\hspace{10em}}$			
жоўтыя			зялёныя

Хоць расліны з жоўтым насеннем знешне выглядаюць аднолькава, генетычна яны неаднастайныя (AA і Aa). Становяцца зразумелымі прычыны розных «паводзін» іх патомства ў трэцім і наступных пакаленнях. Пры самаапыленні сярод нашчадкаў дамінантных гомазігот AA не будзе назірацца расшчаплення, як і сярод нашчадкаў рэцэсіўных гомазігот aa . Гетэразіготныя асобіны Aa будуць даваць у патомстве расшчапленне 3 : 1.

Такім чынам, цыталагічнымі асновамі першага і другога законаў Мендэля з'яўляюцца разыходжанне гамалагічных храмасом у анафазе I меёзу і выпадковае зліццё (спалучэнне) гамет пры апладненні.



Гены, якія вызначаюць развіццё альтэрнатыўных прымет, называюцца алельнымі. Генатып — гэта сукупнасць генаў, фенатып — сукупнасць прымет і ўласцівасцей той ці іншай асобіны. Кожная прымета дыплоіднага арганізма кантралюецца двума алельнымі генамі, прычым адзін з іх унаследаваны ад маці, а другі — ад бацькі. Асобіны, якія маюць аднолькавыя алельныя гены, называюцца гомазіготамі. Яны ўтвараюць гаметы толькі аднаго тыпу. Арганізмы, якія маюць розныя алелі, называюцца гетэразіготамі. Яны фарміруюць два тыпы гамет у роўных суадносінах. У аснове заканамернасцей манагібрыднага скрыжавання, вызначаных Г. Мендэлем, ляжыць разыходжанне гамалагічных храмасом у меёзе і выпадковае зліццё гамет пры апладненні.



1. Якія гены называюцца алельнымі? Дзе размяшчаюцца алельныя гены?
2. Дайце азначэнні паняццяў «фенатып», «генатып», «гомазігота», «гетэразігота».
3. Чаму тая ці іншая прымета арганізма ў большасці выпадкаў вызначаецца двума алельнымі генамі? Чаму пры ўтварэнні гамет у кожную трапляе толькі адзін алельны ген з пары?
4. Якія цыталагічныя з'явы ляжаць у аснове заканамернасцей, выяўленых Г. Мендэлем?
- 5*. У чалавека кары колер вачэй цалкам дамінуе над блакітным. Ці магчыма нараджэнне блакітнавокага дзіцяці ў сям'і, дзе абодва бацькі каравокія? Калі магчыма, то ў якім выпадку і з якой верагоднасцю? Калі немагчыма, то чаму?
- 6*. Дзве шэрыя самкі-пацукі былі скрыжаваны з белым самцом. У патомстве першай самкі — 7 шэрых дзіцянят, у патомстве другой — 5 белых і 4 шэрых. Які колер шэрсці дамінуе? Запішыце абодва скрыжаванні.