



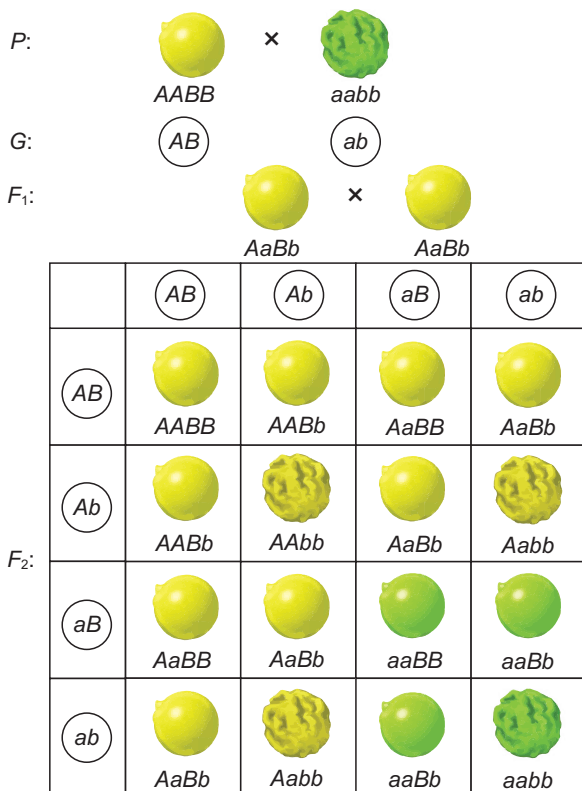
1. Якія тыпы ўзаемадзеяння алельных генаў вам вядомы?
2. Чым поўнае дамінаванне адрозніваецца ад няпоўнага? Прывядзіце прыклады.
3. Дапусцім, што ў пэўнага віду раслін шырокія лісты дамінуюць над вузкімі. Скрыжавалі дзве гетэразіготныя расліны. Патомства з якімі фенатыпамі і ў якіх суадносінах трэба чакаць, калі гены, што кантралююць шырыню лістоў, узаемадзейнічаюць па тыпе поўнага дамінавання? Па тыпе няпоўнага дамінавання?
4. Што такое кадамінаванне? Які тып ўзаемадзеяння назіраецца паміж генамі I^B і I^O , што вызначаюць групу крыві чалавека? Паміж генамі I^A і I^B ?
5. Якую з'яву называюць множным алелізмам? Ці можа ў пэўнага чалавека быць тры розныя алелі, якія вызначаюць групу крыві (па сістэме ABO)? Чаму?
6. Што ўяўляе сабой аналізуючае скрыжаванне? Як па выніках аналізуючага скрыжавання можна вызначыць генатып асобіны, якая валодае дамінантным фенатыпам?
- 7*. У Івана і Марыі цацвёрта дзяцей. Усе яны маюць розныя групы крыві: I, II, III і IV. Вызначыце групы крыві і генатыпы Івана і Марыі.
- 8*. Афарбоўка апярэння ў курэй наследуецца па тыпе няпоўнага дамінавання (чорнае апярэнне дамінуе над белым, прамежавая прымета — шэрае апярэнне). Шэрых курэй скрыжавалі з шэрымі пёўнямі. Вядома, што яшчэ да апладнення гіне 70 % гамет, якія нясуць рэцэсіўны алель, і 30 % гамет, што нясуць дамінантны алель. Вызначыце працэнтныя суадносіны нашчадкаў з усімі магчымымі фенатыпамі.

§ 33. Дыгібрыднае скрыжаванне. Трэці закон Мендэля

Дыгібрыднае скрыжаванне. Закон незалежнага наследавання прымет. Скрыжаванне, пры якім бацькоўскія асобіны адрозніваюцца па дзвюх парах альтэрнатыўных прымет, называюць **дыгібрыдным**. Калі бацькі адрозніваюцца па многіх парах альтэрнатыўных прымет, скрыжаванне называецца **полігібрыдным**.

Вызначыўшы заканамернасці наследавання асобных пар альтэрнатыўных прымет з дапамогай монагібрыднага скрыжавання, Г. Мендэль прыступіў да доследаў па дыгібрыдным скрыжаванні. Ён правёў серыю эксперыментаў, у якіх ажыццяўляў гібрыдызацыю чыстых ліній гароху, што адрозніваліся па дзвюх парах прымет. Так, у адным з доследаў бацькоўскія асобіны адрозніваліся па афарбоўцы насення і форме яго паверхні (мал. 76). Адны расліны мелі жоўтае гладкае насенне, другія — зялёнае маршчыністае. У першым пакаленні назіралася аднастайнасць гібрыдаў — усе яны мелі жоўтае гладкае насенне. Значыць, у гароху жоўтая афарбоўка поўнасцю дамінуе над зялёнай, а гладкая паверхня — над маршчыністай.

Шляхам самаапылення гібрыдаў першага пакалення Г. Мендэль атрымаў другое пакаленне. У адпаведнасці з законам расшчаплення ў гібрыдаў F_2 праявіліся не толькі дамінантныя, але і рэцэсіўныя прыметы.



Мал. 76. Дыгібрыднае скрываўванне раслін гароху, якія адрозніваюцца колерам і паверхняй насення (A — жоўтае, a — зялёнае, B — гладкае, b — маршчыністае)

Пры гэтым назіраліся ўсе магчымыя спалучэнні прымет насення: жоўтае гладкае, жоўтае маршчыністае, зялёнае гладкае і зялёнае маршчыністае ў суадносінах 9 : 3 : 3 : 1.

Такім чынам, было атрымана патомства чатырох фенатыпічных класаў: дамінантныя па абедзвюх прыметах — $\frac{9}{16}$; дамінантныя па першай прымеце і рэцэсіўныя па другой — $\frac{3}{16}$, рэцэсіўныя па першай і дамінантныя па другой — $\frac{3}{16}$, рэцэсіўныя па абедзвюх прыметах — $\frac{1}{16}$ частка.

Прааналізуем наследаванне кожнай пары альтэрнатыўных прымет асобна. Жоўты колер мелі 12 частак насення, зялёны — 4 часткі. Такім чынам, расшчапленне па афарбоўцы насення складае 3 : 1, як і пры манагібрыдным скрываўванні. Такая ж карціна назіраецца і пры аналізе расшчаплення па форме паверхні насення — 12 гладкіх і 4 маршчыністых,

г. зн. 3 : 1. Гэта гаворыць пра тое, што пры дыгібрыдным скрыжаванні расшчапленне па кожнай пары альтэрнатыўных прымет адбываецца *незалежна*. Значыць, дыгібрыднае скрыжаванне, у сутнасці, уяўляе сабой два незалежныя монагібрыдных.

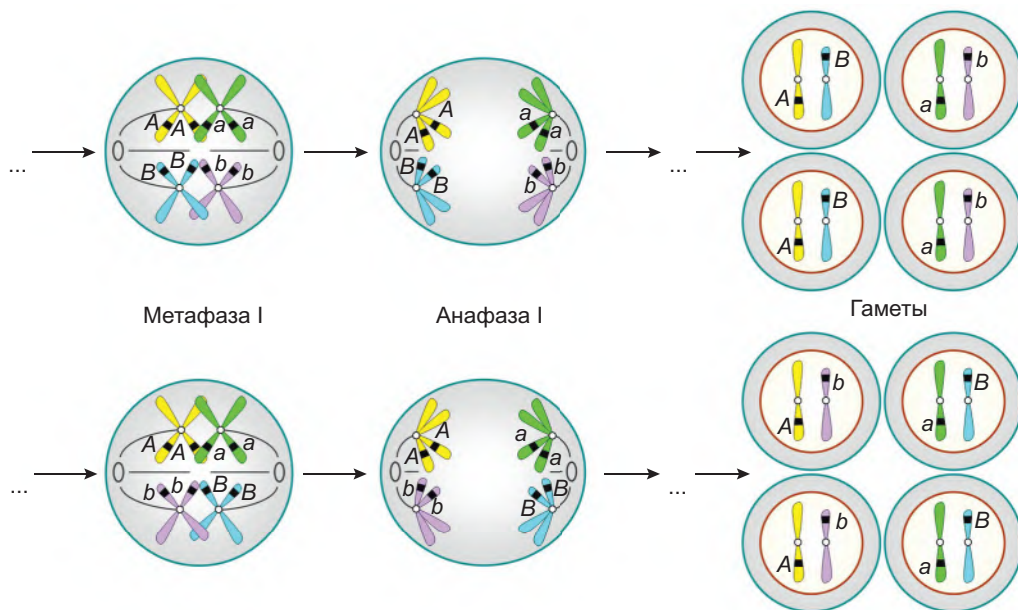
У наступных доследах Г. Мендэль вызначыў, што незалежнае наследаванне прымет назіраецца і пры полігібрыдным скрыжаванні. Дадзеная заканамернасць была названа **законам незалежнага наследавання прымет ці трэцім законам Мендэля**. Гэты закон гучыць наступным чынам: **пры скрыжаванні асобін, якія адрозніваюцца па дзвюх і больш парах альтэрнатыўных прымет, гены і адпаведныя ім прыметы наследуюцца незалежна і камбінуюцца ва ўсіх магчымых спалучэннях**.

Цыталагічныя асновы закона незалежнага наследавання прымет. У разгледжаным эксперыменце Г. Мендэль вывучаў наследаванне дзвюх пар альтэрнатыўных прымет. Відавочна, што колер насення і форма яго паверхні вызначаюцца дзвюма рознымі парамі генаў. Абазначым алель жоўтай афарбоўкі *A*, зялёнай — *a*, гладкай формы — *B*, маршчыністай — *b*.

Гены, якія кантралююць розныя пары прымет (г. зн. неальтэрнатыўныя прыметы), называюцца **неалельнымі**. Яны размяшчаюцца ў **розных парах храмасом** ці ў **розных участках (локусах) гамалагічных храмасом**. У дадзеным выпадку гены, якія вызначаюць афарбоўку (*A* і *a*), неалельныя ў адносінах да генаў, што абумоўліваюць форму паверхні насення (*B* і *b*). Уявім, што гэтыя пары алеляў знаходзяцца ў негамалагічных храмасомах, г. зн. у розных парах храмасом.

Бацькоўскія расліны маюць генатыпы *AABB* і *aabb*. Арганізмы, гомазіготныя па дзвюх парах генаў, называюцца *дыгомазіготамі*. У гаметы трапляе *па адным гене з кожнай пары*. Значыць, у дыгомазіготных бацькоў фарміруецца толькі адзін тып гамет: у аднаго — *AB*, у другога — *ab*. У выніку апладнення развіваецца першае пакаленне гібрыдаў. Усе яны маюць жоўтае гладкае насенне, што абумоўлена генатыпам *AaBb*. Асобіны, гетэразіготныя па дзвюх парах генаў, называюцца *дыгетэразіготамі*. Колькі тыпаў гамет утвараюць дыгетэразіготныя асобіны?

Вам вядома, што ў анафазе I меёзу гамалагічныя храмасомы расцягваюцца да розных полюсаў клеткі. Пры гэтым разыходжанне кожнай пары храмасом адбываецца незалежна ад іншых пар. Негамалагічныя храмасомы разыходзяцца да полюсаў выпадкова, утвараючы розныя камбінацыі (мал. 77). Такім чынам, ген *A* можа апынуцца ў адной палавой клетцы з генам *B* ці з генам *b*. Менавіта гэтак жа ген *a* можа трапіць у адну гамету з генам *B* або з генам *b*. У выніку гэтага дыгетэразіготныя асобіны ўтвараюць чатыры тыпы гамет: *AB*, *Ab*, *aB*, *ab* у роўных суадносінах — па 25 %.



Мал. 77. Схема незалежнага разыходжання гамалагічных храмасом і ўтварэння гамет у дыгетэразіготнай асобіны

Выпадковае зліццё палавых клетак пры апладненні вядзе да ўтварэння розных тыпаў зігот, а значыць, і нашчадкаў. Выкарыстоўваючы фенатыпічныя радыкалы, расшчапленне па фенатыпе ў другім гібрыдным пакаленні (пры ўмове, што алелі кожнай пары ўзаемадзейнічаюць па тыпе поўнага дамінавання) можна запісаць у выглядзе:

$$9A-B- : 3A-bb : 3aaB- : 1aabb.$$

Такім чынам, у аснове незалежнага наследавання ляжыць:

- 1) выпадковае разыходжанне негамалагічных храмасом у анафазе I меёзу, якое прыводзіць да ўтварэння гамет з рознымі камбінацыямі генаў;
- 2) выпадковае зліццё гамет пры апладненні, што абумоўлівае фарміраванне розных тыпаў зігот.

Даказаць, што ў дыгетэразіготнай асобіны ўтвараюцца палавыя клеткі чатырох тыпаў, прычым у роўных суадносінах, можна з дапамогай аналізуючага скрываўвання. Для гэтага дыгетэразіготны гарох, які мае жоўтае гладкае насенне, скрываўваем з рэцэсіўнай дыгомазіготай.

У патомстве будзе назірацца чатыры фенатыпічныя і генатыпічныя класы ў суадносінах $1 : 1 : 1 : 1$, г. зн. па 25 %. Гэта сведчыць пра роўнаверагоднае фарміраванне чатырох тыпаў гамет у таго з бацькоў, якога аналізуець.

F_1 :	♀ $AaBb$ жоўтыя гладкія	×	♂ $aabb$ зялёныя маршчыністыя
G :	(AB) , (Ab) , (aB) , (ab)		(ab)
F_2 :	$AaBb$ жоўтыя гладкія	$Aabb$ жоўтыя маршчыністыя	$aaBb$ зялёныя гладкія
			$aabb$ зялёныя маршчыністыя



Гены, якія кантралююць развіццё розных (неальтэрнатыўных) прымет, называюцца неалельнымі. Яны могуць размяшчацца ў розных парах храмасом (у негамалагічных храмасомах) або ў розных локусах гамалагічных храмасом. Калі неалельныя гены знаходзяцца ў негамалагічных храмасомах, то ў ходзе меёзу гены кожнай пары выпадковым чынам, незалежна ад іншых пар, размяркоўваюцца паміж гаметами. Гэта вядзе да фарміравання палавых клетак з рознымі спалучэннямі генаў. Выпадковае зліццё гамет пры апладненні прыводзіць да ўтварэння розных тыпаў зігот. Гэтыя з'явы ляжаць у аснове незалежнага наследавання прымет, якое назіраў Г. Мендэль у доследах па дыгібрыдным і полігібрыдным скрыжаванні. Ён вызначыў, што пры скрыжаванні асобін, якія адрозніваюцца па дзвюх і больш парах альтэрнатыўных прымет, гены і адпаведныя ім прыметы наследуюцца незалежна і камбінуюцца ва ўсіх магчымых спалучэннях. Гэта заканамернасць названа законам незалежнага наследавання прымет ці трэцім законам Мендэля.



1. Што ўяўляе сабой дыгібрыднае скрыжаванне? Полігібрыднае?
2. У чым заключаецца сутнасць закона незалежнага наследавання? Якія цыталогічныя асновы абумоўліваюць незалежнае наследаванне генаў і адпаведных ім прымет?
3. Якое расшчапленне па генатыпе і па фенатыпе будзе назірацца ў патомстве, калі дыгетэразіготную асобіну падвергнуць аналізуючаму скрыжаванню? Якое расшчапленне па фенатыпе назіраецца ў выніку скрыжавання дыгетэразігот паміж сабой?
4. Выпішыце ўсе тыпы гамет, якія ўтвараюць асобіны з генатыпамі: $AAbb$, $AaBb$, $aaBb$, $AaBbDd$.

5*. Афарбоўка кветак начной прыгажуні наследуецца па тыпе няпоўнага дамінавання (чырвоныя кветкі дамінуюць над белымі, у гетэразігот кветкі ружовыя), а высокае сцябло поўнасцю дамінуе над карлікавым. Скрыжоўваюць дзве дыгетэразіготныя расліны. Колькі працэнтаў раслін першага пакалення ўнаследуюць: а) карлікавае сцябло і ружовыя кветкі; б) высокае сцябло і чырвоныя кветкі; в) карлікавае сцябло і белыя кветкі; г) высокае сцябло і ружовыя кветкі?

6*. У чалавека цёмны колер валасоў поўнасцю дамінуе над светлым, а нармальны слых — над прыроджанай глухатой. У светлавалосага мужчыны, глухога з нараджэння, ёсць цёмнавалосы сын з нармальным слыхам і дачка са светлымі валасамі, у якой выявілася спадчынная глухата. Вызначыце генатып маці гэтых дзяцей. Якая верагоднасць нараджэння ў гэтай сям’і дзіцяці з фенатыпам маці?



§33-1

§ 34. Храмосомная тэорыя спадчыннасці

Як ужо адзначалася, Г. Мендэль, які вызначыў найважнейшыя заканамернасці наследавання, выказаў меркаванне пра існаванне асаблівых спадчынных фактараў, што кантралююць прыметы жывых арганізмаў. Аднак матэрыяльная прырода гэтых фактараў, пасля названых генамі, доўгі час заставалася нявысветленай. Толькі ў пачатку XX ст., пасля пераадкрыцця законаў Г. Мендэля, цытолагі звярнулі ўвагу на сувязь гіпатэтычных спадчынных фактараў з паводзінамі храмасом пры меёзе і апладненні. У 1902—1903 гг. нямецкі эмбрыёлаг Т. Боверы і амерыканскі цытолаг У. Сатан (прозвішчы прыведзены не для запамінання) незалежна адзін ад аднаго прыйшлі да высновы, што менавіта храмосомы і з’яўляюцца носьбітамі мендэлеўскіх фактараў. Аднак вучоныя не змаглі прад’явіць выразныя доказы сваёй праваты, таму іх меркаванне на працягу некалькіх гадоў так і заставалася «храмосомнай гіпотэзай».

Храмосомная тэорыя спадчыннасці. Счэпленне наследавання. Пераканаўчыя доказы таго, што гены размяшчаюцца ў храмосах, былі атрыманы ў 1910 г. амерыканскім генетыкам, будучым лаўрэатам Нобелеўскай прэміі (1933 г.) Т. Морганам. Шматлікія эксперыменты Моргана і яго супрацоўнікаў прывялі да шэрага найважнейшых адкрыццяў, якія леглі ў аснову **храмосомнай тэорыі спадчыннасці**. Адно з палажэнняў гэтай тэорыі можна сфармуляваць наступным чынам: **гены размешчаны ў храмосах у лінейным парадку і займаюць пэўныя ўчасткі — локусы, прычым алельныя гены знаходзяцца ў аднолькавых локусах гамалагічных храмасом**.

Закон незалежнага наследавання (трэці закон Мендэля) справядлівы толькі ў тым выпадку, калі неалельныя гены знаходзяцца ў розных парах храмасом. Аднак колькасць генаў у жывых арганізмаў значна большая