



1. Які набор палавых храмасом характэрны для саматычных клетак мужчыны? Жанчыны? Пеўня? Курыцы?

ZZ, ZW, WW, XX, XY, YY .

2. Чаму ў большасці раздзельнаполых жывёл з'яўляецца прыкладна аднолькавая колькасць нашчадкаў мужчынскага і жаночага пола?

3. Яйцаклетка кошкі змяшчае 18 аўтасом. Якой колькасцю храмасом прадстаўлены карыятып кошкі?

4. Як называюцца прыметы, якія кантралююцца генамі, размешчанымі ў палавых храмасомах? Якія асаблівасці наследавання гэтых прымет?

5. Дакажыце, што генатып жывого арганізма ўяўляе сабой цэласную сістэму.

6*. Дальтанізм — рэцэсіўная прымета, счэпленая з X-храмасомай. У сям'і, дзе маці валодае нармальным колераадчуваннем, нарадзілася дачка-дальтонік. Вызначыце генатыпы бацькоў. Якая верагоднасць нараджэння ў іх здоровага сына?

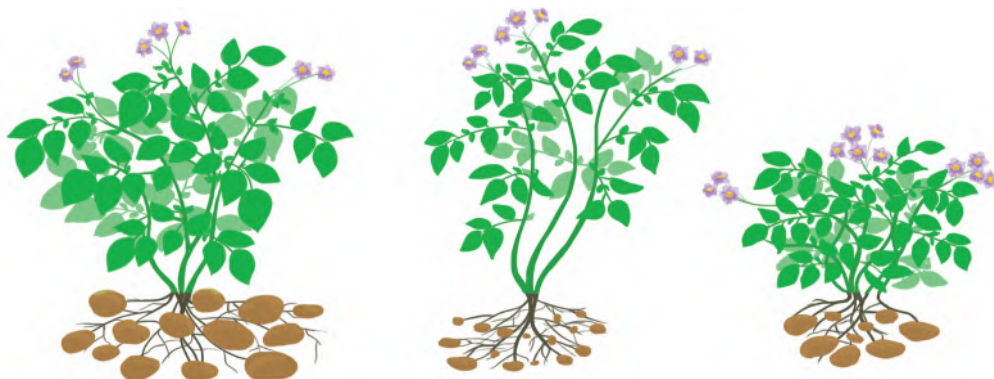
7*. У палярнай савы апераныя ногі дамінуюць над голымі. Гэта прымета кантралюецца аўтасомнымі генамі. Доўгія кіпцюры — дамінантная прымета, якая вызначаецца генам, лакалізаваным у Z-храмасоме. Самку з аперанымі нагамі скрываваў з самцом, які мае доўгія кіпцюры і апераныя ногі. У выніку атрымалі патомства з розным спалучэннем усіх фенатыпічных прымет. Якая верагоднасць (%) з'яўлення сярод патомства самца з голымі нагамі і кароткімі кіпцюрамі?

§ 36. Мадыфікацыйная зменлівасць

Роля генатыпу і ўмоў асяроддзя ў фарміраванні прымет. Вам вядома, што прыметы вызначаюцца генамі, г. зн. фенатып арганізма залежыць ад генатыпу. Аднак асобіны, якія маюць аднолькавы генатып (напрыклад, даччыныя расліны, якія развіліся з мацярынскай шляхам вегетатыўнага размнажэння), але выраслі ў розных умовах, могуць істотна адрознівацца адна ад адной.

Калі высадзіць клубні, атрыманыя ад адной расліны бульбы, то сярод даччыных асобін, якія вырастуць, мы не зможам знайсці дзвюх зусім аднолькавых. Нягледзячы на ідэнтычны генатып, яны будуць адрознівацца па вышыні сцёблаў, кустыстасці, ступені развіцця каранёвай сістэмы, колькасці і памерах лістоў, клубняў і шэрагу іншых прымет (мал. 86, с. 188). Відавочна, што адрозненні паміж гэтымі раслінамі абумоўлены не розным наборам генаў, а дзеяннем фактараў навакольнага асяроддзя. Розныя клубні не маглі развівацца ў абсалютна аднолькавых умовах. Асаблівасці механічнага і хімічнага саставу глебы, яе вільготнасць, глыбіня закладання, наяўнасць шкоднікаў, канкурэнцыя з іншымі раслінамі — гэтыя і многія іншыя фактары ўплывалі на развіццё фенатыпу асобін.

Яшчэ адным прыкладам уздзеяння ўмоў асяроддзя на фарміраванне прымет арганізмаў можа служыць індывідуальнае развіццё моназіготных (аднаяйцавых) блізнят. Яны ідэнтычныя па генатыпе, паколькі развіліся з адной зіготы, якая дала на этапе драблення пачатак дзвюм ці больш



Мал. 86. Фенатыпічныя адрозненні паміж раслінамі бульбы, якія выраслі з клубняў адной мацярынскай расліны

зародкам. У раннім узросце такія блізняты падобныя адзін да аднаго як дзве кроплі вады, часам нават бацькам складана адрозніць іх (мал. 87). Аднак з узростам паміж моназіготнымі блізнятамі ўзнікаюць адрозненні. Яны могуць, напрыклад, мець розны рост, масу цела і густату валасоў, розную ступень развіцця шкілетнай мускулатуры і г. д. З'яўленне гэтых адрозненняў звязана перш за ўсё з уплывам умоў жыцця: асаблівасцей харчавання, заняткаў спортам, характару працоўнай дзейнасці і інш.



Мал. 87. Моназіготныя блізняты ва ўзросце 6 і 30 гадоў

Такім чынам, на фарміраванне прымет арганізма ўплываюць не толькі гены, але і розныя знешнія фактары. Іншымі словамі, фенатып кожнай асобіны — гэта вынік праяўлення яе генатыпу ў пэўных умовах навакольнага асяроддзя.

Формы зменлівасці. Мадыфікацыйная зменлівасць і яе значэнне. Успомнім, што здольнасць жывых арганізмаў набываць новыя прыметы і ўласцівасці (а значыць, змяняць свой фенатып) называецца **зменлівасцю**. Прынята адрозніваць *няспадчынную (мадыфікацыйную)* і *спадчынную (генатыпічную)* зменлівасць.

Мадыфікацыйная зменлівасць — гэта змяненне фенатыпу пад дзеяннем умоў навакольнага асяроддзя, якое адбываецца без змянення генатыпу. Узнікшыя у гэтым выпадку змяненні прымет называюць *мадыфікацыямі*. Яны абумоўлены перш за ўсё тым, што фактары асяроддзя здольныя ўплываць на характар праяўлення генаў, г. зн. на сінтэз адпаведных бялкоў і (ці) на работу дадзеных бялкоў. Такім чынам, умовы навакольнага асяроддзя могуць у пэўнай ступені змяняць інтэнсіўнасць і ход працякання працэсаў абмену рэчываў у арганізме.

Разгледзім наступны прыклад. Дарослыя сіямскія кошкі маюць светла-бэжавую афарбоўку за выключэннем пярэдняй часткі галавы, вушэй, хваста і ног, дзе вырастае шэрсць цёмна-карычневага колеру. У той жа час кацяняты гэтай пароды з'яўляюцца на свет вельмі светлымі, амаль што белымі (мал. 88). Пацямненне шэрсці, абумоўленае сінтэзам меланіну ў адпаведных участках скуры, адбываецца ў іх пазней. За стварэнне меланіну адказвае фермент, актыўнасць якога ў сіямскіх кошах залежыць ад тэмпературы наступным чынам. Ва ўчастках скуры, якія маюць стандартную для цела кошкі тэмпературу (38—39 °C), актыўнасць ферменту вельмі нізкая. Таму тут выпрацоўваецца мінімальная колькасць меланіну, і шэрсць застаецца светлай. Часткі цела, якія выступаюць, — галава, хвост, кончыкі ног, адчуваюць на сабе большае ахаладжэнне. Дзеянне нізкай тэмпературы павялічвае актыўнасць ферменту, які сінтэзуе меланін, у выніку чаго шэрсць у гэтых месцах цямнее. Калі сіямскай кошцы згаліць светлую шэрсць на баку цела, то новая, якая адрастае на гэтым участку,



Мал. 88. Афарбоўка шэрсці ў дарослай сіямскай кошкі і нованароджаных кацянят

будзе больш цёмнай. Толькі праз некалькі месяцаў у выніку лінькі колер шэрсці вернецца да зыходнага. Становіцца зразумела, чаму сіямскія кацяняты нараджаюцца светлымі, раўнамерна афарбаванымі. Іх развіццё ў арганізме маці адбывалася пры высокай і пастаяннай тэмпературы.

Важнай асаблівасцю мадыфікацыйнай зменлівасці з'яўляецца тое, што пад дзеяннем умоў асяроддзя прыметы арганізмаў могуць змяняцца толькі ў *пэўных межах*. Так, у прыручанай перапёлкі маса як звычайна складае 10—12 г. Узмоцненае кармленне птушак прыводзіць да павышэння гэтага паказчыка. Аднак пры любым рацыёне маса перапёлчынага яйка не бывае менш за 6 г ці больш за 18 г. Сіямскія кошкі, якія жывуць нават у вельмі спякотным клімаце, ніколі не становяцца цалкам белымі. У той жа час у асобін, што жывуць у халодных умовах, шэрсць на выступаючых частках цела не будзе абсалютна чорнай.

Дыяпазон мадыфікацыйнай зменлівасці прыметы называюць яго **нормай рэакцыі**. Адны прыметы, напрыклад форма і памер кветак раслін, дыяметр эрытрацытаў ці тлустасць малака жывёл, валодаюць параўнальна вузкай нормай рэакцыі. Такім прыметам, як, напрыклад, даўжыня і колькасць лістоў, вышыня сцёблаў раслін, маса цела жывёл, уласцівая шырокая норма рэакцыі. Аднак значэнне прыметы пры мадыфікацыйнай зменлівасці не можа выходзіць за межы нормы рэакцыі, які б размах яна не мела. Гэта звязана з тым, што *норма рэакцыі вызначаецца генатыпам* арганізма.

Адной з важных уласцівасцей мадыфікацыйнай зменлівасці з'яўляецца яе *вызначанасць*: дзеянне таго ці іншага фактару асяроддзя выклікае пэўныя, у большасці выпадкаў прадказальныя змяненні прымет арганізма. Пры гэтым ступень выяўленасці мадыфікацый прапарцыянальная сіле і працягласці дзеяння фактару, які іх выклікаў. Напрыклад, ступень развіцця шкілетнай мускулатуры чалавека напрамую залежыць ад інтэнсіўнасці і частаты трэніровак, а колькасць меланіну ў скуры — ад часу, праведзенага пад прамымі сонечнымі прамянямі.

Мадыфікацыі носяць *масавы характар*. Гэта азначае, што пад дзеяннем змененых умоў асяроддзя ва ўсіх асобін, падобных генатыпічна, прыметы змяніўшыся ў адным напрамку. Так, восенню з паніжэннем тэмпературы ва ўсіх раслін дзьмухаўца пачынаюць фарміравацца лісты з глыбокімі выразамі, а ў зайцаў-беякоў паскараецца працэс лінькі, які прыводзіць да змянення летняй шэрсці шэрай афарбоўкі на зімовую белую.

Змяненні фенатыпу, якія ўзнікаюць пры мадыфікацыйнай зменлівасці, часта з'яўляюцца *абарачальнымі*. Напрыклад, ва ўмовах лішку корму ў жывёл павялічваецца маса цела, а пры недахопе — памянша-

ецца. Працяглае знаходжанне зўглены зялёнай (аднаклетачнай водарасці) у малаасветленых месцах прыводзіць да яе абясколервання. Хларафіл у хларапластах зўглены паступова разбураецца, і яна пераходзіць на гетэратрофнае жыццё. Пры вяртанні ва ўмовы нармальнага асвятлення зялёная афарбоўка зўглены вяртаецца, і ў клетцы аднаўляецца працэс фотасінтэзу.

Як правіла, мадыфікацыі маюць *прыстасавальны характар*, г. зн. спрыяюць адаптацыі арганізма да ўмоў асяроддзя, якія змяніліся. Так, перасяленне авечак з цёплых рэгіёнаў у больш халодныя прыводзіць да павышэння густаты іх шэрсці. У чалавека, які жыў на раўніне, пераезд у высакагорную мясцовасць, дзе паветра больш разрэджанае, выклікае павелічэнне колькасці эрытрацытаў у крыві.

Паколькі пры мадыфікацыйнай зменлівасці змяняецца толькі фенатып арганізма, але не генатып, мадыфікацыі *не перадаюцца па спадчыне*. Наследуецца толькі норма рэакцыі прымет, паколькі яна кантралюецца генатыпам.

Значэнне мадыфікацыйнай зменлівасці заключаецца ў тым, што яна дазваляе жывым арганізмам у ходзе антагенезу прыстасоўвацца да розных знешніх фактараў, не змяняючы пры гэтым генатып. Спрыяючы адаптацыі асобін, мадыфікацыйная зменлівасць абумоўлівае іх выжыванне ва ўмовах навакольнага асяроддзя, якія змяняюцца.

Статыстычныя заканамернасці мадыфікацыйнай зменлівасці. Адрозніваюць якасныя і колькасныя прыметы. Да *якасных* прымет належаць, напрыклад, афарбоўка кветак і форма пладоў раслін, масць жывёл, колер вачэй чалавека і г. д. Такія прыметы, як памер лістоў і вышыня сцёблаў раслін, яйцаноскасць курэй, малочнасць кароў, маса цела чалавека, з'яўляюцца *колькаснымі*. Для выяўлення заканамернасцей зменлівасці колькасных прымет выкарыстоўваюць розныя статыстычныя метады, у прыватнасці — пабудову варыяцыйнага рада і варыяцыйнай крывой. Разгледзім іх на прыкладзе аналізу пладавітасці свіней буйной белай пароды.

Падлічым колькасць парасят у прыплодзе ў 100 адвольна выбраных свінаматак і размесцім атрыманыя значэнні пладавітасці ў парадку іх узростання. Атрымаецца **варыяцыйны рад** зменлівасці прыметы:

Колькасць парасят у прыплодзе, v	8	9	10	11	12	13	14
Лік свінаматак, p	5	12	23	28	20	9	3



Мал. 89. Варыяцыйная кривая, якая адлюстроўвае пладавітасць свіней буйной белай пароды

гэта ў такіх галінах дзейнасці чалавека, як раслінаводства і жывёлагадоўля. Стварэнне аптымальных умоў для рэалізацыі генатыпу дае магчымасць дасягаць высокай прадукцыйнасці сартоў і парод, максімальна выкарыстоўваць іх патэнцыял.



Фенатып арганізма залежыць не толькі ад генатыпа, але і ад умоў навакольнага асяроддзя. Адрозніваюць спадчынную і няспадчынную зменлівасць. Да няспадчыннай належыць мадыфікацыйная зменлівасць. Яна ўяўляе сабой змяненне фенатыпу арганізма пад дзеяннем фактараў асяроддзя, якое адбываецца без змянення генатыпу ў межах нормы рэакцыі. Мадыфікацыі характарызуюцца вызначанасцю (прадказальнасцю), маюць масавы характар, у большасці выпадкаў з'яўляюцца абарачальнымі і спрыяюць адаптацыі асобін да зменлівых умоў асяроддзя. Для выяўлення заканамернасцей мадыфікацыйнай зменлівасці выкарыстоўваюць статыстычныя метады, напрыклад пабудову варыяцыйнага рада і варыяцыйнай крывой.



1. Якія формы зменлівасці вылучаюць? Што ўяўляе сабой мадыфікацыйная зменлівасць?
2. Дакажыце на прыкладах, што фарміраванне прымет арганізмаў залежыць не толькі ад іх генатыпу, але і ад умоў навакольнага асяроддзя.
3. Што такое норма рэакцыі? Ад чаго залежыць норма рэакцыі той ці іншай прыметы ў пэўнай асобіны? Прывядзіце прыклады прымет, якія маюць шырокую і вузкую норму рэакцыі.

4. Ахарактарызуйце асноўныя ўласцівасці мадыфікацый, прывядзіце прыклады.

5. Якія статыстычныя метады ўжываюцца для аналізу зменлівасці колькасных прымет? Якое практычнае значэнне мае веданне заканамернасцей мадыфікацыйнай зменлівасці прымет жывых арганізмаў?

6*. Калі прымулу, якая ў звычайных умовах мае чырвоныя кветкі, перанесці ў аранжарэю з тэмпературай 30—35 °C і павышанай вільготнасцю, новыя кветкі на гэтай расліне будуць ужо белымі. Калі гэту расліну вярнуць ва ўмовы адносна нізкай тэмпературы (15—20 °C), яна зноў пачынае цвісці чырвонымі кветкамі. Чым гэта можна патлумачыць?

7*. Як вы думаеце, чаму на птушкафабрыках светлавы дзень у курэй-нясушак штучна падаўжаюць да 20 гадзін, а ў пеўнічкаў-бройлераў — скарачаюць да 6 гадзін у суткі?



Вывучэнне мадыфікацыйнай зменлівасці
хатніх раслін



§ 37. Генатыпічная зменлівасць

Вылучаюць два віды генатыпічнай (спадчыннай) зменлівасці: камбінацыійную і мутацыйную.

Камбінацыійная зменлівасць. З курса біялогіі 10-га класа вам вядома, што для палавога размнажэння характэрна з'яўленне ў бацькоўскіх асобін разнастайнага патомства. Арганізмы новага пакалення адрозніваюцца як ад бацькоўскіх форм, так і адзін ад аднаго. Галоўная прычына гэтых адрозненняў заключаецца ў тым, што пры палавым размнажэнні кожны нашчадак наследуе ўнікальнае спалучэнне генаў сваіх бацькоў. Зменлівасць, абумоўленую ўзнікненнем у патомства новых спалучэнняў (камбінацый) бацькоўскіх генаў, называюць **камбінацыійнай**. Структура саміх генаў пры гэтым не змяняецца.

Крыніцамі камбінацыійнай зменлівасці з'яўляюцца наступныя працэсы.

- Кросінговер, які адбываецца ў прафазе I меёзу.
- Незалежнае разыходжанне гамалагічных храмасом у анафазе I меёзу і сясцрынскіх храматыд (даччыных храмасом) у анафазе II.
- Выпадковае зліццё гамет пры апладненні.

Першыя два працэсы забяспечваюць фарміраванне гамет з рознымі камбінацыямі генаў. Выпадковае зліццё палавых клетак прыводзіць да ўтварэння зігот з рознымі спалучэннямі генаў абодвух бацькоў. У выніку ў патомства з'яўляюцца новыя камбінацыі бацькоўскіх прымет, а таксама новыя прыметы, якіх не было ў бацькоў.

Прыкладамі камбінацыійнай зменлівасці могуць служыць нараджэнне дзяцей з кроўю I ці IV групы ў гетэразіготных бацькоў, якія маюць