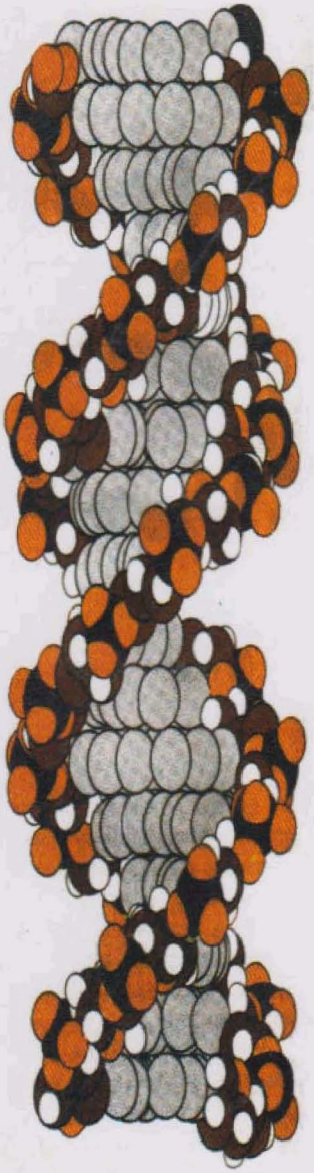


Լ.Մ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ, Մ.Մ. ՄԻՐԳԻՅԱՆՑ,
Դ.Ս. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ,Մ.Վ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ,
Գ.Ա. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

«ԳԵՆԵՏԻԿԱ»
ԱՌԱՐԿԱՅԻՑ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ
ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔՆԵՐ ԱՆՑԿԱՑՆԵԼՈՒ
ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

ԵՐԵՎԱՆ 2008

Լ.Մ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ, Մ.Մ. ՄԻՐԳԻՅԱՆՑ, Դ.Ս. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ,
Մ.Վ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Գ.Ա. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

«ԳԵՆԵՏԻԿԱ» ԱՌԱՐԿԱՅԻՑ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔՆԵՐ ԱՆՑԿԱՑՆԵԼՈՒ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

ԵՐԵՎԱՆ
ՀՊԱՀ
2008

ՀՏԴ 636. 082. 12 (07)
ԳՄԴ 28.64 g 7
ՈՒ 900

Աշխատանքը հավանության է արժանացել անասնաբուժական-բժշկագիտության և անասնաբուծության ֆակուլտետի մեթոդական խորհրդի կողմից (13.10. 2007 թ., արձանագրություն 2):

Գրախոսներ՝ կ.գ.դ., պրոֆեսոր Կ.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ (ԵՊՀ)
կ.գ.թ. Ս.Ա. ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ (ԵՊՀ)
ա.գ.դ., պրոֆեսոր Ա.Վ. ՄԱՆԱՍՅԱՆ (ՀՊԱՀ)
կ.գ.դ., պրոֆեսոր Թ.Ֆ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ (ՄԳԿ)

Խմբագիր Մ.Ժ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՈՒ 900 ՈՒսումնական ձեռնարկ «Գենետիկա» առարկայից գործնական պարապմունքներ անցկացնելու վերաբերյալ / Լ.Մ. Մելքոնյան, Մ.Մ. Միրզիյանց, Դ.Ս. Բալասանյան և ուրիշներ. - Եր.: ՀՊԱՀ, 2008 թ. 108 էջ:

ՈՒսումնական ձեռնարկը նախատեսված է «Անասնաբուծություն», «Անասնաբուժություն» և ագրոնոմիական մասնագիտությունների ուսանողների համար:

Ներկայացված են ժառանգականության օրինաչափությունները, ժառանգականության քրոմոսոմային տեսությունը, բուսաբուծական և կենդանական բջիջներում տեղի ունեցող միտոզի փուլերի առանձնահատկությունները, գյուղատնտեսական կենդանիների ու թռչունների արյան խմբերի որոշման եղանակները, սպիտակուցների բազմաձևության և կարիոտիպի ուսումնասիրման մեթոդները, հիմնադրող արտադրողների ու սերունդների գենետիկական նմանության գնահատումը և այլն:

Ձեռք բերած տեսական գիտելիքներն ամրապնդելու նպատակով յուրաքանչյուր պարապմունքի վերաբերյալ տրված են խնդիրներ և առաջադրանքներ:

ԳՄԴ 28.64 g 7

ISBN 978-9939-54-057-3

© Լ.Մ. Մելքոնյան և ուրիշներ, 2008 թ.
© Հայաստանի պետական ագրարային համալսարան, 2008 թ.

ԺԱՌԱՆԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԲՋՋԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

Գենետիկական և բջջաբանական մեթոդների կիրառությամբ ժառանգականություն ուսումնասիրող գիտությունը կոչվում է բջջաբանական գենետիկա: Հետազոտությունները կատարվում են մանրադիտակային եղանակով, որոնց ընթացքում օգտագործվում են ինչպես հասարակ լուսային, այնպես ել լյումինիսցենտային, ուլտրամանուշակագույն և այլ մանրադիտակներ: Էլեկտրոնային մանրադիտակը թույլ է տալիս ուսումնասիրություններ կատարել խոշոր մոլեկուլների մակարդակով (8-10 A մեծության, որտեղ A-ն հավասար է $1/10^7$-ի):

Բջիջը կազմող կառուցվածքային տարրերը կատարում են կենսական ու ժառանգական ֆունկցիաներ և ապահովում են հատկանիշների ու հատկությունների փոխանցումը: Այս խնդրում կարևորագույն դեր են կատարում նաև ժառանգական ինֆորմացիա կրող քրոմոսոմները:

Ժառանգական նյութի կառուցվածքի և ֆունկցիայի ուսուցումը նպատակահարմար է սկսել բջիջների բաժանման տարբեր եղանակների ուսումնասիրությամբ: Տարբերակվում է կորիզավոր բջիջների բաժանման երկու եղանակ, այն է՝ *միտոզ*, որը բնորոշ է միաբջիջ օրգանիզմներին և բազմաբջիջ օրգանիզմների մարմնական (սոմատիկ) բջիջներին, և *մեյոզ*, որը բնորոշ է բազմաբջիջ օրգանիզմների սեռական գեղձերի բջիջներին:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 1.

ՄԻՏՈԶ

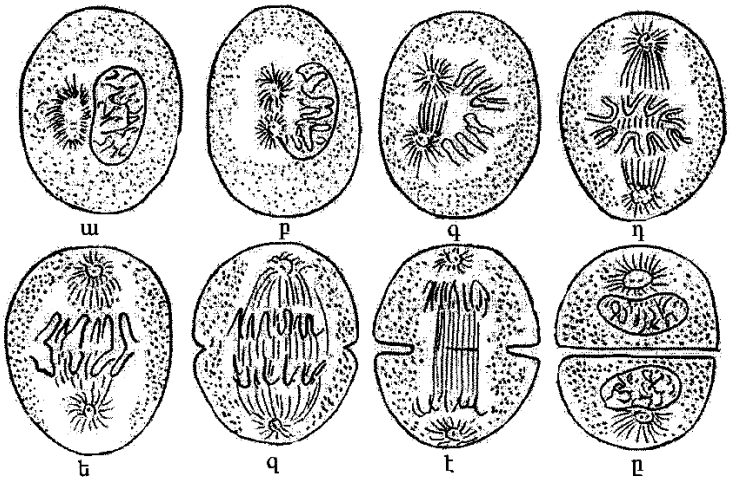
Ընդհանուր դրույթներ: Միտոզն անուղղակի բաժանում է (նկ. 1), որը բաղկացած է երկու փուլերից՝ *կարիոկինեզից* (կորիզի բաժանումից) և *ցիտոկինեզից* (ցիտոպլազմայի բաժանումից): Բջջի կյանքի տևողությունը կազմված է հանգստի փուլից՝ *ինտերֆազից*, որը տևում է առաջին բաժանման ավարտից մինչև երկրորդ բաժանման սկիզբը, և բուն բաժանումից: Միտոտիկ բաժանումն անընդհատ պրոցես է, սակայն հետազոտության կարգավորման նպատակով բաժանվում է հինգ փուլերի, այն է՝ պրոֆազ, պրոմետաֆազ, մետաֆազ, անաֆազ, տելոֆազ, որոնք հերթականությամբ հաջորդում են մեկը մյուսին:

Բջջի հանգստի փուլը բաժանվում է երեք ենթափուլերի: Առաջին՝ *G_1 նախասինթետիկ* ենթափուլը ներառում է ամինաթթուների, նուկլեոտիդների, ֆերմենտների սինթեզը և կուտակումը: Երկրորդ՝ *S սինթետիկ* ենթափուլում կատարվում է նուկլեինաթթուների՝ ԴՆԹ-ի և ՌՆԹ-ի կենսասինթեզը, սինթեզվում են նաև սպիտակուցները: Երրորդ՝ *G_2 հետսինթետիկ* ենթափուլում շարունակվում է ՌՆԹ-ի սինթեզը, սինթեզվում են ԱՄՖ, ԱԿՖ և ԱԵՖ-ները, որոնք ապահովում են բջջի էներգետիկ պահանջները: Հանգստի փուլում յուրաքանչյուր ԴՆԹ կրկնապատկվում է. պատճենները քրոմոսոմային կենտրոնով կապված են մնում մինչև *անաֆազի* փուլը, որի ընթացքում կիսվում են նաև քրոմոսոմային կենտրոնները՝ *ցենտրոմերները*:

Միտոզի առաջին փուլը կոչվում է ***պրոֆազ:*** Այս փուլում բջջի կորիզը խոշոր է, երկու քրոմատիդներից կազմված քրոմոսոմները ոլորվում են (յուրաքանչյուր թելիկ ոլորվում է առանձին), հաստանում, հետզհետե դառնում տեսանելի և շարժվում դեպի կորիզի թաղանթը: Ցենտրոմերները վատ են ներկվում, լինում են ավելի բաց գունավորված, քան քրոմոսոմի այլ մասերը: Բջջաթաղանթը քայքայվում է: Բջջային կենտրոնը՝ *ցենտրիոլը,* կիսվում է և պատճենները տարամիտվում են դեպի բջջի բևեռները: Արդյունքում դրանց միջև ձևավորվում են աքրոմատինային իլիկներ:

Պրոմետաֆազի փուլում կորիզաթաղանթը վերջնականապես քայքայվում է, կորիզակները լուծվում են, քրոմոսոմներն անցնում են ցիտոպլազմա և շարժվում դեպի բջջի հասարակածը:

Մետաֆազի փուլում քրոմոսոմները, դասավորվելով բջջի հասարակածում, առաջացնում են մետաֆազային թիթեղիկը: Աքրոմատինային իլիկները յուրաքանչյուր քրոմոսոմի կենտրոնը կապում են երկու բևեռների հետ, դրանց մի մասն էլ, ձգվելով բևեռից բևեռ, միմյանց է կապում բջջի բևեռները: Այս փուլում հստակորեն որոշվում են քրոմոսոմների չափերը, կառուցվացքը, թվաքանակը:



Նկ. 1. Միտոզի փուլերի սխեման.

ա, բ - պրոֆազ, գ, դ - մետաֆազ, ե, զ - անաֆազ, է, ը - տելոֆազ:

Անաֆազի փուլում ցենտրոմերները կիսվում են երկարությամբ, և դրանց կազմի քրոմատիդներն առաջացնում են երկու դուստր քրոմոսոմներ, որոնք շարժվում են դեպի բջջի բևեռները: Աքրոմատինային իլիկները կրճատվում են և ձգում քրոմոսոմները դեպի բևեռներ: Այս ընթացքում քրոմոսոմներն ունենում են Y-աձև տեսք:

Տելոֆազի փուլում քրոմոսոմները հասնում են բևեռներին. դրանցում սկսվում է դուստր բջիջների կորիզների ձևավորումը: Արդյունքում առաջանում են կորիզակները և կորիզաթաղանթը: Քրոմոսոմներն ապաոլորվում են, վերածվում բարակ թելիկների, դադարում ներկվել: Տելոֆազի վերջում տեղի է ունենում ցիտոպլազմայի բաժանում՝ *ցիտոկինեզ:*

Միտոզը լյարդի բջիջներում

Ներկայացված մեթոդը լայնորեն օգտագործվում է բոլոր բջջաբանական հետազոտություններում (Լարցևա Ս.Խ., 1985 թ.):

Պարապմունքի նպատակը: Կենդանու լյարդի բջիջներից պատրաստել պատրաստուկ, լյարդի բջիջներում ուսումնասիրել միտոտիկ բաժանման փուլերը, աշխատանքային տետրերում կատարել համապատասխան գրանցումներ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Լյարդի նմուշ, մանրադիտակ, նկարչական պիտույքներ, առարկայական ապակիներ և ծածկապակիներ, ֆիլտրաթուղթ, ժամացույց, Կառնուայի լուծույթ (պատրաստվում է օգտագործումից 1-2 ժամ առաջ, հետևյալ բաղադրամասով՝ 6 մաս 96 %-անոց սպիրտ + 3 մաս քլորոֆորմ + 1 մաս սառցաքացախաթթու), երկու սրվակ 70 %-անոց սպիրտի լուծույթ, մեկական սրվակ 96 %-անոց էթիլ սպիրտ, բուտիլ սպիրտ, քսիլոլ, թորած ջուր, կանադական բալզամ և ներկանյութ (մեթիլային կանաչ և պիրոն):

Ներկանյութը պատրաստվում է հետևյալ եղանակով՝ 0,15 գ մեթիլային կանաչը և 0,25 գ պիրոնը լուծել 2,5 մլ 90 %-անոց սպիրտում, ավելացնել 20 մլ գլիցերին և 0,5 %-անոց կարբոնաթթվի լուծույթով հասցնել ծավալը 100 մլ-ի:

Ներկանյութի բացակայության դեպքում օգտագործվում է 5-6 մաս թորած ջրում լուծված կապույտ թանաքի 4-5 կաթիլ:

Աշխատանքի ընթացքը: Հորթի կամ այլ կենդանու լյարդի նմուշը ֆիլտրաթղթով մաքրել արյան հետքերից, մաքրած նմուշով պատրաստել քսուք առարկայական ապակիների (4-5 հատ) վրա: Ստացված պատրաստուկը մշակել հետևյալ սխեմայով. 10 րոպե տևողությամբ տեղադրել Կառնուայի լուծույթում, այնուհետև նախ՝ 5 րոպե լվանալ 70 %-անոց սպիրտի լուծույթով, ապա՝ 5-10 րոպե՝ թորած ջրով, 20-25 րոպե ներկել պատրաստի նյութով, որից հետո 5 վայրկյան լվանալ թորած ջրով և չորացնել (առանց տրորելու) ֆիլտրաթղթով: Ստացված պատրաստուկը ներկելու համար հերթականությամբ մշակել 96 %-անոց էթիլ սպիրտով, բուտիլ սպիրտով, քսիլոլով (յուրաքանչյուր անգամ 5-10 րոպե): Պատրաստի պատրաստուկի վրա կաթեցնել մեկ կաթիլ կանադական բալզամ և ծածկել ծածկապակիով: Օգտագործված ներկանյութը քրոմատինը ներկում է կանաչ գույնով, իսկ կորիզակները և ցիտոպլազման՝ տարբեր երանգների կարմիրով:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 2.

ՄԻՏՈԶԸ ԲՈՒՄԱԿԱՆ ԲՋԻՋՆԵՐՈՒՄ

Պարապմունքի նպատակը: Ուսումնասիրել միտոզի փուլերը, նկարել դրանց հիմնական պատկերները, նկարագրել ընթացքը, հաշվարկել քրոմոսոմների քանակը բոլոր տեսադաշտերում:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Կոլխիցինի 0,2 %-անոց լուծույթ, ազոտային թթվի թիվ 1 լուծույթ, սպիրտ, սառցաքացախաթթու, Ֆելոգենի լուծույթ, 45 %-անոց քացախաթթու, քսիլոլ, բուտիլ սպիրտ, սիբիրյան մայրու բալզամ, մանրադիտակ, առարկայական ապակիներ, ծածկապակիներ, փորձանոթներ, փոքր թասեր, բույսի աճող արմատ:

Աշխատանքի ընթացքը: Միտոզի փուլերի ուսումնասիրությունը բուսական բջիջներում նույնպես կատարվում է ժամանակավոր կամ մշտական պատրաստուկների վրա, որոնց պատրաստման սկզբնական փուլերն իրականացվում են նույն եղանակով:

Արմատի ծայրից կտրվում է մոտ 1 սմ երկարությամբ հատված, որը նախ՝ 2-2,5 ժամ պահվում է կոլխիցինի 0,2 %-անոց լուծույթում, ապա՝ տեղափոխվում ֆիքսաժի մեջ: Վերջինս պարունակում է 3/1 հարաբերությամբ էթիլի սպիրտ և սառցաքացախաթթու: Այս միջավայրում արմատը պահվում է մոտավորապես 24 ժամ: Այնուհետև 15-20 րոպե մշակվում է 1 ն ազոտային թթվի լուծույթով (մացերացիա), տեղափոխվում Ֆելոգենի ներկանյութի մեջ և 20-30 րոպե հետո լվացվում 45 %-անոց քացախաթթվով:

Ժամանակավոր պատրաստուկի ստացման համար արմատի մոտ 1 մմ հատվածը տեղափոխվում է առարկայական ապակու վրա և սեղմվում ծածկապակիով:

Մշտական պատրաստուկ ստանալու համար արմատը լվացումից հետո 10 րոպե մշակվում է նախ՝ բուտիլ սպիրտով, ապա՝ քսիլոլով, որից հետո առարկայական ապակու վրա կաթեցվում է 1 կաթիլ սիբիրյան մայրու բալզամ և մեջը դրվում արմատի 1 մմ-անոց հատվածը: Ստացված պատրաստուկը ծածկվում է ծածկապակիով, թեթևակի սեղմվում և թողնվում, որ ամրանա (ուսումնասիրելու համար):

Պատրաստի պատրաստուկն ուսումնասիրվում է մանրադիտակով:

ԳԼՈՒԽ 3.

ՄԵՅՈԶ: ԳԱՄԵՏՈԳԵՆԵԶ: ՁՎԱՐԱՆԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒԿԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄ

Ընդհանուր դրույթներ: Մեյոզը բարդ բաժանման ձև է, որը բնորոշ է սեռական գեղձերի հասուն բջիջներին: Մեյոզի ընթացքում կատարվում է սեռական բջիջների՝ գամետների հասունացում: Բաժանման այս ձևը կազմված է երկու հաջորդական մեյոտիկ բաժանումներից, որոնք համարակալվում են որպես *առաջին մեյոտիկ* բաժանում և *երկրորդ մեյոտիկ* բաժանում: Առաջին բաժանումը կոչվում է ռեդուկցիոն՝ կիսող, իսկ երկրորդ բաժանումը՝ էկվացիոն՝ հավասարաչափ: Մեյոզը տեղի է ունենում բեղմնավորումից առաջ, հետո կամ դրա ընթացքում:

Մեյոզի առաջին՝ ռեդուկցիոն բաժանման փուլերը նշվում են 1 թվով: Այսպես՝ մեյոզի առաջին բաժանման առաջին փուլը պրոֆազ-1 փուլն է, որն ընթացող բարդ պրոցեսների պարզաբանման և նկարագրության համար բաժանվում է հինգ ենթափուլերի՝ *լեպտոնեմա, զիգոնեմա, պախինեմա, դիպլոնեմա և դիակինեզ:*

Լեպտոնեմայի փուլում (լատ. լեպտո՝ բարակ, նեմա՝ թել) քրոմոսոմները երևում են բարակ, մեկը մյուսի նկատմամբ զուգահեռ դասավորված թելերի ձևով: Էլեկտրոնային մանրադիտակով կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում բացահայտվել է դրանց երկթելանի կառուցվացքը: Յուրաքանչյուր քրոմոսոմ կազմված է ցենտրոմերով կապված երկու քրոմատիդներից:

Զիգոնեմայի փուլում (լատ. զիգո՝ զույգ) հոմոլոգ կամ զույգ քրոմոսոմները միանում են միմյանց թելիկների ամբողջ երկարությամբ, այսինքն՝ զուգակցվում (կոնյուգացվում) են: Այս երևույթը կոչվում է *սինապսիս:*

Պախինեմայի փուլում (լատ. պախի՝ հաստ) կատարվում է քրոմոսոմների ոլորում. դրանք հաստանում են և կարճանում: Զույգերի ձևով միավորված հոմոլոգ քրոմոսոմները կազմում են երկվալենտներ (երկու մարմիններ) կամ քառյակներ (տետրադներ):

Դիպլոնեմայի փուլում (լատ. դիպլո՝ կրկնակի) նկատվում է քրոմատիդների միջև առաջացած կրոսինգովեր, այսինքն՝ խիազմների կետերում քրոմատիդների միջև կատարվում է մասերի փոխանակում: Զուգակցված քրոմոսոմների յուրաքանչյուր զույգում բացահայտվում է մի

քանի կրոսինգովեր, արդյունքում կատարվում է քրոմատիդների հատվածներում գտնվող գեների փոխանցում մեկ քրոմատիդից մյուսին: Նոր ձևավորված քրոմատիդները կոչվում են վերամիավորված (ռեկոմբինանտ) քրոմոսոմներ: Այս փուլի վերջում քրոմոսոմների միջև առաջանում է հեռացնող, հրող ուժ, որի ազդեցությամբ սկսվում է քրոմոսոմների հեռացումը ցենտրոմերից:

Դիակինեզի փուլում շարունակվում է քրոմոսոմների ոլորման և կարճեցման պրոցեսը: Զուգահեռաբար դրանք շարժվում են դեպի կորիզաթաղանթը, որը սկսում է քայքայվել, ինչի արդյունքում լուծվում են կորիզակները: Բջջի ցիտոպլազմայում կենտրոնական մարմինը բաժանվում է երկու մասի, որոնք տարամիտվում են դեպի բջջի երկու բևեռները՝ զուգահեռաբար սինթեզելով աքրոմատինային իլիկները:

Մետաֆազ-1 փուլում երկվալենտները բջջի հասարակածում դասավորվում են սկավառակի ձևով, բևեռներից ձգվող իլիկները երկվալենտ կազմող զույգ քրոմոսոմների կենտրոններին ամրանում են այնպես, որ յուրաքանչյուր քրոմոսոմ կապվում է միայն մեկ բևեռի հետ:

Այսպիսով, հապլոիդ հավաքակազմի զույգ քրոմոսոմներից միայն մեկն է կապվում բևեռներին, իսկ երկվալենտներում քրոմոսոմները կապվում են միմյանց միայն խիազմների կետերում:

Անաֆազ-1 փուլում քրոմատիդների կապվածության կետերում տեղի է ունենում անջատում և դեպի բևեռներ են շարժվում ոչ թե քրոմոսոմ կազմող քրոմատիդները (ինչպես միտոզի դեպքում), այլ միմյանցից անջատված հոմոլոգ քրոմոսոմները: Բևեռներում հավաքվում է *հապլոիդ* կամ կես հավաքակազմ՝ 1 n: Սկսվում է կորիզների ձևավորումը:

Տելոֆազ-1 փուլում ձևավորվում են կորիզը, կորիզակները, բջջաթաղանթը, կատարվում է բջջի ցիտոպլազմայի բաժանում: Առաջացած դուստր բջիջների քրոմոսոմները կրոսինգովերի արդյունքում որակապես տարբերվում են մայրական բջջի քրոմոսոմներից:

Կարճատև հանգստի փուլից հետո սկսվում է մեյոզի երկրորդ՝ *էկվացիոն* բաժանումը:

Պրոֆազ-2 փուլում լուծվում են կորիզակները, կորիզաթաղանթը, սինթեզվում են աքրոմատինային իլիկները:

Մետաֆազ-2 փուլում հապլոիդ հավաքակազմով քրոմոսոմները դասավորվում են հասարակածում, դրանց կենտրոններն աքրոմատինային իլիկներով կապվում են երկու բևեռների հետ: Առաջանում է մետաֆազային թիթեղիկը:

Անաֆազ-2 փուլում կիսվում են քրոմոսոմային կենտրոնները, և որակապես նոր ալելային կազմ պարունակող քրոմատիդները, վերածվելով դուստր քրոմոսոմների, շարժվում են դեպի բջջի բևեռները:

Տելոֆազ-2 փուլում բևեռներում ձևավորվում են դուստր բջիջները:

Էկվացիոն բաժանումն առաջին բաժանումից ստացված երկու բջիջներում կատարվում է զուգահեռաբար, այնպես, որ մեկ բջջից մեյոզի արդյունքում ստացվում են չորս դուստր բջիջներ: Այդ բջիջներում ձևավորվում է քրոմոսոմների հապլոիդ, այն է՝ 1n հավաքակազմ: Դուստրը բջիջների քրոմոսոմները հիմնականում տարբերվում են մայրական քրոմոսոմներից:

Այսպիսով, մեյոզը բնութագրվում է կենսաբանական մեծ նշանակություն ունեցող հետևյալ առանձնահատկություններով՝

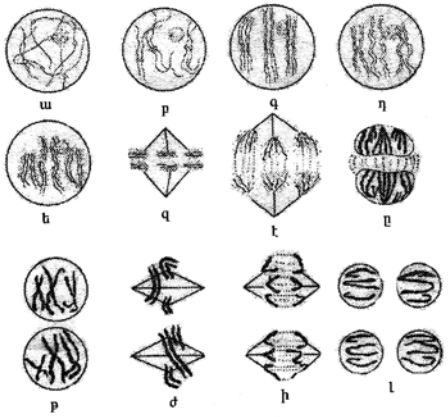
1. Մեյոտիկ բաժանման ժամանակ (նկ. 2) սեռական գեղձերի մեկ բջջից առաջանում են չորս դուստր բջիջներ՝ քրոմոսոմների 1n հապլոիդ հավաքակազմով:

2. Դուստր բջիջների քրոմոսոմները կազմվում են հոմոլոգ քրոմոսոմների տարբեր հատվածներից, այսինքն՝ ալելային կազմով տարբերվում են սկզբնական (ինչպես մայրական, այնպես էլ հայրական) քրոմոսոմներից:

3. Առաջին ռեդուկցիոն բաժանման վերջում բջջի բևեռներում հավաքվում է մայրական և հայրական քրոմոսոմներից պատահական կերպով խմբավորված հավաքակազմ, ինչը չի կրկնվում հնարավոր խմբավորումների բազմաքանակության պատճառով:

Այսպիսով, սեռական գեղձերի յուրաքանչյուր բջջի բաժանում հանգեցնում է ժառանգական նյութի պարունակությամբ լիովին տարբերվող գամետների առաջացման:

Նշված բոլոր առանձնահատկություններն ապահովում են սեռական եղանակով բազմացող տեսակների բազմազանության բարձրագույն աստիճան, ինչն իր հերթին նպաստում է դրանց կենսունակության և հարմարվողականության բարձր մակարդակի ապահովմանը:



Նկ. 2. Մեյոզի փուլերի սխեման.

ա-լեպտոնեմա, բ-զիգոնեմա, գ-պախինեմա, դ-դիպլոնեմա, ե-դիակինեզ, զ-մետաֆազ, է-անաֆազ, ը-տելոֆոզ, թ-2-րդ բաժանման պրոֆազ, ժ-2-րդ բաժանման մետաֆազ, ի- 2-րդ բաժանման անաֆազ, լ- 2-րդ բաժանման տելոֆազ:

Պարապմունքի նպատակը: Ընտանի էգ կենդանիների ձվարանների պատրաստի պատրաստուկների վրա ուսումնասիրել ֆոլիկուլների բաժանման և ձվաբջիջների ձևավորման փուլերը:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Կովերի ձվարաններում ֆոլիկուլների զարգացման պատրաստի պատրաստուկներ, մանրադիտակ:

Աշխատանքի ընթացքը: Պատրաստի պատրաստուկների վրա մանրադիտակի փոքր խոշորացմամբ գտնել բաժանման փուլում գտնըվող ֆոլիկուլները, բաժանման փուլի մանրամասնություններն ուսումնասիրել մեծ խոշորացմամբ, որոշել բաժանման փուլը, կատարել գրառումներ, նկարել ուսումնասիրված տեսադաշտը: ՈՒսումնասիրությունը կրկնել բաժանման այլ փուլերում գտնվող տեսադաշտերում (երկվալենտների կառուցվացքի ուսումնասիրությունը կատարել պրոֆազ-1 փուլի վերջում): Այնուհետև ընտանի արու կենդանիների սերմնարանների պատրաստի պատրաստուկների վրա ուսումնասիրել սերմի ձևավորման փուլերը:

ՈՒսումնասիրությունները կատարել նախորդ բաժնում ներկայացված եղանակով: Ըստ բաժանման տարբեր փուլերի՝ հետազոտել մի քանի տեսադաշտ:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 4.

ՔՐՈՄՈՍՈՄՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ: ԿԱՐԻՈՏԻՊ

Ընդհանուր դրույթներ: Յուրաքանչյուր տեսակի մարմնական բջջիջ կրում է տեսակին բնորոշ քրոմոսոմային հավաքակազմ (աղյուսակ 1), որում ամեն մի տեսակի քրոմոսոմ առկա է երկուական պատճենով, այսինքն՝ երկպլոիդ է և պարունակում է 2n քրոմոսոմներ: Այս հավաքակազմը կոչվում է կարիոտիպ և հանդես է գալիս որպես տեսակի գենետիկական չափանիշ: Կարիոտիպ կազմող քրոմոսոմները բնութագրվում են իրենց չափերով, կառուցվածքով (այս հատկանիշներն անփոփոխ են տեսակի բոլոր ներկայացուցիչների համար):

Աղյուսակ 1

Մարդու, որոշ կենդանիների և բույսերի քրոմոսոմների երկպլոիդ հավաքակազմերը

Անվանացանկ	2n	Անվանացանկ	2n
Մարդ	46	հավ	78
Մարդանման կապիկ	48	ընտանի բադ	80
Խոշոր եղջերավոր կենդանի (տավար)	60	աղվես	38-40
Ոչխար	54	ջրաքիս	42
Արխար	56	կատու	38
Ընտանի ձի	64	շուն	78
Ավանակ	62	պտղաճանճ	8
Ջորի	63	եգիպտացորեն	20
Աֆրիկյան զեբր	44	ոլոռ	14
Եվրոպական վայրի վարազ	36	լոբի	22
ՈՒղտ	74	արևածաղիկ	34
Հյուսիսային եղջերու	70	փափուկ ցորեն	42
Խոզ	38	կոշտ ցորեն	28

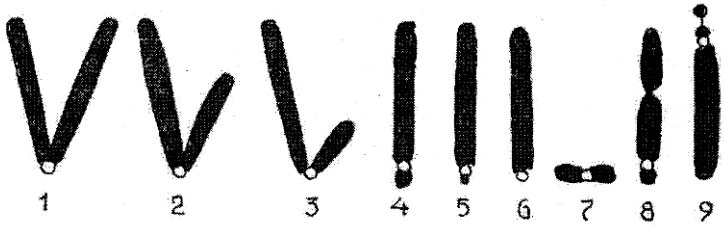
Սեռական բջիջներում գտնվում է յուրաքանչյուր քրոմոսոմի միայն մեկ պատճեն՝ 1n հապլոիդ հավաքակազմ, որում առկա են տեսակին բնորոշ բոլոր գեները, այսինքն՝ ակտիվ է տեսակի *գենոտիպը:*

Գեն կոչվում է ԴՆԹ-ի այն հատվածը, որը պարունակում է որոշակի ընդհատուն (դիսկրետ) ժառանգական ինֆորմացիա: Յուրաքանչ-

յուր քրոմոսոմ պարունակում է բազմահազար գեներ:

Քրոմոսոմների կարևորագույն հատկությունը ինքնակրկնապատկվելու ունակությունն է, ինչը պայմանավորվում է դրանց կարևորագույն բաղկացուցիչ նյութի՝ ԴՆԹ-ի կառուցվածքային առանձնահատկությամբ:

Ինչպես երևում է ներկայացված աղյուսակից, տեսակների կարիոտիպերը տարբեր են քանակական առումով: Տարբեր են նաև յուրաքանչյուր առանձին քրոմոսոմի չափերը և կառուցվացքը: Համեմատական չափումը կարելի է կատարել ըստ լուսանկարների մասշտաբների: Դասակարգման համար կիրառվում է քրոմոսոմային կենտրոնի դիրքի որոշումը քրոմոսոմի մարմնում: Եթե քրոմոսոմային կենտրոնը գտնվում է մարմնի միջին կետում և բաժանում է այն երկու հավասար մասերի, քրոմոսոմներն անվանվում են *մետացենտրիկ* (մետացենտրիկ են նաև թեթևակի շեղված կենտրոնով քրոմոսոմները): Ճշգրիտ գնահատման համար օգտագործվում է այսպես կոչված *բազկային չափանիշը*, որը որոշվում է երկար և կարճ ուսերի երկարությունների հարաբերությամբ (նկ. 3): Մետացենտրիկ քրոմոսոմների համար այս ցուցանիշը տատանվում է 1-1,9 սահմանում: 2-ից մինչև 4,9 բազկային չափանիշ ունեցող քրոմոսոմները կոչվում են *սուբմետացենտրիկ*, իսկ 5-ից բարձր չափանիշ ունեցողները՝ *ակրոցենտրիկ*: Մեկ ուսից կազմված քրոմոսոմները, որոնց կենտրոնը գտնվում է քրոմոսոմի ծայրում, կոչվում են *տելոցենտրիկ:* Անհրաժեշտ է նշել, որ որոշ քրոմոսոմների վրա լինում է *երկրորդային սեղմվածք* (ի տարբերություն քրոմոսոմային կենտրոնի), որը մասամբ անջատում է քրոմոսոմի ծայրը հիմնական բազուկից: Այդ քրոմոսոմները կոչվում են *մոլորակային*, իսկ դրանց առանձնացված ծայրը՝ *արբանյակ:*



Նկ. 3. Քրոմոսոմների կառուցվածքային առանձնատիպերը.

1-7-մետացենտրիկ, 2-սուբմետացենտրիկ, 3-4-5-8-ակրոցենտրիկ, 6-տելոցենտրիկ, 9-արբանյակային (ցենտրոմերները նշված են բաց շրջանակներով):

Քրոմոսոմային պատրաստուկների վերլուծության համար օգտագործվում են մանրադիտակներ, պատրաստի հիմնական կամ ժամանակավոր պատրաստուկներ: Նախ՝ 8·10 կամ 8·20 օբյեկտիվով որոշվում է մետաֆազային թիթեղիկի փուլը, ապա՝ 20 · 90 կամ 100 անգամ մեծացմամբ տեսադաշտում կատարվում է նկարահանում և իրականացվում պատկերի հետազոտություն:

Պտղաճանճի (դրոզոֆիլ) մարմնական բջիջների քրոմոսոմների թվաքանակը կազմում է 8, այսինքն՝ 4n: Քրոմոսոմները մուգ ներկվող մարմիններ են՝ երկարավուն (ձողիկաձև), օվալ և -ձև: Վերջին տիպի քրոմոսոմների ծալքի մասում քրոմոսոմի մարմինն ավելի բարակ է (առաջնային սեղմվածք, որն առկա է ցենտրոմերում կամ կինետոխորում): Բջջի բաժանման ժամանակ կարևորագույն դեր է կատարում ցենտրոմերը:

Այսպիսով, պտղաճանճի քրոմոսոմները կազմում են չորս զույգ: 1-ին զույգը ձողիկաձև ակրոցենտրիկ քրոմոսոմներն են. էգերի մոտ ակրոցենտրիկ են միևնույն X քրոմոսոմները, արուների մոտ քրոմոսոմներից մեկը սուբմետացենտրիկ Y քրոմոսոմ է: 2-րդ և 3-րդ զույգ խոշոր քրոմոսոմները մետացենտրիկ են, իսկ չորրորդ զույգը կազմում են օվալ միկրոքրոմոսոմները: Տարբեր կառուցվածք ունեցող քրոմոսոմները պարունակում կամ կրում են տարբեր գեներ, այսինքն՝ պատասխանատու են տարբեր հատկանիշների ձևավորման համար:

Պարապմունքի նպատակը: ՈՒսումնասիրել պտղաճանճի քրոմոսոմները, կատարել դրանց զույգերի նույնականացում, բացահայտել սեռական քրոմոսոմների կառուցվածքային տարբերությունները, չափել քրոմոսոմների հարաբերական երկարությունները, որոշել կառուցվածքն ըստ քրոմոսոմային կենտրոնի տեղակայման և կազմել կարիոգրամ՝ դասակարգելով քրոմոսոմների պատճեններն ըստ չափերի ու կառուցվածքի:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Մանրանկարներ, սոսինձ, քանոն, աշխատանքային տետրեր:

Աշխատանքի ընթացքը: Յուրաքանչյուր ուսանողի տրամադրվում է պտղաճանճի կարիոտիպի երկուական մանրանկար՝ չափումների և նույնականացման համար: Աշխատանքային տետրերում գրանցվում են չափումների արդյունքները, նկարներից կտրված քրոմոսոմային զույգերն ամրացվում են հերթականությամբ՝ մեծից փոքր, կատարվում է զույգերի նույնականացում, որոշվում են սեռական քրոմոսոմները:

Պտղաճանճի խոշոր քրոմոսոմների ուսումնասիրությունը

Ընդհանուր դրույթներ: Քրոմոսոմների կառուցվածքային ուսումնասիրության հիանալի օբյեկտներ են պտղաճանճերի թրթուրների թքագեղձերից պատրաստուկները: Թքագեղձերի բջիջներում քրոմոսոմները իրենց մեծությամբ շուրջ հազար անգամ գերազանցում են մարմնական բջիջների քրոմոսոմներին և լավ տեսանելի են նույնիսկ լուսային մանրադիտակի փոքր խոշորացման դեպքում: Խոշոր քրոմոսոմները (նկ. 4) գտնվում են զուգակցված վիճակում և կազմված են հարյուրավոր քրոմատիդներից: Այդ քրոմոսոմների քրոմոսոմային կենտրոնները և դրանց հարևանությամբ գտնվող քրոմոսոմային բազուկների հատվածները պատրաստուկների վրա երևում են որպես միատարր ամորֆ նյութ:

Ինչպես երևում է նկ. 3-ից, կենտրոնական նյութից դուրս են մընում միայն 1-ին զույգ X ակրոցենտրիկ քրոմոսոմների մեկ, 2-րդ և 3-րդ զույգ մետացենտրիկ քրոմոսոմների երկուական և 4-րդ զույգ ակրոցենտրիկ քրոմոսոմների մեկ բազուկները: Ընդհանուր առմամբ զուգակցված քրոմոսոմները կազմում են 6 բազուկ:

Անհրաժեշտ է հիշել, որ խոշոր քրոմոսոմներն ապաոլորված են, ինչը հեշտացնում է գենի գործունեության մանրամասների ուսումնասիրությունը:

Խոշոր քրոմոսոմների ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տալիս ծանոթանալ ԴՆԹ-ի մոլեկուլների նուրբ կառուցվածքին, նշանակությանը, տարբերակել էուքրոմատինային և հետերոքրոմատինային հատվածների կազմավորվածությունն ու գենետիկական առանձնահատկությունները:

Պտղաճանճերի ժառանգական նյութի բավականին պարզ կազմության շնորհիվ գենետիկները կատարել են բազմաթիվ արդյունավետ ուսումնասիրություններ, որոնցից կարևորագույնը քրոմոսոմային տեսության հիմքում ընկած փորձերն են:

Խոշոր քրոմոսոմների գեների լոկուսների ուսումնասիրությունների արդյունքում կազմվել են համապատասխան քրոմոսոմային քարտեզներ, իսկ գեների փուլային ակտիվացման բացահայտումը թույլ է տվել առավել հստակորեն գնահատել ժառանգական նյութի դերն առանձնյակների զարգացման տարբեր ժամանակահատվածներում:

Պարապմունքի նպատակը: Պտղաճանճերի թրթուրների թքագեղձերից առանձնացնել խոշոր քրոմոսոմները և ուսումնասիրել դրանց կառուցվածքը:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Պտղաճանճի 4-5 օրական թրթուրներ, մանրադիտակ, առարկայական ապակիներ և ծածկապակիներ, ծծանաթուղթ, ասեղներ, ունելյակ (пинцет), կաթոցիկ, ժամացույցի ապակի, ացետակարմին կամ ացետաօրսեին, 0,6 %-անոց ֆիզիոլոգիական լուծույթ, 45 %-անոց քացախաթթվի լուծույթ:

Նկ. 4. Պտղաճանճի թքագեղձերի խոշոր քրոմոսոմները.

R-աջ բազուկ, L-ձախ բազուկ

(2, 3 և 4-ը քրոմոսոմների համարներն են, իսկ X-ը՝ սեռական քրոմոսոմների բազուկը):

Աշխատանքի ընթացքը (ՄՊՀ, 1972 թ.): Փորձանոթի պատից կամ սննդարար միջավայրի վերին շերտից վերցնել թրթուրը և տեղափոխել առարկայական ապակու վրա կաթեցված 0,6 %-անոց ֆիզիոլոգիական լուծույթի մեջ: Ասեղներից մեկը խրել թրթուրի մարմնի միջին մասում, իսկ մյուս ասեղի օգնությամբ գլուխն անջատել մարմնից: Այնուհետև գլխից կամ մարմնի առջևի մասից անջատել մեկ զույգ թքագեղձեր: Անջատված թքագեղձերը տեղափոխել մյուս առարկայական ապակու վրա, ծծանաթղթի օգնությամբ հեռացնել ֆիզիոլոգիական լուծույթի մնացորդները և թքագեղձերի վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ ացետակարմին կամ ացետաօրսեին: Ներկելու պրոցեսը տևում է 15-20 րոպե: Ծծանաթղթի օգնությամբ հեռացնել ներկը և կաթեցնել 45 %-անոց քացախաթթու: Մի քանի վայրկյան հետո պատրաստուկը ծածկել ծածկապակիով, թեթևակի սեղմել և դիտել մանրադիտակի փոքր խոշորացմամբ (10·9 կամ 7 · 9):

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 5.

ՔՐՈՄՈՍՈՄԱՅԻՆ ՊՈԼԻՊԼՈԻԴ ՀԱՎԱՔԱԿԱԶՄԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

ՈՒսումնասիրության նյութը պոլիպլոիդ քրոմոսոմների հավաքակազմում հապլոիդ հավաքակազմերի թվաքանակի փոփոխությունն է: Վերջին տարիներին 3n, 4n և ավելի բարձր թիվ կազմող պոլիպլոիդների ձևավորման եղանակով ստեղծվել են բազմաթիվ նոր բանջարաբուսական տեսակներ, որոնք լայնորեն օգտագործվում են գյուղատնտեսության մեջ: 3n պարունակող տեսակները կոչվում են եռապլոիդ, 4n պարունակող տեսակները՝ քառապլոիդ և այլն: Պոլիպլոիդ հավաքակազմը լայնորեն տարածված է բույսերի սելեկցիայում, սակայն բացակայում է կենդանական աշխարհում (սկսած ձկների բարձր զարգացած տեսակներից՝ այդ մեթոդը չի կիրառվում բուծման համար):

Պոլիպլոիդները ստացվում են մարմնական բջիջների վրա քիմիական կամ ֆիզիկական մուտագեն գործոնների ազդեցության արդյունքում: Այս նպատակով ամենահաճախ օգտագործվող նյութը կոլխիցինն է, որի օգտագործմամբ ստացվել են մի քանի հարյուր պոլիպլոիդ տարատեսակներ: Կոլխիցինը բուսական թույն է, քիմիական բնույթով՝ ալկոլոիդ: Այն ազդում է աքրոմատինային իլիկների ձևավորման վրա, արգելակում կենսասինթեզը: Արդյունքում կրկնապատկված քրոմոսոմները չեն տարանջատվում, չեն բաժանվում բևեռների միջև և առաջանում են 4n հավաքակազմով բջիջներ: Կոլխիցինն օգտագործվում է և որպես լուծույթ, և որպես քսուք, ինչպես նաև ագարի կամ գլիցերինի հետ խառնված:

Փորձերում օգտագործվում են 0,1-0,02 %-անոց կոլխիցինի ջրային լուծույթներ: Ազդեցության տևողությունը տատանվում է 12-24 ժ-ի սահմաններում: Ազդեցության օբյեկտներ են աճող, զարգացող բողբոջները, արմատները, սերմերը և այլն:

Պարապմունքի նպատակը: ՈՒսումնասիրել ցորենի քրոմոսոմները, կատարել դրանց զույգերի նույնականացում: Բացահայտել սեռական քրոմոսոմների կառուցվածքային տարբերությունները, չափել քրո-

մոսոմների հարաբերական երկարությունները, ուսումնասիրել դրանց կառուցվածքն ըստ քրոմոսոմային կենտրոնի տեղակայման, կազմել կարիոգրամ՝ դասակարգելով քրոմոսոմների պատճեներն ըստ չափերի և կառուցվածքի:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Հիմնական կամ ժամանակավոր պատրաստուկներ, մանրադիտակ, Պետրիի թասիկներ, ֆիլտրաթուղթ:

Աշխատանքի ընթացքը: Նախապես պատրաստել նմուշները: Թասիկներից մեկում ֆիլտրաթղթի վրա 2-3 օր աճեցնել ցորենի հատիկներ: Աճած բուսագագաթները թաթախել մեկ այլ՝ կոլխիցինի լուծույթ պարունակող թասիկի մեջ: Արմատները թողնել ծածկված՝ չորացումից պահպանելու համար: Երկու ժամ անց մշակված բույսերը տեղափոխել հողի մեջ: 30 օր հետո պոլիպլոիդ բույսերից (համեմատաբար ավելի խոշոր, ամուր, հաստ տերևներով և ծռված ճյուղերով) վերցնել տերևի ծայրի նմուշ, պատրաստել ժամանակավոր կամ հիմնական պատրաստուկ և ուսումնասիրել:

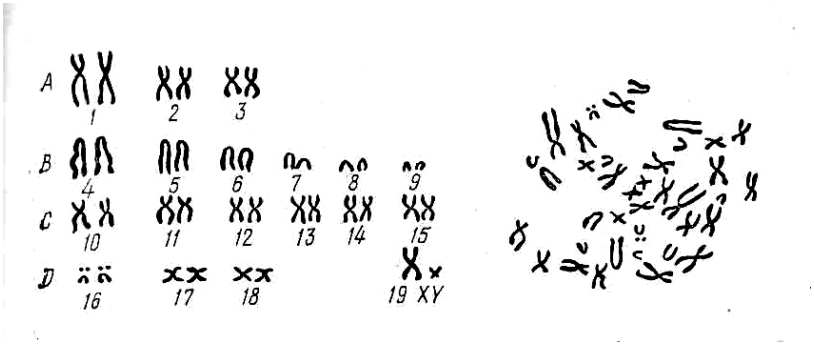
ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 6.

ԸՆՏԱՆԻ ԿԵՆԴԱՆԻՆԵՐԻ ԿԱՐԻՈՏԻՊԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Խոշոր եղջերավոր կենդանիների կարիոտիպը

Ընդհանուր դրույթներ: Խոշոր եղջերավոր կենդանիների կարիոտիպը կազմված է 60 քրոմոսոմներից կամ 30 զույգ հոմոլոգ քրոմոսոմներից, որոնցից մեկ զույգը կազմում են սեռական քրոմոսոմները: Որոշակի դժվարություններ են առաջանում քրոմոսոմների նույնականացման հարցում, քանի որ բոլոր աուտոսոմներն ակրոցենտրիկ են և ունեն միևնույն ձևաբանական (մորֆոլոգիական) կառուցվածքը: Սեռական X քրոմոսոմը մեծ է և մետացենտրիկ, իսկ Y քրոմոսոմը՝ փոքր և սուբմետացենտրիկ: Այդ պատճառով էլ սեռական քրոմոսոմների որոշումն ավելի հեշտ է կատարվում: Բոլոր մնացած դեպքերում անհրաժեշտ է կատարել մանրակրկիտ չափումներ և վերլուծություններ:

Օգտագործվում են լաբորատոր հետազոտություններում ընդունված մեթոդները (Լարցևա Ս.Խ., 1985 թ.):



ա բ

Նկ. 5. Խոշոր եղջերավոր կենդանիների կարիոտիպը.
ա-կարիոգրամ, բ - կարիոտիպը մետաֆազի փուլում:

Պարապմունքի նպատակը: Խոշոր եղջերավոր կենդանիների արյան լեյկոցիտների պատրաստուկներում կատարել բաժանվող բջիջների մետաֆազի փուլում գտնվող քրոմոսոմների ուսումնասիրություն, հաշվարկել քրոմոսոմների թվաքանակը, գտնել սեռական քրոմոսոմնե-

որը, նկարահանել պատրաստուկների մի քանի տեսադաշտ, վերլուծել քրոմոսոմային կառուցվածքը և կատարել չափումներ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Խոշոր եղջերավոր կենդանիների լեյկոցիտների պատրաստուկներ, մանրադիտակ, նկարահանող սարքավորում, քանոններ, հեպարինի, ֆիզիոլոգիական, կոլխիցինի, կիտրոնաթթվային նատրիումի և ացետաօրսեինի լուծույթներ, հակաբիոտիկների խառնուրդ (պենիցիլին և ստրեպտոմիցին), 199 համարի սննդարար միջավայր, ֆիտոհեմոգլյութինին, մեթիլային սպիրտ, սառցաքացախաթթու,:

Աշխատանքի ընթացքը: Պատրաստուկի պատրաստման համար անհրաժեշտ է 20 մլ թարմ արյուն, որը կոնսերվացվում է հատուկ լուծույթով, այն է՝ 25 մլ ֆիզիոլոգիական լուծույթ, 0,5 մլ հեպարինի լուծույթ և 0,1 մլ հակաբիոտիկների խառնուրդ (պենիցիլին և ստրեպտոմիցին): Արյան էրիթրոցիտների առանձնացման համար ստացված լուծույթը ցենտրիֆուգվում է րոպեում 700-800 պտույտ արագությամբ (10 րոպե): Վերնստվածքային լուծույթը լեյկոցիտների հետ միասին պաստերյան կաթոցիկներով զգուշորեն տեղափոխվում է այլ փորձանոթի մեջ, որտեղ նախապես դրվում են ճարպահանված առարկայական ապակիներ և լցված է լինում 199 համարի սննդարար միջավայր, որը պարունակում է 20-30 % արյան շիճուկ: Ստացված լուծույթում բջիջների խտությունը կազմում է $1\text{-}2\cdot10^6$: Միտոտիկ բաժանման ակտիվացման համար 10 մլ հաշվարկով ավելացվում է ֆիտոհեմոգլյութինին հորմոնի P տարատեսակի 0,1 մլ լուծույթ (ֆիտոհեմոգլյութինինը լոբուց ստացված սպիտակուցային նյութ է, որն օգտագործվում է բջջային բաժանումների ակտիվացման նպատակով): Թերմոստատում 37-38°C-ի պայմաններում 72 ժամ տևողությամբ կատարվում է կուլտիվացում՝ բջիջների աճեցում, որից հետո 1 մլ հաշվարկով ավելացվում է 2-3 գ կոլխիցին: Պատրաստուկը թերմոստատում պահվում է ևս 2-3 ժամ: Այնուհետև առարկայական ապակիները հանվում են լուծույթից և 5 րոպե պահվում թարմ պատրաստված, եռացրած կիտրոնաթթվային նատրիումի 37°C լուծույթում: Ֆիքսման համար օգտագործվում է 3 մաս մեթիլային սպիրտ և 1 մաս սառցաքացախաթթվից պատրաստած, 4°C սառեցված խառնուրդ: Ֆիքսումը տևում է 10-15 րոպե: Պատրաստուկն ուսումնասիրվում է 2 %-անոց ացետաօրսեինի լուծույթով ներկվելուց (60 րոպե) հետո:

Պատրաստուկն ավելի արագ ստանալու համար օգտագործվում է պարապմունք 1-ում ներկայացված մեթոդը:

Խոզերի կարիոտիպը

Պարապմունքի նպատակը: Մանրադիտակով ուսումնասիրել խոզի լեյկոցիտների պատրաստուկը, գտնել մետաֆազային թիթեղիկները, հաշվարկել քրոմոսոմների թվաքանակը, կատարել տեսադաշտերի նկարահանում, ստացված նկարներից կտրել քրոմոսոմները, գտնել հոմոլոգները և, ըստ կառուցվացքի և չափերի, կատարել քրոմոսոմների դասակարգում (կարիոգրամի ձևով):

Ընդհանուր դրույթներ: Ընտանի խոզերի քրոմոսոմների թվաքանակը կարիոտիպում հավասար է 38-ի, այսինքն՝ կազմված է 19 զույգերից: Ըստ բացահայտման՝ դրանց մոտ առկա է լինում քրոմոսոմների պոլիմորֆիզմ կամ բազմաձևություն: Այսպես՝ եվրոպական վայրի վարազի կարիոտիպն ունի 36 քրոմոսոմ, իսկ ասիական վայրի վարազի կարիոտիպը՝ 37 քրոմոսոմ, դրանց մոտ բացահայտված են մեկ շատ մեծ մետացենտրիկ և երկու ոչ զուգ տելոցենտրիկ քրոմոսոմներ: Հիբրիդների մոտ քրոմոսոմների թվաքանակը տատանվում է 30-36 սահմանում (Կրասավցև ՅՈՒ. Ա., 1968 թ.):

Խոզերի կարիոտիպի մանրամասն ուսումնասիրությունները կատարել են հայտնի գիտնականներ Վ.Ն. Տիխոնովը և Ա.Ի. Տրոշինը: Նրանց կատարած կարգաբանության համաձայն՝ խոզերի քրոմոսոմները բաշխվում են չորս խմբերի՝ A, B, C, D:

A խումբը կազմված է լինում 3 զույգ խոշոր սուբմետացենտրիկ, անհավասար ուսերով քրոմոսոմներից: Այս խմբի ամենամեծ քրոմոսոմների զույգը նշանակվում է 1 թվով: 2-րդ և 3-րդ զույգերի քրոմոսոմների երկարությունը մոտավորապես հավասար է լինում առաջին զույգի երկար ուսի երկարությանը:

B խմբում առկա են լինում բոլոր 6 ակրոցենտրիկ քրոմոսոմային զույգերը (4-ից 9-ը ներառյալ), որոնց քրոմոսոմային կենտրոնները մոտ են գտնվում քրոմոսոմների ծայրերից մեկին, ինչով պայմանավորվում է դրանց մարմնի յուրահատուկ ձևը: 4-րդ զույգ քրոմոսոմները երկարությամբ մոտ են 1-ին զույգ քրոմոսոմներին, 5-րդ և 6-րդ զույգ քրոմոսոմները՝ 2-րդ և 3-րդ զույգ քրոմոսոմներին, իսկ 7, 8, 9-րդ զույգերը լինում են ավելի կարճ: Ընդհանրապես քրոմոսոմներին համարները տրվում են ըստ երկարից կարճ սկզբունքի:

C խմբում միավորված են լինում 10-15 զույգ քրոմոսոմներ, որոնք բոլորն էլ սուբմետացենտրիկ են, մոտավորապես նույն երկարության և քիչ են տարբերվում միմյանցից:

D խմբում առկա են լինում 16-19 քրոմոսոմային զույգեր, որոնք մետացենտրիկ են և բավականին մանր: 16-րդ զույգի մոտ առկա է լինում երկրորդային սեղմվածք: Այս զույգը կոչվում է արբանյակային: 17-րդ և 18-րդ զույգերը գրեթե չեն տարբերվում միմյանցից, 19-րդ զույգը կազմում են սեռական քրոմոսոմները, որոնք տարբերվում են և մյուս քրոմոսոմներից, և իրարից (X-ն ամենախոշոր մետացենտրիկ քրոմոսոմն է, իսկ Y-ը՝ ամենափոքր մետացենտրիկ քրոմոսոմը):

Մետաֆազային թիթեղիկների ուսումնասիրությունը կատարվում է մանրադիտակով (10·40 խոշորացման ռեժիմում): Քրոմոսոմների նկարահանումը և թվաքանակի հաշվարկը կատարվում են իմերսիոն խոշորացմամբ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Խոզի արյան բաժանվող լեյկոցիտների պատրաստի պատրաստուկներ, մանրադիտակներ, միկրոնկարներ, թուղթ, սոսինձ, մկրատ:

Աշխատանքի ընթացքը: Պարապմունքի ժամանակ կատարվում է նկարահանում կամ օգտագործվում են պատրաստի նկարներ, որոնցից կտրվում են քրոմոսոմները և կարիոգրամի ձևով զույգ-զույգ սոսնձվում աշխատանքային տետրերում: Ստացված կարիոգրամը համեմատվում է ստանդարտի հետ՝ անոմալիաների բացահայտման համար:

Ընտանի թռչունների կարիոտիպը

Պարապմունքի նպատակը: Իմերսիոն խոշորացմամբ ուսումնասիրել հավի ոսկրուղեղի բաժանվող բջիջների մանրադիտակային պատրաստուկը, նկարել A և B խմբերի քրոմոսոմները, որոշել դրանց թվաքանակը:

Ընդհանուր դրույթներ: Ընտանի հավերի կարիոտիպի ուսումնասիրությունները դժվարանում են քրոմոսոմների մեծ քանակության և փոքր չափերի պատճառով: Հավերի կարիոտիպում շատ է նաև միկրոքրոմոսոմների քանակը: Որոշ հեղինակներ առաջարկում են միկրոքրոմոսոմները չհաշվել որպես կարիոտիպի մաս: Սակայն բազմաթիվ հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է կարիոտիպում քրոմոսոմների քանակի փոփոխականության երևույթը: Հետազոտությունների շնորհիվ բացահայտվել են նաև 8-10 զույգ աուտոսոմների ու մեկ զույգ սեռական քրոմոսոմների առկայությունը հավերի մոտ և 10 զույգ աուտոսոմների ու մեկ զույգ սեռական քրոմոսոմների առկայությունն աքլորների մոտ:

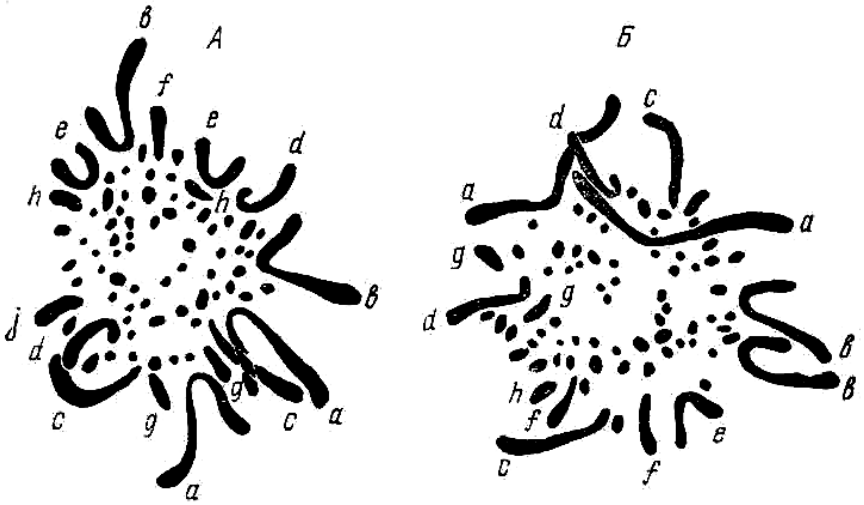
A խմբում ընդգրկված են լինում 5 զույգ մակրոքրոմոսոմներ: 1-ին զույգը կազմում են ամենախոշոր, սուբմետացենտրիկ քրոմոսոմները, որոնց չափերը հասնում են 10 մկմ-ի, իսկ երկու ուսերն ունեն գրեթե նույն երկարությունը: Մակրոքրոմոսոմների 2-րդ զույգը նույնպես սուբմետացենտրիկ է, սակայն՝ 1-ին զույգից աննշան փոքր: Մակրոքրոմոսոմների 3-րդ զույգն ակրոցենտրիկ է, չափերով՝ հավասար 2-րդ զույգի չափերին: 4-րդ զույգը սուբմետացենտրիկ է, բնութագրվում է հետերոմորֆ կառուցվացքով (հոմոլոգ քրոմոսոմները լիովին նույնական չեն): 5-րդ զույգը կազմում են սեռական քրոմոսոմները. աքլորի մոտ զույգերից երկուսն էլ միանման խոշոր են (4-5 մկմ), մետացենտրիկ, իսկ հավերի մոտ զույգերից մեկը մետացենտրիկ է, խոշոր, իսկ մյուսը շատ փոքր է, այսինքն՝ միկրոքրոմոսոմ է՝ 0,4-0,5 մկմ չափով: Կարիոտիպի այլ միկրոքրոմոսոմներից քիչ տարբերվելու պատճառով երկար ժամանակ երկրորդ սեռական քրոմոսոմի առկայությունը հավերի մոտ ապացուցված չէր համարվում:

A խմբում ընդգրկված է լինում նաև սուբմակրոքրոմոսոմների 6 զույգ՝ 6, 7, 8, 11-րդը՝ ակրոցենտրիկ, 9,10-րդը՝ մետացենտրիկ:

B խումբը կազմում են միկրոքրոմոսոմները, որոնց քանակը փոփոխական է՝ մինչև 79: Ինչպես մակրոքրոմոսոմները, այնպես էլ միկրոքրոմոսոմներն անցնում են բջջային բաժանման փուլեր: 1-ին, 2-րդ և 4-րդ զույգ քրոմոսոմների չափերը տատանվում են, ինչը, համաձայն գիտնականների վարկածի, պայմանավորվում է ինտրոնային, չեզոք մասերի անհավասարությամբ (Տիխոմով Վ.Ն., Տրոշինա Ա.Ի., 1971 թ.):

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Ճտերի ուղեղի բջիջների պատրաստուկ, մանրադիտակ:

Աշխատանքի ընթացքը: Պատրաստի պատրաստուկն ուսումնասիրել մանրադիտակի փոքր խոշորացմամբ, պարզել մետաֆազի փուլը, հետազոտել տեսադաշտը (նկ. 6) իմերսիոն խոշորացմամբ, կատարել քրոմոսոմների վերանկարում, հաշվարկել դրանց թվաքանակը: Հետազոտությունը կրկնել մի քանի տեսադաշտերի հիման վրա ստացված արդյունքների ճշգրտման համար: Հաշվարկել միկրոքրոմոսոմների թվաքանակը տեսադաշտերում:



Նկ. 6. Հավի (A) և աքլորի (B) կարիոտիպեր.

a, b սուբմետացենտրիկ, c, g, f, _-ակրոցենտրիկ, e, d - մետացենտրիկ:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 7.

ԿԱՐԻՈՏԻՊԻ ԽԱԽՏՈՒՄՆԵՐԻ ԲԱՑԱՀԱՅՏՄԱՆ ԱՐԱԳԸՆԹԱՑ ՄԵԹՈԴԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ

Ընդհանուր դրույթներ: Ներկայումս սելեկցիոն-տոհմային աշխատանքներում օգտագործվող յուրաքանչյուր կենդանու ժառանգականության վերաբերյալ ինֆորմացիան զգալի նշանակություն ունի ամբողջ հոտի գենոֆոնդի պահպանման համար: Ուստի որևէ անոմալիայի առկայություն պետք է բացառվի: Այդ նպատակով կատարվող գենետիկական հետազոտություններում մեծ նշանակություն ունի կարիոտիպի ճըշգրիտ վերլուծությունը, որը նպաստում է քրոմոսոմային և գենոմային խախտումները բացահայտելուն:

Աշխատանքի կատարման համար անհրաժեշտ է ծանոթանալ կենդանիների կարիոտիպերի ընդունված դասակարգմանը (աղյուսակ 2):

Հետազոտությունները կատարվում են ըստ Բառի տարածված մեթոդի՝ մարմինների թվաքանակի որոշման եղանակով: Հետազոտվում են բերանի խոռոչի էպիթելիումի բջիջներից պատրաստված ժամանակավոր պատրաստուկները (Լարցևա Ս.Խ., 1985 թ.):

Միտոզի ինտերֆազի փուլում բջջի կորիզում երևում են հատուկ մարմիններ՝ կարիոսոմներ, որոնք իգական բջիջներում խոշոր են և գընդաձև, իսկ արական բջիջներում՝ փոքր: Կարիոսոմները կապված են լինում կորիզաթաղանթի հետ: Իգական բջիջների կարիոսոմները կոչվում են Բառի մարմիններ (համաձայն դրանք հայտնագործած գիտնականի անվան) կամ սեռական քրոմատիններ:

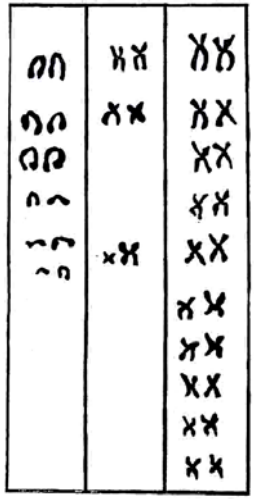
Դիպլոիդ օրգանիզմների բջիջների կորիզում Բառի մարմինների քանակը մեկով փոքր է X քրոմոսոմների քանակից: ՈՒստի հետերոգամետ տեսակների մոտ արական սեռի բջիջներում Բառի մարմիններ չեն ձևավորվում: Պատրաստուկների բջիջներից մոտավորապես 50 %-ի մոտ սովորաբար բացահայտվում են Բառի մարմիններ, եթե պատրաստուկները էգի բջիջներից են: Եթե իգական բջիջներում բացահայտվում է մեկից ավել Բառի մարմին, ապա օրգանիզմում առկա է կարիոտիպի անոմալիա: Եթե արուի մոտ բացահայտվում է գոնե մեկ Բառի մարմին, ապա նույնպես առկա է լինում կարիոտիպի անոմալիա:

Աղյուսակ 2

Ընտանի կենդանիների կարիոտիպերի դասակարգումը
(Դենվերյան եղանակ)

Քրոմոսոմների տեսակը	Կենդանու տեսակը
	երավոր)
Մարմնական քրոմոսոմներ (1-58 հատ, 29 զույգ)	բոլոր 58 քրոմոսոմները՝ աստիճանաբար փոքրացող, ակրոցենտրիկ
X	խոշոր, սուբմետացենտրիկ
Y	փոքր, սուբմետացենտրիկ
	ոչխար)
1-3	մետացենտրիկ
4-26	մեծից փոքր՝ ակրոցենտրիկ
X	խոշոր, ակրոցենտրիկ
Y	շատ փոքր, ակրոցենտրիկ
	խոզ)
1-5	խոշոր, մետացենտրիկ 1-ին զույգն առավել խոշոր
6-7	տարբեր մեծության և ձևի սուբմետացենտրիկ
8-12	X-աձև, մետացենտրիկ
13 -18	ակրոցենտրիկ
X	խոշոր, մետացենտրիկ
Y	շատ փոքր, մետացենտրիկ
	ձի)
1- 13	1-10-ը՝ սուբմետացենտրիկ, 11-13-ը՝ մետացենտրիկ
14-31	ակրոցենտրիկ
X	միջին չափի, մետացենտրիկ
Y	ոչ մեծ, ակրոցենտրիկ

Պարապմունքի նպատակը: Բերանի խոռոչի էպիթելիումի բջիջներից պատրաստված պատրաստուկներում մանրադիտակով ուսումնասիրել կորիզի կառուցվացքը, գտնել Բառի մարմինները, ստացված պատկերը նկարել աշխատանքային տետրում:



Նկ. 7. Սպիտակ խոշոր ցեղի խոզերի քրոմոսոմային հավաքակազմն ըստ Ն.Լ.Գոլդմանի տվյալների.

13 զույգ մետա- և սուբմետացենտրիկ քրոմոսոմներ, 6 զույգ ակրոցենտրիկ քրոմոսոմներ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Մանրադիտակ, առարկայական ապակիներ և ծածկապակիներ, թիակներ, կաթոցիկներ, անձեռոցիկներ, ացետաօրսեինի լուծույթ:

Աշխատանքի ընթացքը: Ստերիլ թիակով կենդանու բերանի խոռոչից վերցնել նմուշ, առարկայական ապակու վրա պատրաստել քսուք, ավելացնել մեկ կաթիլ սառցաքացախաթթվով պատրաստված ացետաօրսեինի լուծույթ, պատրաստուկը ծածկել ծածկապակիով, թեթևակի սեղմել (չտեղաշարժելով), արագ չորացումից խուսափելու համար ծայրերը մշակել ապակիների համար օգտագործվող ԲՖ սոսինձով: 15-20 րոպե անց պատրաստուկը կլինի պատրաստ ուսումնասիրման համար: Ստացված պատրաստուկն ուսումնասիրել մանրադիտակով՝ համաձայն վերևում ներկայացված աշխատանքային մեթոդների, հաշվարկել քրոմոսոմների թվաքանակը, որոշել դրանց տեսակը, մի քանի տեսադաշտերում կատարել միկրոնկարահանում, ստացված նկարների հիման վրա որոշել քրոմոսոմների բազուկների չափերը, հաշվարկել բազուկների երկարությունների հարաբերությունը, կատարել քրոմոսոմների չափերի և ստանդարտ կարիոգրամների համեմատություն, տեսադաշտերում հաշվարկել Բառի մարմինների թվաքանակը ինտերֆազի փուլում գտնվող բջիջներում:

ԳԼՈՒԽ 8.

ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ԺԱՌԱՆԳՄԱՆ ՕՐԻՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՍԵՌԱԿԱՆ ԲԱԶՄԱՑՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Պտղաճանճը որպես գենետիկական հետազոտությունների օբյեկտ

Ընդհանուր դրույթներ: Գենետիկական հետազոտություններում պտղաճանճն առաջին անգամ օգտագործվել է 1920-ական թվականներին՝ Թ. Մորգանի և նրա աշխատակիցների կողմից:

Արագ բազմանալու և մեծաթիվ սերունդ թողնելու շնորհիվ պտղաճանճն անփոխարինելի օբյեկտ է լաբորատոր պայմաններում Մենդելի օրենքներն ուսումնասիրելու համար: Ուսումնասիրությունների արդյունավետությանը նպաստում է նաև այն հանգամանքը, որ թեև քրոմոսոմների թիվը պտղաճանճի մոտ անհամեմատ քիչ է (2n=8), այնուամենայնիվ դրա մոտ առկա են լինում բազմաթիվ մուտանտ գծեր:

Պտղաճանճը լրիվ կերպարանափոխությամբ զարգացող միջատ է: Լաբորատորիայում՝ օպտիմալ (24-25°C) ջերմաստիճանային պայմաններում, դրա զարգացման ամբողջական ցիկլը տևում է 9-10 օր, որի ընթացքում փուլերն ունենում են հետևյալ բաշխումը. ձու՝ 25 ժամ, թրթուր՝ 5-6 օր, հարսնյակ՝ 5-6 օր: Ջերմաստիճանի փոփոխություններն արագացնում կամ, ընդհակառակը, դանդաղեցնում են այդ փուլերում զարգացող պրոցեսները:

Լաբորատոր պայմաններում, ըստ ուսումնասիրությունների բընույթի, օգտագործվում են պտղաճանճերի տարբեր գծեր, որոնք միմյանցից տարբերվում են մարմնի ու աչքերի գույնով, թևերի մեծությամբ, ձևով և այլն:

Այսպես՝

	-	-	նորմալ (վայրի) գիծ. աչքերը՝ կարմիր, կիսակլոր, թևերը՝ մեծ, ճիշտ կառուցվածքի, մարմինը՝ մոխրաշագանակագույն:
	-	-	թևերը՝ թերզարգացած:
	-	-	աչքերը՝ շագանակագույն. ժամանակի ընթացքում դրանց գույնը փոխվում է, նախ՝ ստանում է դեղին երանգ, ապա՝ դառնում է թափանցիկ, այնուհետև վերածվում է շագանակագույնի, ավելի ուշ դառնում է սև:
	-	-	աչքերը՝ սպիտակ, թևերը՝ մեծ, մարմինը՝ մոխրաշագանակագույն:
	-	-	աչքերը՝ ծիրանագույն:
6. Y	-	e	մարմինը՝ դեղին, թևերը՝ մեծ, աչքերը՝ կարմիր:
7. C	-c	-	թևերը՝ լայն բացված:
8. E	-e	-	մարմինը՝ մուգ սև:
9. P	-	-	աչքերը՝ վարդագույն:
10. C	-	-	թևերը՝ կլորավուն, ծռված:
	-	-	մարմինը՝ սև, թևերը՝ թերզարգացած:

Վերջին 10 գծերը մուտանտ գծեր են, որոնք բացահայտվել են լաբորատոր պայմաններում կամ ստացվել են արհեստական ճանապարհով:

Պտղաճանճի գենոտիպի գրանցումներում ռեցեսիվ ալելները նշվում են հատկանիշի անվանման փոքրատառով, իսկ նորմալ ալելները՝ «+» նշանով: Օրինակ՝ + b կամ ++, կամ bb (երեք հնարավոր գենոտիպեր մոխրագույն կամ սև մարմնի համար):

Լաբորատոր աշխատանքների ժամանակ կիրառվում է Մենդելի հիբրիդոլոգիական վերլուծությունը, որի հիմնական դրույթները հետևյալ են՝

1. Ուսումնասիրվում են որոշակի քանակի (մեկ, երկու) ալտերնատիվ հատկանիշներ:

2. Ծնողական առանձնյակներն ընտրվում են հոմոզիգոտ գծերից, այսինքն՝ միայն մեկ ալտերնատիվ հատկանիշ դրսևորող խմբից:

3. Ճշգրիտ հաշվարկվում է ալտերնատիվ հատկանիշներով առանձնյակների քանակը սերունդներում:

4. Դոմինանտ հատկանիշ որոշող ալելները նշվում են լատինական այբուբենի մեծատառերով, իսկ ռեցեսիվ ալելները՝ համապատասխան փոքրատառերով (Aa,Bb,..):

5. (լատ. - մետները՝ g տառով, իսկ սերունդը՝ F տառով և թվային ինդեքսով (ըստ համարի)՝ F_1,F_2,..:

6. Սեռային պատկանելիությունը նշվում է համապատասխան նշաններով:

Տրամախաչման ընդհանուր սխեման ունենում է հետևյալ տեսքը:

P♀ AA · aa♂ (♀ -էգ, ♂-արու)

g A A a a

F_1 Aa

$P(F_1)$ Aa · Aa

G A a A a

F_2 AA Aa Aa aa

$\frac{3A/1a}{3/1 \text{ հարաբերություն}}$

Գրանցումներ կատարելիս նախ նշվում է դոմինանտ ալելը (մեծատառը): Ըստ ուսումնասիրվող ալտերնատիվ հատկանիշների թվաքանակի՝ տրամախաչումը լինում է միահիբրիդ, երկհիբրիդ և այլն:

Պարապմունքի նպատակը: Ծանոթանալ պտղաճանճերի ուսումնասիրության և դրանց առանձին գծերը միմյանցից տարբերելու սկզբունքներին: Կատարել պտղաճանճերի միահիբրիդ խաչասերում:

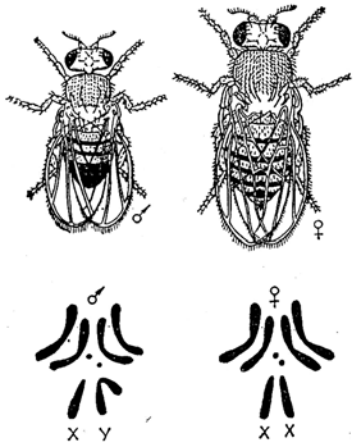
Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Պտղաճանճերի 3-5 գծեր, թերմոստատ, ձեռքի խոշորացույց, պտղաճանճերին քնեցնելու սարք, եթեր կամ քլորոֆորմ, բամբակ, սննդային միջավայրով լցված փորձանոթներ, փորձանոթները համարակալելու մատիտներ, սպիտակ թուղթ:

Աշխատանքի ընթացքը (ՄՊՀ, 1972 թ.)

1. Պտղաճանճերին քնեցնելու նպատակով խցան-տամպոնը թրջել եթերով կամ քլորոֆորմով: Պտղաճանճեր պարունակող փորձանոթը շրջել, զգուշորեն բաց անել, և, փորձանոթի պատերին մատերով թեթևակի հարվածելով, պտղաճանճերին տեղափոխել քնեցնելու սարքի մեջ: 1-2 րոպեի ընթացքում պտղաճանճերը քնում են:

2. Քնած միջատներին շուռ տալ սպիտակ թղթի վրա և խոշորացույցի օգնությամբ որոշել, թե որ գծին են պատկանում:

3. Միմյանցից առանձնացնել էգ և արու պտղաճանճերին՝ հաշվի առնելով դրանց սեռական երկձևությունը (դիմորֆիզմ): Ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքին, որ էգերն ավելի մեծ են, ունեն կլոր փոր, որը վերջանում է սուր ծայրով: Փորի վրա առկա են 5-ական սև և սպիտակ իրար հաջորդող օղակաձև բծեր (նկ. 8): Իսկ արուներն ավելի փոքրը են, դրանց փորի ներքևի մասը միագույն է:



Նկ. 8. Հասուն պտղաճանճերի արտաքին տեսքը և կարիոտիպը:

Եթերի քնեցնող ազդեցությունը պտղաճանճերի վրա տևում է 3-5 րոպե: Եթե պահանջվող աշխատանքները չեն կատարվում այդ ժամանակահատվածում, ապա պտղաճանճերը կարող են արթնանալ և խափանել փորձը: Նման դեպքերում, երբ նկատվում է, որ պտղաճանճերն արթնանում են, դրանց շուրջը պետք է անմիջապես կաթեցնել 2-3 կաթիլ եթեր կամ քլորոֆորմ և վրաները բերանքսիվայր շուռ տալ Պետրիի թասիկ:

Պտղաճանճերի անշարժացումից հետո աշխատանքը կարելի է շարունակել:

4. Կատարել պտղաճանճերի միահիբրիդ խաչասերում: Այդ նպատակով անհրաժեշտ է վերցնել պտղաճանճերի երկու գիծ պարունակող

՝ ցանկացած մուտանտ գծերից որևէ մեկը:

5. Յուրաքանչյուր փորձանոթի մեջ տեղադրել նորմալ գծին պատկանող 3-4 էգ և մուտանտ գծին պատկանող նույնքան արու պըտղաճանճեր:

Փորձանոթներն անհրաժեշտ է պահել հորիզոնական վիճակում (մինչև պտղաճանճերի արթնանալը), որպեսզի միջատները չկպչեն սընընդարար միջավայրին:

6. Յուրաքանչյուր փորձանոթի վրա նշել փորձը կատարելու (դնելու) ամիսը, ամսաթիվը, փորձանոթի համարը և փորձանոթները տեղադրել ջերմապահարանում (24-26°C): 4-5 օր հետո ծնողական ձևերը հանել փորձանոթներից:

7. Գործնական պարապմունքների տետրում գծել աղյուսակ 3-ը և դրա 1-ին, 2-րդ, 3-րդ սյունակներում կատարել համապատասխան նըշումներ:

Անհրաժեշտ է ճշգրիտ պահպանել փորձի համար ընտրվող ծնողական առանձնյակների տարիքային նորմերը: Էգերը պետք է լինեն կուսական՝ վերցվեն հարսնյակից դուրս գալուց 6-8 ժամից ոչ ուշ, իսկ արուները կարող են լինել 3-4 օրական:

Յուրաքանչյուր փորձից հետո պտղաճանճերը լցնել փորձանոթների մեջ և փակել խցանով:

Վերլուծել որակական հատկանիշների ժառանգման օրինաչափությունները միահիբրիդ խաչասերման սերնդում և այդ վերլուծությունների հիման վրա ցույց տալ, թե գործում է արդյոք առաջին սերնդի հիբրիդների դոմինանտության կամ միակերպության կանոնը (Մենդելի առաջին օրենք), թե ոչ:

Աղյուսակ 3

Պտղաճանճերի միահիբրիդ խաչասերման արդյունքները

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
8.10	2	մոխրագույն × սև՝ ♀++ × ♂bb		
		մոխրագույն, հետերոզիգոտ՝ F_1+b_1, +b_1, +b_1, +b_1	22.10	F_1-ում ստացվել է ընդամենը 60 պտղաճանճ, այդ թվում՝ էգեր՝ 30, արուներ՝ 30, ըստ ֆենոտիպի՝ մոխրագույն՝ 60, սև չի ստացվել
22.10	2	մոխրագույն × մոխրագույն՝ $_1$♀+b × ♂+b մոխրագույն, սև՝ F_2 ++,+b,+b, bb	06.11	F_2-ում ստացվել է ընդամենը 120 պտղաճանճ, այդ թվում՝ էգեր՝ 62, արուներ՝ 58, ըստ ֆենոտիպի՝ մոխրագույն՝ 91, սև՝ 29

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 9.

ՃԵՂՔԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՐԿՐՈՐԴ ՍԵՐՆԴՈՒՄ

Պարապմունքի նպատակը: F_2 առանձնյակներ ստանալու նըպատակով կատարել F_1 տրամախաչում:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Պտղաճանճերի սերընդի հիբրիդներ և բոլոր այն պարագաները, որոնք անհրաժեշտ էին նախորդ պարապմունքի համար:

Աշխատանքի ընթացքը

1. Նախորդ փորձից երկու շաբաթ հետո թերմոստատից հանել փորձանոթը և դիտարկել առաջին սերնդի հիբրիդները:

2. Քնեցնել պտղաճանճերին, հաշվել դրանց թվաքանակն ըստ ֆենոտիպերի և սեռերի: Արդյունքները գրանցել աղյուսակ 3-ի 4-րդ և 5-րդ սյունակներում: Կատարել ժառանգման բնույթի վերաբերյալ եզրահանգումներ:

3. F_2 սերնդի ստացման նպատակով F_1 սերնդում ստացված հիբրիդներից վերցնել 3-4 էգ ու նույնքան արու և քնած վիճակում տեղափոխել սննդարար միջավայր պարունակող փորձանոթի մեջ: Մինչև պըտղաճանճերի արթնանալը՝ փորձանոթը պահել հորիզոնական վիճակում, այնուհետև փոխադրել թերմոստատի մեջ:

4. F_1 սերնդի հիբրիդների խաչասերման սխեման և F_2 սերնդում տեսականորեն սպասվելիք արդյունքները գրանցել աղյուսակ 3-ի համապատասխան սյունակներում:

Վերլուծել որակական հատկանիշների ժառանգման օրինաչափությունները միահիբրիդ խաչասերման սերնդում: Համոզվել՝ գործում է արդյոք Մենդելի երկրորդ օրենքը, թե ոչ:

Օգտվելով նախորդ պարապմունքներում կիրառված սկզբունքներից՝ հաշվել F_2 սերնդում ստացված հիբրիդային պտղաճանճերի թիվը (ըստ ֆենոտիպերի) և որոշել սեռը:

Արդյունքները գրանցել աղյուսակ 3-ի համապատասխան սյունակներում: Կատարել ժառանգման բնույթի վերաբերյալ եզրակացություններ:

Արդյունքների հավաստիությունը ստուգել X^2 տեստի միջոցով:

Յուրաքանչյուր փորձից հետո պտղաճանճերին պետք է հավաքել և պահել փորձանոթներում, իսկ ավելորդներին՝ ոչնչացնել:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 10.

ԵՐԿՀԻԲՐԻԴ ՏՐԱՄԱԽԱՉՄԱՆ ՕՐԻՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Պարապմունքի նպատակը: Ծանոթանալ պտղաճանճերի ուսումնասիրության և դրանց առանձին գծերը միմյանցից տարբերելու սկզբունքներին: Կատարել պտղաճանճերի երկհիբրիդ խաչասերում: Վերլուծել հատկանիշների ճեղքումը երկհիբրիդ տրամախաչման օրինակով, բացահայտել ստացված հիբրիդների ֆենոտիպերը և որոշել դրանց քանակական հարաբերությունը: Ըստ ժամանակակից գիտությունում ընդունված տեսանկյան՝ քննարկել Մենդելի երրորդ օրենքը:

Երկու հատկանիշներով տարբերվող առանձնյակների տրամախաչումը կոչվում է երկհիբրիդ, երեք հատկանիշներով տարբերվողներինը՝ եռահիբրիդ, շատ հատկանիշներով տարբերվողներինը՝ բազմահիբրիդ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Պտղաճանճերի 3-5 գծեր, թերմոստատ, ձեռքի խոշորացույց, պտղաճանճերին քնեցնելու սարք, եթեր կամ քլորոֆորմ, բամբակ, սննդային միջավայրով լցված փորձանոթներ, փորձանոթները համարակալելու մատիտներ, սպիտակ թուղթ:

Աշխատանքի ընթացքը: Ընտրել քնեցված պտղաճանճեր (արու և էգ). 4-5 հատ՝ մոխրագույն, կարճ թևերով և նույն քանակի ու հարաբերությամբ՝ մուգ սև, նորմալ թևերով: Ըստ վերևում ներկայացված եղանակի՝ պտղաճանճերին տեղավորել սննդարար միջավայր պարունակող փորձանոթների մեջ, խցանել և յուրաքանչյուր փորձանոթի վրա նշել փորձը կատարելու ամիսը, ամսաթիվը, փորձանոթի համարը: Այնուհետև փորձանոթները տեղադրել ջերմապահարանում (24-26°C): 4-5 օր հետո ծնողական ձևերը հանել փորձանոթներից:

Գործնական պարապմունքների տետրում գծել աղյուսակ 4-ը և համապատասխան սյունակներում կատարել նշումներ:

Անհրաժեշտ է ճշգրիտ պահպանել փորձի համար ընտրվող ծնողական առանձնյակների տարիքային նորմերը: Էգերը պետք է լինեն կուսական՝ վերցվեն հարսնյակից դուրս գալուց 6-8 ժամից ոչ ուշ, իսկ արուները կարող են լինել 3-4 օրական:

Աղյուսակ 4

Երկհիբրիդ տրամախաչման փորձի ընթացքը և արդյունքները

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
13.11	3	մոխրագույն, կարճ թևերով × մուգ սև, նորմալ թևերով՝ P e+e+ × + +		
		հետերոզիգոտ, միակերպ՝ F_1 e+ + մոխրագույն, նորմալ թևերով	27.11	F_1-ում ստացվել է 120 պտղաճանճ՝ բոլորը մոխրագույն,նորմալ թևերով
27.11		PF_1e+ + × e+ + ըստ ֆենոտիպի՝ F_2e+ +e+ +ee	11.12	F_2-ում ստացվել է 128 պտղաճանճ, այդ թվում՝ մոխրագույն, նորմալ թևերով՝ 72, մոխրագույն, կարճ թևերով՝ 24, մուգ սև, նորմալ թևերով՝ 24, մուգ սև, կարճ թևերով՝ 8:

Ֆենոտիպային տվյալների հիման վրա կարելի է եզրակացություններ կատարել գենոտիպային ճեղքման վերաբերյալ:

Փորձի ավարտից հետո պտղաճանճներին հավաքել փորձանոթների մեջ:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 11.

ՈՉ ԱԼԵԼԱՅԻՆ ԳԵՆԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ընդհանուր դրույթներ: Ըստ Մենդելի օրենքների՝ բացահայտվում են ալելային գեների, այսինքն՝ հոմոլոգ քրոմոսոմների նույն լոկուսներում գտնվող գեների ալելների փոխազդեցության ձևերը: Բազմաթիվ փորձերի արդյունքում ապացուցվել են նաև որոշ հատկանիշների ձևավորման այլ եղանակներ: Պարզվել է, որ մի շարք հատկանիշների ձևավորման մեխանիզմները չեն բացատրվում մեկ գենի ժառանգման օրինաչափություններով և հատկանիշների ձևավորման գործում մասնակցում են երկու կամ ավել գեներ:

Ըստ վերոհիշյալ վարկածի՝ կատարվել են բազմաթիվ հետազոտություններ և բացահայտվել ոչ ալելային գեների փոխազդեցության մի շարք եղանակներ, այն է՝ *կոմպլիմենտար*՝ լրացուցիչ փոխազդեցություն, *էպիստատիկ*՝ գերճնշող ազդեցություն, *նորագոյացության*՝ նոր հատկանիշ ձևավորելու փոխազդեցություն և *պոլիմերիայի*՝ համատեղ գործունեություն:

Ոչ ալելային գեների միջև գոյություն ունեն նաև այլ՝ ավելի բարդ, որակապես ոչ ակնհայտ փոխազդեցություններ, այն է՝ *պլեյոտրոպիա*՝ մեկ գենն ազդում է մեկից ավել հատկանիշների ձևավորման վրա, *մոդիֆիկացիա*՝ գենը կառավարում է հատկանիշի ձևավորման ուժը, *էքսպրեսիվություն*՝ որոշակի կոնկրետ պայմաններում հատկանիշի զարգացման համապատասխան մակարդակ դրսևորելու գենի ունակությունն է, *պյոնենտրանտություն*՝ համապատասխան պայմաններում առհասարակ հատկանիշ ձևավորելու ունակությունը:

Սույն աշխատանքում կատարվում է առաջին երեք եղանակների լաբորատոր վերլուծությունը:

Պարապմունքի նպատակը: Վերլուծել ոչ ալելային գեների փոխազդեցության կոմպլիմենտար, էպիստատիկ և նորագոյացության եղանակներն ըստ հիբրիդային տրամախաչման եղանակի, մեկնաբանել ստացված արդյունքները:

Այսպես՝ դարչնագույն աչքերի գենը գտնվում է 2-առ կարմիր աչքերի գենը՝ 3-րդ քրոմոսոմում: Ծնողների սեռը չի ազդում հատկանիշի ձևավորման վրա:

Տրամախաչումը կատարվում է հետևյալ սխեմայով՝

$$PP\ \frac{bw}{bw}\ \frac{+}{+} \times \frac{+}{+}\ \frac{st}{st}:$$

«+» նշանը ցույց է տալիս վայրի տիպի աչքերի կարմիր գույնը որոշող գենը:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Բոլոր այն սարքավորումները և նյութերը, որոնք օգտագործվում են պտղաճանճերի հետ տարվող հետազոտություններում: Ընտրվում են նաև վերևում ներկայացված փոխազդեցության եղանակներով փոխազդող գեներ կրող գծեր:

Ընդհանուր դրույթներ: Նորագոյացության եղանակի ուսումնասիրման համար ընտրվում են երկհետերոզիգոտ դարչնագույն աչքերով (1) և ի պտղաճանճեր:

Ընտրված գծերն ունենում են հետևյալ գենոտիպերը՝

$$\frac{bw}{bw}\ \frac{+}{+}\quad (1),\qquad \frac{+}{+}\ \frac{st}{st}\quad (2):$$

Տրամախաչումը կատարվում է վերևում ներկայացված սխեմայով՝ երկհիբրիդ տրամախաչման եղանակով: Երկհետերոզիգոտներ ստանալու համար նախ՝ վերցվում են երկհոմոզիգոտ դոմինանտ, կարմիր աչքերով և երկհոմոզիգոտ ռեցեսիվ, սպիտակ աչքերով գծեր, ապա՝ կատարվում է տրամախաչում:

Ստացված սերունդը ե - րաքանչ

վում են աղյուսակ 5-ում ներկայացված գենոտիպերը:

Աղյուսակ 5

Երկու տարբեր գծերի պտղաճանճերի գենոտիպերը

Գամետներ / Գամետներ			++	
		++	++	
++		++	++ ++	+

կրող առանձնյակների մոտ ձևավորվում է աչքերի

կարմիր երանգ, իսկ ++++ գենոտիպն առաջացնում է աչքերի սպիտակ երանգ: Ճեղքումը կատարվում է 9 կարմիր /3 դարչնագույն /3 վառ կարմիր /1 սպիտակ հարաբերությամբ, ինչը բնորոշ է նորագոյացության փոխազդեցությանը:

Աշխատանքի ընթացքը: Քնեցված երկհետերոզիգոտ պտղաճանճերին փորձանոթի միջից լցնում են ժամացույցի ապակու վրա, ընտրում նույն քանակությամբ (4-5) էգ և արու պտղաճանճեր, տեղափոխում սընընդարար միջավայր պարունակող փորձանոթի մեջ և խցանում (բոլոր գործողությունները կատարվում են ընդունված մեթոդիկայի համաձայն): 23-24 օր անց կատարում են ստացված սերնդի վերլուծություն և փորձի արդյունքները գրանցում ըստ աղյուսակ 6-ի:

Աղյուսակ 6

Նորագոյացության արդյունքները

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
13.11	3	ծնողական երկու ձևերը կարմիր աչքերով՝ ×		
		F_1-ում ստացվել է 4 ֆենոտիպ՝ կարմիր աչքերով՝ դարչնագույն աչքերով՝ վառ կարմիր աչքերով՝ , սպիտակ աչքերով՝ ++++	27.11	F_1-ում ստացվել է 144 պտղաճանճ, այդ թվում՝ կարմիր աչքերով՝ 81, դարչնագույն աչքերով՝ 27, վառ կարմիր աչքերով՝ 27, սպիտակ աչքերով՝ 9

Փորձում ստացված ճեղքումը լիովին համապատասխանում է նորագոյացության եղանակով ստացված արդյունքներին:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 12.

ԷՊԻՍՏԱՏԻԿ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՏՂԱՃԱՆՃԵՐԻ ՄՈՏ

Էպիստատիկ փոխազդեցության վերլուծության համար ընտրվում են 2-րդ քրոմոսոմում գտնվող թաթաձև աչքերի դոմինանտ L գենը և 4- ենը: L գենը փոք ճակում առաջացնում է աչքերի մասնակի կամ լրիվ բացակայություն: L գենի - րոզիգոտ վիճակների դեպքում ապահովվում է աչքերի նորմալ ձևավորում:

Ընդհանուր դրույթներ: Երկու տարբեր գծերի պտղաճանճերի PLL ++ × ++ տրամախաչման արդյունքում առաջին սերնդում ստացվում են L + + գենոտիպով երկհետերոզիգոտներ, որոնց աչքերը փոքրացած են L էպիստատիկ գենի ազդեցության հետևանքով: Առաջին սերնդի առանձնյակների միջև կատարված զուգավորման արդյունքում երկու ծնողներից յուրաքանչյուրն առաջացնում է չորս տեսակի գամետներ և ճեղքումը կատարվում է 13/3 հարաբերությամբ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Բոլոր այն սարքավորումները և նյութերը, որոնք օգտագործվել են վերևում ներկայացված օրինակում:

Փորձը կատարվում է վերը նշված գենոտիպով երկհետերոզիգոտ պտղաճանճերի վրա:

Աշխատանքի ընթացքը: Փորձի համար նախապես բազմացված հետերոզիգոտներից ընտրվում են անհրաժեշտ տարիքային խմբի 4-5-ական էգ և արու առանձնյակներ ու տեղափոխվում սննդարար նյութով փորձանոթների մեջ: Համապատասխան ինկուբացիայից հետո կատարվում է ստացված սերնդի վերլուծություն: Արդյունքները ներկայացվում են աղյուսակ 7-ի ձևով:

Աղյուսակ 7

Էպիստատիկ փոխազդեցության արդյունքները

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
27.11	3	ծնողական երկու ձևերի աչքերը փոքրացած են՝		
		F_1-ում ստացվել է 4 ֆենոտիպ՝ փոքրացած աչքերով՝ L, նորմալ աչքերով՝	27.11	F_1-ում ստացվել է 160 պտղաճանճ, այդ թվում՝ տարբեր չափով փոքրացած աչքերով՝ 130, նորմալ աչքերով՝ 30

Տրամախաչման սխեման ներկայացվում է ըստ աղյուսակ 8-ի:

Աղյուսակ 8

Տրամախաչման ենթարկվող երկու տարբեր գծերի պտղաճանճերի գենոտիպերը

Գամետներ / Գամետներ		L+	+	+ +
L				
L +		L L++		+L ++
+			++	++ +
+ +		+L ++	++	++ ++

Ներկված վանդակներում ներկայացված են աչքերի նորմալ չափն ապահովող գենոտիպերը, բոլոր մյուս դեպքերում պտղաճանճերի աչքերը ձևավորվում են փոքրացման դեֆորմացիաներով:

Խնդիրներ և առաջադրանքներ

1. Պտղաճանճի մարմնի մոխրագույն երանգը պայմանավորվում է B գենի դոմինանտ ալելի ազդեցությամբ, իսկ սև երանգը ձևավորվում է նույն գենի հոմոզիգոտ ռեցեսիվությամբ՝ bb: Երկու մոխրագույն պտղաճանճերի տրամախաչումից ստացված ամբողջ սերունդը մոխրագույն է: Ինչպիսի գենոտիպեր են հնարավոր ծնողական զույգերի մոտ:

2. Լոլիկի նորմալ հասակը (A) դոմինանտ է կարճահասակության (aa) նկատմամբ: Որոշել՝

ա) խաչասերվող առանձյակների գենոտիպերը, եթե ստացված սերնդում ճեղքումը կատարվել է 1/1 հարաբերությամբ,

բ) խաչասերվող առանձյակների գենոտիպերը, եթե ստացված սերնդում ճեղքումը կատարվել է 3/1 հարաբերությամբ:

3. Գարու վաղահասությունը (P) դոմինանտ է ուշահասության նկատմամբ: Երկու սորտերի տրամախաչումից ստացված սերնդում ճեղքումը կատարվել է 3/1 հարաբերությամբ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերն ու ֆենոտիպերը:

4. Մարդու աչքերի դարչնագույն երանգը (K) դոմինանտ է երկնագույն երանգի նկատմամբ: Դարչնագույն աչքերով կինը, որի հայրը կապուտաչյա էր, ամուսնացել է կապուտաչյա տղամարդու հետ, որի ծնողներն ունեին դարչնագույն աչքեր: Նրանցից ծնվել է դարչնագույն աչքերով երեխա: Որոշել բոլոր նշված անձանց գենոտիպերը:

5. Կանաչ, կնճռոտ հատիկներից աճեցված ոլոռը փոշոտվել է դեղին, հարթ հատիկներով ոլոռի ծաղկափոշով: Ճեղքումն առաջին սերնդում կատարվել է 1 մաս դեղին, հարթ /1 մաս դեղին, կնճռոտ /1 մաս կանաչ, հարթ /1 մաս կանաչ, կնճռոտ հարաբերությամբ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերը:

6. Ցորենի անքստությունը (A) դոմինանտ է քստավորության (a) նկատմամբ, իսկ կարմիր երանգը (B) դոմինանտ է սպիտակ երանգի (b) նկատմամբ: Քստավոր սպիտակ ցորենը տրամախաչվել է հոմոզիգոտ, անքստավոր կարմիր ցորենի հետ: Որոշել ինչպիսին է լինելու ճեղքումն առաջին և երկրորդ սերունդներում:

7. Անքստավոր, սպիտակ հասկով բույսը խաչասերվել է քստավոր, կարմրահասկ բույսի հետ: Ճեղքումը կատարվել է 33 անքստավոր, կարմիր /32 անքստավոր, սպիտակ հարաբերությամբ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերը:

8. Պտղաճանճերի մարմնի մոխրագույն երանգը (B) դոմինանտ է սև երանգի (b) նկատմամբ, իսկ երկար թևերը (V) դոմինանտ են կարճ թևերի նկատմամբ: Երկու կարճաթև պտղաճանճերի (մեկը՝ մոխրագույն, մյուսը՝ սև) տրամախաչումից ստացվել է մոխրագույն, կարճ թևերով սերունդ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերը:

9. Մարդու աջլիկությունը (N) դոմինանտ է ձախլիկության նկատմամբ, իսկ աչքերի դարչնագույն երանգը (K) դոմինանտ է երկնագույն երանգի նկատմամբ: Դարչնագույն աչքերով աջլիկն ամուսնացել է կապուտաչյա ձախլիկի հետ: Ծնված երկու զավակներից մեկը կապուտաչյա աջլիկ է, իսկ մյուսը՝ կապուտաչյա ձախլիկ: Որոշել մոր գենոտիպը:

10. Կապուտաչյա աջլիկն ամուսնացել է դարչնագույն աչքերով ձախլիկի հետ: Նրանց երեխան կապուտաչյա ձախլիկ է: Որոշել ծնողների գենոտիպերը:

11. Ոլոռի հատիկների դեղին երանգը (A) դոմինանտ է կանաչ երանգի (a) նկատմամբ, հարթ մակերեսը (B)՝ կնճռոտ մակերեսի (b) նկատմամբ, ծաղիկների կարմիր գույնը (C)՝ սպիտակ գույնի (c) նկատմամբ: Ոլոռի եռահետերոզիգոտ բույսը տրամախաչվել է եռահոմոզիգոտ ռեցեսիվի հետ: Որոշել՝

ա) գենոտիպերի քանակը ստացված սերնդում,

բ) սերնդի որ մասն է պարունակում բոլոր դոմինանտ գենները,

գ) սերնդի որ մասն է պարունակում բոլոր ռեցեսիվ գենները:

12. Որոշել ֆենոտիպային շեղման հարաբերությունը ինքնափոշոտման դեպքում, եթե բույսն ունեցել է կնճռոտ սերմեր և հետերոզիգոտ է ծաղկի ու սերմերի գույների գենների լոկուսներում:

13. Հոտավետ ոլոռի ծաղիկների վառ կարմիր գույնը պայմանավորված է երկու կոմպլիմենտար դոմինանտ գենների (A, B) համատեղ գործունեությամբ: Այս դոմինանտ ալելներից յուրաքանչյուրի բացակայության դեպքում ծաղիկները լինում են սպիտակ:

Որոշել կարմիր ծաղիկներով ոլոռի ինքնափոշոտման արդյունքում ստացված սերնդի ֆենոտիպը, եթե՝

ա) ոլոռը երկհետերոզիգոտ է,

բ) ոլոռը հետերոզիգոտ է ըստ մեկ հատկանիշի:

14. Դդումի սկավառակաձևությունը պայմանավորված է երկու ոչ ալելային գենների դոմինանտ ալելների (A, B) կոմպլիմենտար փոխազդեցությամբ: Դրանցից յուրաքանչյուրի բացակայության դեպքում ձևա-

վորվում է կլոր պտուղ, իսկ երկհոմոզիգոտ ռեցեսիվների առկայությամբ պտուղը լինում է երկարուկ: Դոմինանտ գեներով հոմոզիգոտ դդմենին տրամախաչվել է երկարուկ դդմենու հետ: Որոշել ստացված սերնդի գենոտիպը և ֆենոտիպը:

15. Դարու հատիկների սև գույնը պայմանավորված է A գենի A էպիստատիկ դոմինանտ ալելով: Մոխրագույն երանգը որոշվում է B գենի B դոմինանտ ալելով, որը ճնշվում է A գենի կողմից, եթե դրանք հանդիպում են գենոտիպում: Երկու դոմինանտների բացակայության դեպքում ձևավորվում է սպիտակ գույն: Սև հատիկներով բույսի ինքնափոշոտման արդյունքում կատարվել է ճեղքում 12 սև /3 մոխրագույն /1 սպիտակ հարաբերությամբ: Որոշել մայրական օրգանիզմի գենոտիպը:

16. Դդումի պտուղների սպիտակ գույնը որոշվում է դոմինանտ W էպիստատիկ գենի ալելով, դեղին գույնը՝ դոմինանտ Y էպիստատիկ գենի ալելով: W գենի դոմինանտի ներկայությամբ երկրորդ դոմինանտն իր հատկանիշը չի դրսևորում: Երկհոմոզիգոտ ռեցեսիվները լինում են կանաչ: Սպիտակ և կանաչ պտուղներով դդմենիների տրամախաչումից ստացված սերնդում պտուղների մի մասը սպիտակ է, մյուս մասը՝ կանաչ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերը:

17. Ցորենի գարնանացան հատկությունը ձևավորվում է երկու պոլիմեր գեների դոմինանտներով: A_1, A_2 դոմինանտների հոմոզիգոտությունը համապատասխանում է գարնանացան հատկությանը, a_1, a_2 գեների հոմոզիգոտ գենոտիպը՝ աշնանացան հատկությանը: Ցորենի ինքնափոշոտման արդյունքում ստացվել է ճեղքում 3/1 հարաբերությամբ: Որոշել ծնողական ձևերի գենոտիպերը:

18. Որոշել $A_1A_1a_2a_2 \times a_1a_1a_2a_2$ տրամախաչումից ստացված հիբրիդների ֆենոտիպերը և գենոտիպերը:

19. Ճագարների մազածածկի գունավորումը որոշող գենը բազմալել է: Ալելների միջև գործում է աստիճանային դոմինանտություն: Բացարձակ դոմինանտ է C ալելը, որն առաջացնում է միատարր սև գունավորում: Ռեցեսիվ c ալելն առաջացնում է գունազրկություն (альбинизм), C ալելը՝ հիմալայան, այսինքն՝ ականջների, թաթերի և պոչի ծայրի սև գունավորում: Այս ալելը c-ի նկատմամբ դոմինանտ է, իսկ C-ի նկատմամբ՝ ռեցեսիվ: Որոշել CC գենոտիպով ճագարների մազածածկի երանգը: Ինչպիսին է ա) C c, բ) Cc, գ) cc, դ) CC գենոտիպերով առանձնյակների ֆենոտիպը:

20. Հետերոզիգոտ հիմալայան ճագարը տրամախաչվել է լանամաշկի (альбинос) հետ: Որոշել ստացված սերնդի գենոտիպը և ֆենոտիպը:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 13.

ՇՂԹԱՅԱԿՑՎԱԾ ԺԱՌԱՆԳՈՒՄ: ԿՐՈՍԻՆԳՈՎԵՐ: ԼՐԻՎ ՇՂԹԱՅԱԿՑՈՒՄ

Քանի որ, սեռական եղանակով բազմացող տեսակների հատկանիշների ժառանգման բնույթի հետազոտությունները հաճախ ավարտվում էին Մենդելի օրենքների դրույթներին հակասող արդյունքներով, ուստի ժամանակի ընթացքում անհրաժեշտություն առաջացավ ձևավորել նոր պատկերացումներ: 20-րդ դարի 20-ական թվականներին Մորգանն իր գիտախմբի հետ ձեռնարկեց հետազոտություններ, որոնց նպատակն էր ապացուցել կամ հերքել գեների շղթայակցված ժառանգման վերաբերյալ իր իսկ կողմից առաջարկված վարկածը: Փորձերի արդյունքները լիովին ապացուցեցին այդ վարկածը և արդյունքում ձևավորվեց քրոմոսոմային տեսությունը, որի համաձայն գեները քրոմոսոմներում գտնվում են մեկ գծի վրա՝ դասավորված որոշակի կետերում՝ լոկուսներում, ունեն որոշակի չափեր, դրանց միջև առկա են միջանկյալ, չեզոք հատվածներ: Միևնույն քրոմոսոմներում գտնվող գեներն ընդհանրապես ժառանգվում են միասին՝ շղթայակցված, որոշ դեպքերում էլ կատարվում է կրոսինգովեր և հոմոլոգ քրոմոսոմների միջև տեղի է ունենում շղթաների հատվածների փոխանակում: Շղթայակցման խմբերի թվաքանակը հավասար է լինում տեսակը բնորոշող քրոմոսոմային հապլոիդ հավաքակազմին, իսկ կրոսինգովերի հաճախականությունը հարևան գեների միջև ուղղակիորեն կապված է լինում քրոմոսոմում ունեցած հեռավորությամբ. հեռու գեների միջև ավելի թույլ է արտահայտվում շղթայակցման ուժը, ավելի հավանական է լինում կրոսինգովերը: Հեռավորությունը գեների միջև հաշվարկվում է ըստ կրոսինգովերի 1 % հաճախականության, որը հավասար է հեռավորության չափանիշի 1 միավորի՝ 1 մորգանիդի:

Կրոսինգովերի հաճախականությունը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$K = \frac{\text{Կրոսային առանձնյակների թվաքանակ}}{\text{Ամբողջ սերնդի թվաքանակ}} \cdot 100\ \%:$$

Ընտանի կենդանիների մոտ կրոսինգովերը հանդիպում է և իգական, և արական սեռական բջիջներում, իսկ պտղաճանճերի մոտ՝ միայն

իգական սեռական բջիջներում, քանի որ արական սեռական գեղձերի բջիջներում կրոսինգովեր չի կատարվում: Սեռական քրոմոսոմները տարբերվում են իրենց գենային կազմով: Այսպես՝ մարդկանց X քրոմոսոմում գտնվում եմ մոտ 100 սոմատիկ գեներ, որոնք բացակայում են Y քրոմոսոմում: Նույնանման երևույթ նկատվում է նաև պտղաճանճերի սեռական քրոմոսոմներում: Օրինակ՝ աչքերի գույնը որոշող գենը կազմում է X քրոմոսոմի բաղկացուցիչ մասը: Սեռական քրոմոսոմում գտնըվող գեներով որոշվող հատկանիշները կոչվում են սեռի հետ շղթայակցված հատկանիշներ:

Գամետոգենեզի ժամանակ զույգ քրոմոսոմները տարամիտվում են դեպի բևեռները, ինչն արտահայտվում է հետևյալ սխեմայով՝

$$\frac{ab}{AB} \rightarrow ab:$$

Պարապմունքի նպատակը: Ծանոթանալ շղթայակցված ժառանգմանը և հատկանիշների ժառանգման վրա կրոսինգովերի ազդեցությանը: Հաշվարկել տրամախաչումից ստացված ֆենոտիպերի թվաքանակը, վերլուծել ստացված արդյունքներն ըստ Մենդելի օրենքների և քրոմոսոմային տեսության դրույթների կիրառման: Բացահայտել կրոսային առանձնյակների թվաքանակը, հաշվարկել կրոսինգովերի հաճախականությունը:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Սննդարար նյութով փորձանոթներ, պտղաճանճերի գծեր:

Աշխատանքի ընթացքը: Վերը ներկայացված մեթոդների համաձայն՝ կատարել երկու գծերի տրամախաչում: Փորձի ընթացքում օգտագործել հետևյալ ստուգված գծերը. -b̄- մարմնի գույնը սև (ռեցեսիվ մուտացիա), B-մարմնի գույնը - ̄-կարճ թևերով (ռեցեսիվ մուտացիա), $^{+}$- նորմալ թևերով (+):

Տրամախաչման սխեման և արդյունքները գրանցել ըստ աղյուսակ 9-ի:

F_1 սերնդի արուի և հոմոզիգոտ ռեցեսիվ էգի տրամախաչումից ստացված F_2 սերնդում, ըստ Մենդելի անկախ ժառանգման օրենքի, հավանական է 9/3/3/1 հարաբերությանբ ճեղքումը, եթե գեները շղթայակցվաց չեն: Գեների շղթայակցման դեպքում, քանի որ հետերոզիգոտն արուներն են և դրանց մոտ բացառվում է կրոսինգովերը, ճեղքումը տեղի է ունենում 1/1 հարաբերությանբ:

Հատկանիշների ժառանգման փորձի ընթացքը և արդյունքները
լրիվ շղթայակցման դեպքում

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
13.11	3	մոխրագույն, կարճ թևերով × սև, նորմալ թևերով՝ × + +		
		ամբողջ սերունդը՝ հետերոզիգոտ, միակերպ, մոխրագույն, նորմալ թևերով՝ F_1 +	27.11	F_1-ում ստացվել է 120 պտղաճանճ՝ բոլորը մոխրագույն, նորմալ թևերով
27.11		P F_1 + × bb ըստ ֆենոտիպի՝ F_2 +	11.12	F_2-ում ստացվել է 128 պտղաճանճ, այդ թվում՝ մոխրագույն, նորմալ թևերով՝ 64, սև, կարճ թևերով՝64

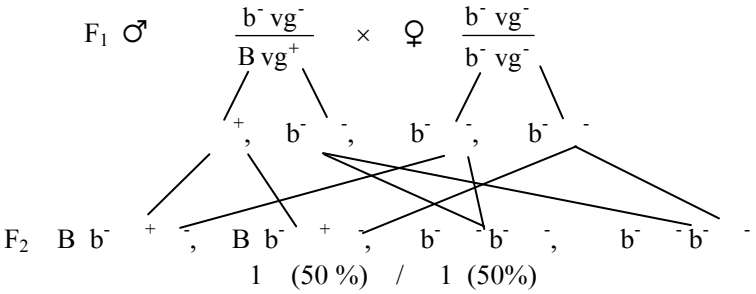
Փորձի ընթացքում ստացված արդյունքներն ապացուցում են նշված երկու գեների լրիվ շղթայակցումը՝

P ♀ + + × ♂ b- b- - -

| + b- -

F_1 B b- + - ամբողջ սերունդը միանման, մոխրագույն մարմնով և նորմալ թևերով հետերոզիգոտներ են:

Երկրորդ սերունդը ստացվում է հետևյալ տրամախաչումից՝



Ինչպես երևում է ներկայացված սխեմայից, ճեղքումը կատարվում է 1/1 հարաբերությամբ, այսինքն՝ սերնդի մի մասն ունի մոխրագույն մարմին և նորմալ թևեր, իսկ մյուս մասը՝ սև մարմին և կարճ թևեր:

Հատկանիշների ժառանգումը ոչ լրիվ շղթայակցման դեպքում

Պարապմունքի նպատակը: Կրոսինգովերի առկայության դեպքում ուսումնասիրել ճեղքումը երկրորդ սերնդում: Վերլուծել ճեղքման արդյունքում ստացված քանակական և տոկոսային հարաբերությունը: Հաշվարկել գենների միջև առկա հեռավորությունը քրոմոսոմներում:

Աշխատանքի ընթացքը: Ոչ լրիվ շղթայակցման ուսումնասիրությունը կատարվում է հակադարձ տրամախաչման եղանակով, այսինքն՝ տվյալ դեպքում հետերոզիգոտ օրգանիզմներն էգերն են, որոնց մոտ հնարավոր է կրոսինգովերը: Պարապմունք 15-ում ներկայացված փորձի ընթացքում ստացված սերնդից ընտրվում են հետերոզիգոտ էգեր, որոնք տրամախաչվում են հոմոզիգոտ ռեցեսիվ արուների հետ: Տրամախաչումը կատարվում է համապատասխան մեթոդական եղանակով՝ վերևում ներկայացված լաբորատոր աշխատանքների համաձայն: Ստացված արդյունքները գրանցվում են ըստ աղյուսակ 10-ի:

Աղյուսակ 10

Հատկանիշների ժառանգման վերլուծությունը ոչ լրիվ շղթայակցման դեպքում

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
27.11	6	մայրը՝ մոխրագույն մարմնով և նորմալ թևերով, հայրը՝ սև մարմնով և կարճ թևերով՝ P F_1 ♀ B b^{-} $^{+}$ $^{-}$ × ♂ b^{-} $^{-}$b^{-} $^{-}$		
		F_2-ում ստացվել է 4 ֆենոտիպ՝ $^{+}$ - մոխրագույն մարմնով և նորմալ թևերով, $^{-}$ - մոխրագույն մարմնով և կարճ թևերով, b^{-} $^{+}$- սև մարմնով և նորմալ թևերով, b^{-} $^{-}$- սև մարմնով և կարճ թևերով	10.12	F_1-ում ստացվել է 160 պտղաճանճ, այդ թվում՝ մոխրագույն մարմնով և նորմալ թևերով՝ 65, սև մարմնով և կարճ թևերով՝ 65, սև մարմնով և նորմալ թևերով՝ 15, մոխրագույն մարմնով և կարճ թևերով՝ 15

Ստացված սերնդի երկու վերջին խմբերը դրսևորում են հատկանիշների նոր, ծնողներին ոչ բնորոշ խմբավորումներ: Այսինքն՝ ձևավորված չորս ֆենոտիպերի դեպքում, ի տարբերություն Մենդելի երրորդ օրենքի, ստացված հարաբերությունները չեն կազմում 1/1/1/1, քանի որ երկու ծնողական հատկանիշներ կրող խմբերը բազմաքանակ են, իսկ նոր հատկանիշներ դրսևորողները՝ քիչ քանակության:

Ֆենոտիպերի հաճախականությունը սերնդում հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$F\,B_{vg^+} = \frac{65 \cdot 100\ \%}{160} = 40{,}6\ \%:$$

F_{b^-} ֊ ֊ ֊

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 14.

ՍԵՌԻ ՀԵՏ ՇՂԹԱՅԱԿՑՎԱԾ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ԺԱՌԱՆԳՈՒՄԸ

Պարապմունքի նպատակը: Ծանոթանալ սեռի հետ շղթայակցված հատկանիշների ժառանգման առանձնահատկություններին, տիրապետել հակադարձ տրամախաչման մեթոդին:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Բոլոր այն սարքավորումները և նյութերը, որոնք անհրաժեշտ են պտղաճանճերի ուսումնասիրման փորձերում:

Կիրառվող լաբորատոր հետազոտությունների մեթոդները նույնպես նույնն են:

Ընդհանուր դրույթներ: Սեռական քրոմոսոմներում գտնվող մարմնական գեներով են պայմանավորվում ոչ սեռական հատկանիշները: Այս գեները սեռական քրոմոսոմների հետ փոխանցվում են (որոշ հատկություններով) սերնդից սերունդ: Այսպես՝ բոլոր կաթնասունների և պտղաճանճերի հոմոգամետ, այսինքն՝ նույն սեռական քրոմոսոմներ ունեցող սեռը իգականն է, իսկ տարբեր սեռական քրոմոսոմներ ունեցող հետերոգամետ սեռը՝ արականը: Թռչունների մոտ հետերոգամետ սեռն իգականն է:

Պտղաճանճի էգն ունի երկու XX սեռական քրոմոսոմ, իսկ արուն՝ XY քրոմոսոմային հավաքակազմ: Մայրական X քրոմոսոմում գտնվող գեները փոխանցվում են ինչպես արու սերնդին, այնպես էլ էգ սերնդին, իսկ հայրական X քրոմոսոմում գտնվող գեները փոխանցվում են միայն էգ սերնդին:

Այսպիսով, արուների մոտ X քրոմոսոմի գեները ներկա են հապլոիդ՝ հոմոզիգոտ վիճակում և դրսևորվում են առաջին սերնդում: Սեռի հետ շղթայակցված հատկանիշների բացահայտման համար կիրառվում է ուղիղ և հակադարձ (ռեցիպրոկ) տրամախաչումների մեթոդը: Ուղիղ և հակադարձ տրամախաչումների սխեման ներկայացվում է ստորև:

Աչքերի գույնը որոշող գենը գտնվում է X քրոմոսոմում, դրա ալելները - + (դոմինանտ՝ կարմիր գույնի): Y քրոմոսոմը նշվում է ⊃ նշանով:

	Ուղղիղ տրամախաչում			Հակադարձ տրամախաչում		
	կարմրաչք		սպիտակաչք	սպիտակաչք		կարմրաչք
P♀	$\frac{w^+}{w^+}$	× ♂	$\frac{w^-}{\supset}$	P♀	$\frac{w^-}{w^-}$	× ♂ $\frac{w^+}{\supset}$
գամետներ	+ +	- +	⊃	գամետներ	- +	+ - ⊃
F^1 ♀	$\frac{}{w^-}$	♂	$\frac{}{\supset}$	F^1 ♀	$\frac{}{w^-}$	$\frac{}{\supset}$

Բոլոր առանձնյակներից էգերը կարմրաչք են, արուները՝ սպիտակաչք: Երկրորդ սերունդը ստանալու համար ուղիղ փորձում տրամախաչվում են առաջին սերնդի հետերոզիգոտ էգերը և կարմրաչք արուները: Հակառակ դեպքում տրամախաչվում են նույն էգերը և սպիտակաչք արուները:

F^1 ♀	$\frac{w^+}{w^-}$	♂	$\frac{w^+}{\supset}$	F^1 ♀	$\frac{w^+}{w^-}$		$\frac{w^-}{\supset}$	
գամետներ	+ -	+	⊃		+ -		-	⊃
F_2	+ +	+ -	+ ⊃ - ⊃	F_2	+ -	- -	+ ⊃	- ⊃
	1+	1+	1+ 1-		1+	1-	1+	1-
	3/1				1/1			
	1-ին տարբերակ				2-րդ տարբերակ			

Առաջին տարբերակում տրամախաչման արդյունքում տեղի ունեցած ճեղքումը կրում է 1/3 բնույթ, թեև բոլոր էգերը կարմրաչք են, իսկ արուների կեսը՝ սպիտակաչք: Այսինքն՝ ճեղքումը կատարվում է միայն արուների մոտ և պայմանավորվում է էգերի հետերոզիգոտությամբ: Էգ սերնդից բոլորը ստանում են հայրական կարմիր աչքերի ալելը և դրսևորում են միայն այդ հատկանիշը:

Երկրորդ տարբերակում ճեղքումը երկու սեռերի համար էլ կրում է 1/1 բնույթ: Այս օրինաչափությունը պայմանավորվում է արուների մոտ աչքերի կարմիր գույնի ալելի բացակայությամբ, ինչի պատճառով աչքերի գույնը որոշվում է բացառապես մայրական հետերոզիգոտ գենոտիպով:

Աշխատանքի ընթացքը: Փորձերի համար ընտրել միևնույն տարիքային խմբի հետերոզիգոտ էգեր՝ յուրաքանչյուր տրամախաչման համար 4-ական: Առաջին փորձի համար վերցնել կարմրաչք, երկրորդ փորձի համար՝ սպիտակաչք արուներ՝ յուրաքանչյուր տրամախաչման համար նունպես 4-ական: Համարակալել սննդարար նյութով փորձանոթները և կատարված մյուս համարակալումների հետ գրանցել աշխատանքային տետրում (աղյուսակներում): Բոլոր գործողությունները կատարել ընդունված աշխատանքային մեթոդներով: Երկու շաբաթ անց վերլուծել կատարված զուգակցման արդյունքները: Ստացված տվյալները լրացնել ըստ աղյուսակներ 11, 12-ի:

Փորձերի արդյունքները համապատասխանում են սեռի հետ շղթայակցված ժառանգման տեսականորեն սպասվող ճեղքման հարաբերությանը և մի անգամ ևս ապացուցում են այդ շղթայակցումը: Բացահայտված օրինաչափությունների համաձայն, օգտագործելով գենետիկական նշադրումները, կարելի է վաղ տարիքում որոշել սերնդի սեռը:

Օրինակ՝ սուսեկս ցեղի արծաթագույն երանգի S գենով հավերին (էգերը հետերոգամետ են) և նյուհեմփշիր ցեղի աքաղաղին, որն ունի ոսկե խաչելու արդյուն - փայլության գենի շնորհիվ ավելի բաց գունավորում ունեցող աքաղաղներ և ⊃ գենոտիպով, ավելի մուգ, ոսկեփայլ գունավորմամբ հավեր:

Աղյուսակ 11

Հատկանիշների ժառանգման վերլուծությունը սեռի հետ շղթայակցման դեպքում (տարբերակ 1)

Փորձ կատարելու ամիսը, ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը,ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
27.11	6	մայրը՝ հետերոզիգոտ, կարմիր աչքերով, հայրը՝ հոմոզիգոտ, կարմիր աչքերով՝ P F_1 ♀ $^{+}$ $^{-}$ × ♂ $^{+}$⊃		
		F_2-ում ստացվել է 2 ֆենոտիպ՝ $^{+}$- բոլոր էգերը կարմիր աչքերով, $^{+}$- արուների 1/2 կարմիր աչքերով, $^{-}$-արուների 1/2 սպիտակ աչքերով	10.12	F_1-ում ստացվել է 180 պտղաճանճ, այդ թվում՝ կարմիր աչքերով էգեր՝ 90, կարմիր աչքերով արուներ՝ 45, սպիտակ աչքերով արուներ՝ 45

Աղյուսակ 12

Հատկանիշների ժառանգման վերլուծությունը սեռի հետ շղթայակցման դեպքում (տարբերակ 2)

Փորձ կատարելու ամիսը,ամսաթիվը	Փորձանոթի համարը	Խաչասերումից տեսականորեն սպասվելիք ֆենոտիպերը և գենոտիպերը	Փորձի արդյունքների վերլուծության ամիսը, ամսաթիվը	Խաչասերումից ստացված փաստացի արդյունքները
27.11	6	մայրը՝ հետերոզիգոտ, կարմիր աչքերով, հայրը՝ հոմոզիգոտ, սպիտակ աչքերով՝ P F_1 ♀ $^{+}$ $^{-}$ × ♂ $^{-}$⊃		
		F_2-ում ստացվել է 2 ֆենոտիպ՝ $^{+}$- բոլոր էգերի 1/2 կարմիր աչքերով, $^{-}$- բոլոր էգերի 1/2 սպի $^{+}$- արուների 1/2 կարմիր աչքերով, $^{-}$-արուների 1/2 սպիտակ աչքերով	10.12	F_1-ում ստացվել է 180 պտղաճանճ, այդ թվում՝ սպիտակ աչքերով էգեր՝ 45, կարմիր աչքերով էգեր՝ 45, սպիտակ աչքերով արուներ՝ 45, կարմիր աչքերով արուներ՝ 45

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 15.

ՔՐՈՄՈՍՈՄԱՅԻՆ ՔԱՐՏԵԶՆԵՐ

Ընդհանուր դրույթներ: Քրոմոսոմներում գեների լոկուսների բացահայտումը մեծ նշանակություն ունի ինչպես տեսական, զուտ գիտական հետազոտությունների, այնպես էլ մասնավոր գենետիկական ուսումնասիրությունների, սելեկցիոն աշխատանքների, հիվանդությունների և անոմալիաների ժառանգման հարցերի պարզաբանման համար: Մեծ է նաև գենետիկական նշադրումների մշակման և օգտագործման գործնական նշանակությունը: Պտղաճանճերի քրոմոսոմային քարտեզների կազմումն առաջիններից է այս ոլորտում: Ժամանակակից հետազոտությունների շնորհիվ քրոմոսոմային քարտեզներ են կազմվել նաև մարդկանց, ընտանի կենդանիների և թռչունների վերաբերյալ:

Քրոմոսոմային քարտեզների կազմումն սկսվում է տեսակի կարիոգրամի կառուցման փուլից: Կարիոգրամի կառուցումը կատարվում է կարիոտիպի բազմաթիվ վերլուծությունների արդյունքում, որոնց շնորհիվ բացահայտվում են հոմոլոգ քրոմոսոմները, կատարվում են դրանց կարգաբանական ռանգավորում և ֆիզիկական չափումներ: Այնուհետև մեծից փոքր սկզբունքով, ըստ կառուցվածքային տեսակի նշադրումների, կառուցվում է հոմոլոգ քրոմոսոմների զույգերի պատկերը, որն էլ կոչվում է կարիոգրամ:

Գեները քրոմոսոմներում տեղադրված են գծային եղանակով՝ մի գծի վրա: Քրոմոսոմները չեն ճյուղավորվում: Որքան ավելի մեծ է հեռավորությունը գեների միջև, այնքան ավելի հաճախ է կատարվում կրոսինգովեր: Սակայն պետք է հաշվի առնել նաև, որ շատ հեռու գտնվող գեների միջև հնարավոր են նաև կրկնակի և նույնիսկ եռակի կրոսեր:

Քրոմոսոմային քարտեզների կազմումը հիմնվում է այն փաստի վրա, որ նույն լոկուսներում գտնվող գեների միջև կրոսինգովերի հաճախականությունն անփոփոխ հաստատուն թիվ է տվյալ տեսակի համար:

Քրոմոսոմային քարտեզների կազմման երկրորդ փուլում բազմահիբրիդ տրամախաչումների վերլուծական ուսումնասիրությունների եղանակով բացահայտվում են շղթայակցման խմբերը:

Երրորդ փուլում վերլուծության են ենթարկվում կրոսինգովերի բոլոր տարբերակները և կրոսերի հաճախականության գործակցի հաշվարկների հիման վրա որոշվում են հեռավորությունները նույն շղթայակցման խմբի գեների միջև:

Անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև երկու տարբեր քրոմոսոմների մոտ կրոսինգովերի հաճախականության և գեների հեռավորության անհամապատասխանությունները, որոնք առաջանում են տարբեր ուսերում գտնվող գեների միջև կատարվող կրոսերի արդյունքում: Այս խնդրի պարզաբանման համար հաճախ անհրաժեշտ է լինում կատարել նաև ցիտոլոգիական (բջջաբանական) մանրադիտակային ուսումնասիրություններ:

Կրկնակի կրոսինգովերի ազդեցությունը կրոսերի հաճախականությունների վրա նպատակահարմար է վերլուծել կոնկրետ օրինակով:

Վերլուծության օրինակ: Ճագարների մոտ էրիթրոցիտների ագլյուտինացիայի արագության գենը - շղթայակցված է մատների երկարությունը որոշող - և մազածածկի խտությունը կարգավորող (f- գեների հետ: Բազմաթիվ վերլուծական տրամախաչումներն ամփոփվել են ճեղքման հետևյալ հարաբերությամբ. էրիթրոցիտների ագլյուտինացիայի նորմալ արագությամբ, մատների նորմալ երկարությամբ և մազածածկի նորմալ խտությամբ եռահետերոզիգոտ գենոտիպով էգերը տրամախաչվել են խախտված ագլյուտինացիայով, կարճ մատներով և նոսր մազածածկով հոմոզիգոտ ռեցեսիվ արուների հետ ff : Ստացված սերնդում գրանցվել է հատկանիշների հետևյալ ճեղքումը.

ընդանուր թվաքանակը՝ 1000 գլուխ,

- նորմալ ագլյուտինացիա, նորմալ մատներ, խիտ մազածածկ՝ 316 գլուխ,
- խախտված ագլյուտինացիա, կարճ մատներ, նոսր մազածածկ՝ 316 գլուխ,
- խախտված ագլյուտինացիա, նորմալ մատներ, նոսր մազածածկ՝ 142 գլուխ,
- խախտված ագլյուտինացիա, կարճ մատներ, խիտ մազածածկ՝ 141 գլուխ,
- խախտված ագլյուտինացիա, նորմալ մատներ, խիտ մազածածկ՝ 42 գլուխ,
- նորմալ ագլյուտինացիա, կարճ մատներ, նոսր մազածածկ՝ 43 գլուխ:

Շղթայակցման փաստն ապացուցելու կամ հերքելու նպատակով վերլուծության են ենթարկվում ստացված արդյունքները: Եռահիբրիդ ոչ շղթայակցված վերլուծական տրամախաչման դեպքում, Մենդելի օրենք-

ների համաձայն, պետք է ստացվեր 1/1/1/1/1/1/1/1 հարաբերությամբ ճեղքում, սակայն ներկայացված օրինակում ճեղքումն այլ է, ուստի կարելի է պնդել շղթայակցման առկայության փաստը:

Գենների տեղը քրոմոսոմում պարզելու նպատակով առանձին գենային զույգերի համար կատարվում է կրոսինգովերի հաճախականությունների հաշվարկ՝

1. -F:
2. F- :

-

Ներկայացված գենային զույգերի համար հաշվարկվում է կրոսային առանձնյակների թվաքանակը՝

1. -ի գումարը կազմում է 42+43=85:
2. -ի գումարը կազմում է 141+142=283:
3. -ի գումարը կազմում է 141+42+142+43=368:

Հաճախականության բանաձևում ստացված արդյունքներն օգտագործելու համաձայն ստացվում է՝

1. $K = \frac{85 \cdot 100\ \%}{1000} = 8{,}5\ \%$ (հեռավորությունը գենների միջև հավասար է 8,5 մորգանիդի):
2. $K = \frac{283 \cdot 100\ \%}{1000} = 28{,}3\ \%$ (հեռավորությունը գենների միջև հավասար է 28,3 մորգանիդի):
3. $K = \frac{368 \cdot 100\ \%}{1000} = 36{,}8\ \%$ (հեռավորությունը գենների միջև հավասար է 36,8 մորգանիդի):

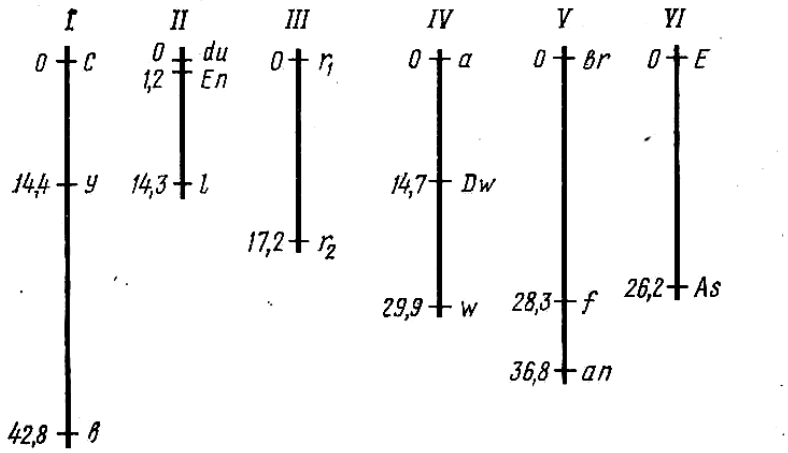
ջև:

Երրորդ F գենը կարող է գտնվել միայն այս երկու գենների միջև ընկած հատվածում: Այս պնդումը ստուգելու համար կատարվում է երկու մնացած հատվածների գումարում՝ 28,3 +8,5 = 36,8 մորգանիդ:

Այսպիսով, ստացված արդյունքները թույլ են տալիս տվյալ գենների տեղադրումը քրոմոսոմում ճշտված համարել հետևյալ եղանակով՝

Ներկայացված օրինակում անտեսվում է կրկնակի կրոսինգովերի հնարավորությունը:

Բազմաթիվ հետազոտությունների արդյունքում ճագարների 6 զույգ քրոմոսոմների համար կազմվել են քարտեզներ (նկ. 9):



Նկ. 9. Ճագարների գեների շղթայակցման խմբերի քարտեզներ:

Նկարում տրված լոկուսների վերլուծությունը կատարվում է Ի.Ա. Զախարովի ներկայացրած (1979 թ.) տվյալների համաձայն (աղյուսակ 13):

Առաջարկվում է, օգտագործելով ներկայացված տվյալները, երկու, երեք և ավել գեների լոկուսների որոշման նպատակով կատարել ինքնուրույն վերլուծություն՝ առանց օգտվելու բերված քարտեզներից:

Օրինակ՝ գունավորման (O), կատարի ձևի (P) և ճտերի փետուրների գունավորումը (պայմանավորող գեները գտնվում են 3-րդ զույգ քրոմոսոմներում: O դոմինանտը պայմանավորում է ձվերի երկնագույն երանգը, o ռեցեսիվը՝ սպիտակ երանգը, P դոմինանտը՝ կատարի ոլորաձև լինելը, ռեցեսիվը՝ տերևաձև լինելը, ռեցեսիվը՝ ճտերի փետուրների մարմարաթույր գունավորումը, Ma դոմինանտը՝ գունավորման միակերպ, հավասար լինելը:

Աղյուսակ 13

Ճագարների գենների շղթայակցման խմբերի քարտեզներ

Գեն		Քրոմոսոմի համարը	Լոկուսը	Ֆենոտիպ
նիշը	անվանումը			
a		4	0	սև մազածածկ
		5	36,8	էրիթրոցիտների ագլյուտինացիա
		6	26,2	ատրոպինէսթերազայի սինթեզում
b		1	42,8	դարչնագույն մազածածկ
		5	0	կարճ մատներ
		1	16	գլաուկոմանման հիվանդություն
c		1	0	գենի ալելները ձևավորում են շինշիլայի գունավորումից մինչև գունազրկություն
		2	0	սպիտակ գոտի պիգմենտային ֆոնի վրա
		4	14,7	գաճաճություն, անկում ծնվելուց հետո
E		6	0	խառը գունավորում
		2	1,2	գունավոր պուտեր սպիտակ մազածածկի վրա
f		5	28,3	շատ նոսր մազածածկ
		2	14,3	երկար մազածածկ (անգորյան)
1	1	3	0	կարճ մազածածկ (ռեքս)
2	2	3	17,2	նույնը
	-	4	29,9	ագուտիանման գունավորում՝ լայն ժապավենով
		1	14,4	դեղին ճարպ

Հայտնի է, որ եռահետերոզիգոտ երկնագույն ձվեր, ոլորաձև կատար և հավասար գունավորման ֆենոտիպ ունեցող հավերից ու եռահոմոզիգոտ ռեցեսիվ աքլորներից ստացված 500 գլուխ ճտերի մոտ այդ գեների նկատմամբ գրանցվել է հետևյալ ճեղքումը.

OPMa - երկնագույն ձու, ոլորաձև կատար,
միագույն փետրածածկ՝ 155 գլուխ,
J - սպիտակ ձու, տերևաձև կատար,
մարմարաթույր փետրածածկ՝ 155 գլուխ,
- երկնագույն ձու, ոլորաձև կատար,
մարմարաթույր փետրածածկ՝ 92 գլուխ,
o - սպիտակ ձու, տերևաձև կատար,
միագույն փետրածածկ՝ 93 գլուխ,
- երկնագույն ձու, տերևաձև կատար,
միագույն փետրածածկ՝ 12 գլուխ,
o - սպիտակ ձու, ոլորաձև կատար,
մարմարաթույր փետրածածկ՝ 13 գլուխ:

Ներկայացված օրինակում բացակայում են կրկնակի կրոսինգովերի դեպքերի տվյալները:

Խնդիրներ և առաջադրանքներ

1. Մարդու հեմոֆիլիա հիվանդության գենը (H) շղթայակցված է սեռի հետ և գտնվում է X քրոմոսոմում: Հիվանդությունը ձևավորվում է գենի ռեցեսիվ ալելի ( ) առկայությամբ՝ հոմիզիգոտ վիճակում: Կինը, որի հայրը հիվանդ էր հեմոֆիլիայով, իսկ մոր կողմից ցեղում հիվանդություն չի գրանցվել, ամուսնացել է առողջ տղամարդու հետ: Որոշել այդ ընտանիքում առողջ սերունդ ծնվելու հավանականությունը:

2. Գարու ծիլերի կանաչ գույնը պայմանավորված է A և B գեների հոմոզիգոտ դոմինանտ կամ հետերոզիգոտ վիճակով: Եթե բացակայում է B ալելը, ծիլերը լինում են դեղին կամ սպիտակ: Տրամախաչումներից մեկի արդյունքում F_2-ում ստացվել է հետևյալ հարաբերությամբ ճեղքում՝ 205 կանաչ, 103 սպիտակ և 98 դեղին: Մեկնաբանել արդյունքները՝ հաշվի առնելով գեների շղթայակցման փաստը:

3. Պտղաճանճերի տրամախաչման արդյունքում F_2-ում ստացվել է հետևյալ ճեղքումը.

Ֆենոտիպեր	Արուներ	Էգեր
A-B-C$^-$	27	152
aaB-C$^-$	106	148
A-B-cc	4	-
A-bbC$^-$	13	-
A-bbcc	111	-
aaB-cc	10	-
aabbC$^-$	3	-
aabbcc	26	-
Ընդամենը՝	300	300

Ա. Որոշել այս գեների շղթայակցման բնույթը՝ սեռի հետ կամ առանց սեռի:

Բ. Հաշվարկել գեների միջև հեռավորությունը:

Գ. Բացահայտել ծնողական զույգի գենոտիպերը:

4. Ճագարների մոտ մազածածկի երկարությունը և գունավորումը որոշող գեները շղթայակցված են նաև ճարպի գույնը որոշող գենի հետ: Մազածածկի սև գույնը որոշող գենը (B) դոմինանտ է դարչնագույն երանգի գենի (b) նկատմամբ, մազի նորմալ երկարությունը որոշող գենը (L)՝ անգորյան գենի (նկատմամբ, իսկ ճարպի սպիտակ գույնը որոշող գենը (Y)՝ դեղնագույն երանգի գենի (նկատմամբ: Սև, նորմալ երկարության մազածածկով և սպիտակ ճարպով ցեղի ներկայացուցիչները տրամախաչվել են դարչնագույն, կարճ մազածածկով և դեղին ճարպով առանձնյակների հետ: F_1-ում ստացվել է 12, F_2-ում՝ 24 գլուխ:

Կատարել տրամախաչման ամբողջական վերլուծություն: Ինչ տիպի գամետներ են առաջանում էգ ճագարների մոտ: F_1-ում և F_2-ում ճագարներից քանիսն են հետերոզիգոտ: Քանի ֆենոտիպ է ձևավորվում F_2-ում. քանի ճագարների մոտ է դրսևորվում սև, նորմալ երկարության մազածածկ և սպիտակ ճարպ:

5. A, B և C գեները պատկանում են նույն շղթայակցման խմբին: Որոշել հեռավորությունը A և C գեների միջև, եթե հայտնի է, որ հեռավորությունը A և B գեների միջև հավասար է 8,5 մորգանիդի, իսկ B և C գեների միջև՝ 2,5 մորգանիդի:

տրամախաչվել է դեղնամոխրագույն մարմնով (Y), կարմիր աչքերով (V), նորմալ թևերով սերնդում բոլոր էգերը դրսևորել են հայրական, իսկ արուները՝ մայրական հատկանիշներ: F_1 սերնդի ներսում կատարված տրամախաչումից ստացված

F_2 սերնդի մոտ դրսևորվել է հետևյալ ճեղքումը. հայրական տիպի՝ 1781, մայրական տիպի՝ 1712, ալ կարմիր աչքերով, կտրված թևերով՝ 470, դեղին մարմնով, կտրված թևերով՝ 265:

Ներկայացված տվյալների հիման վրա կառուցել քրոմոսոմային քարտեզ՝ նշելով գեների հերթականությունը և հեռավորությունը:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 16.

ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳԵՆԵՏԻԿԱ

ՆՈՒԿԼԵԻՆԱԹԹՈՒՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԿԵՆՍԱՍԻՆԹԵԶԸ

Սպիտակուցների կենսասինթեզը

Ժառանգական նյութի կրողները, պահպանողները և սերնդից սերունդ փոխանցողները նուկլեինաթթուներն են, իսկ ավելի կոնկրետ՝ դեզօքսինուկլեինաթթուն, որը, շնորհիվ իր մոլեկուլի խոշոր չափերի, ինֆորմատիվության մեծ հնարավորությունների, երկշղթա կառուցվածքի, ինքնակրկնապատկման ունակության, միակն է, որ համապատասխանում է ժառանգական նյութին ներկայացվող պահանջներին: Այսինքն՝ ԴՆԹ-ն ոչ միայն պարունակում, պահպանում և սերնդից սերունդ հաղորդում է ինֆորմացիան, այլև լիովին ապահովում է տվյալ ինֆորմացիայի իրականացումը բջջի կենսագործունեության ընթացքում:

Ընդհանուր դրույթներ: Սպիտակուցի կենսասինթեզը պայմանավորվում է ժառանգական նյութով, ուստի ուսումնասիրությունները պետք է սկսել վերջինիս կառուցվածքի և սինթեզի հետազոտմամբ:

Նուկլեինաթթուները բարդ կենսաքիմիական պոլիմերներ են, որոնց մոնոմերները նուկլեոտիդներն են: Վերջիններիս քանակը յուրաքանչյուր նուկլեինաթթվում կազմում է 4: Սակայն դրանք իրենց կազմով տարբեր են լինում տարբեր նուկլեինաթթուներում: Նուկլեոտիդներն իրենց հերթին կազմված են լինում ազոտային հիմքերից (5 տեսակի), ածխաջրերից (դեզօքսիռիբոզ, ռիբոզ) և ֆոսֆորական թթվի մնացորդներից: Յուրաքանչյուր նուկլեոտիդի մոլեկուլում ֆոսֆորական թթվի մնացորդները միանում են երկու հարևան ածխաջրերին, որոնց երրորդ ակտիվ կենտրոնը կապված է ազոտային հիմքերի հետ: Արդյունքում շղթա-

յում մոնոմերների միացումը կատարվում է ածխաջրերի և ֆոսֆորական թթվի մնացորդների միջև առկա կապով:

Նուկլեոտիդների կառուցվածքը և կապերը մոնոմերների միջև կարելի է ներկայացնել հետևյալ սխեմայով՝

- Ֆ —— Ածխ. —— Ֆ - Ածխ. —— Ֆ - Ածխ. —— Ֆ - Ածխ. —— .....

↓ ↓ ↓ ↓

Ազոտ. հիմք Ազոտ. հիմք Ազոտ. հիմք. Ազոտ. հիմք

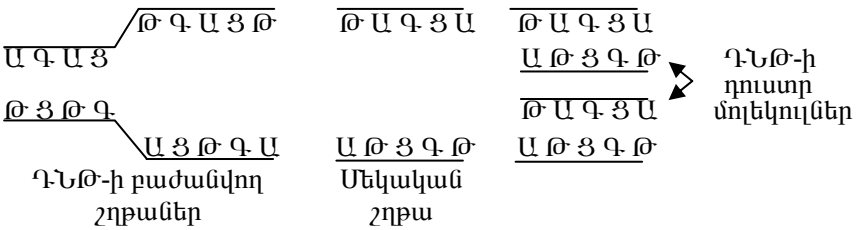
Ինչպես երևում է սխեմայից, հարևան ազոտային հիմքերի միջև անմիջական կենսաքիմիական կապը բացակայում է: Մոլեկուլում նուկլեոտիդների միջև հեռավորությունը կազմում է 3,4 A կամ 0,34 նանոմետր: Մոլեկուլի այսպիսի կառուցվածքն առաջացնում է նաև որոշակի բևեռացում, ինչն ազդեցիկ գործոն է պոլիմերային մոլեկուլների կենսասինթեզի կարգավորման հարցում:

Նուկլեինաթթուները, ըստ իրենց կառուցվածքի, կազմի և ֆունկցիայի, լինում են երկու տեսակ, այն է՝ դեզօքսինուկլեինաթթու և ռիբոնուկլեինաթթու:

Դեզօքսինուկլեինաթթուն կազմված է չորս նուկլեոտիդներից՝ ադենին, գուանին, թիմին, ցիտոզին (նուկլեոտիդներն անվանվում են իրենց կազմում առկա ազոտային հիմքի անունով), ֆոսֆորական թթվի մնացորդներից և դեզօքսիռիբոզ շաքարից: ԴՆԹ-ի մոլեկուլների կառուցվածքի առանձնահատկությունը երկշղթանիությունն է: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ միմյանց շուրջ ոլորվող երկու շղթաները կոմպլիմենտար են կամ համապատասխանող, ինչը նշանակում է, որ առաջին շղթայի նուկլեոտիդին միանում է երկրորդ շղթայում առկա համապատասխան նուկլեոտիդ: Կոմպլիմենտար են ադենին-թիմին (կապվում են կրկնակի ջրածնային կապերով) և գուանին-ցիտոզին (կապվում են եռակի ջրածնային կապերով) զույգերը: Ադենինը և գուանինը պուրինային, իսկ թիմինը և ցիտոզինը՝ պիրիմիդինային խմբի ազոտային հիմքեր են: Պուրինային հիմքերի երկարությունը կազմում է 12A, պիրիմիդինային հիմքերի երկարությունը՝ 8A: ԴՆԹ-ի տրամագիծը 20A է: Մոլեկուլը կազմված է մի քանի հազար նուկլեոտիդներից: Բարձրակարգ բույսերի և կենդանիների ԴՆԹ-ի մոլեկուլներում Ա+Թ քանակը > Գ+Ց քանակից, իսկ ցածրակարգերի ԴՆԹ-ի մոլեկուլներում՝ հակառակը: Մարդու ԴՆԹ-ի մոլեկուլների զանգվածը միջինում կազմում է $1,9 \cdot 10^{12}$, պտղաճանճինը՝ $1,1 \cdot 10^{11}$, իսկ էգ ցուպիկինը՝ $2,5 \cdot 10^{9}$: Ինչպես

երևում է բերված տվյալներից, զանգվածի, հետևաբար և ինֆորմացիայի ծավալները շեշտակիորեն տարբերվում են:

ԴՆԹ-ի մոլեկուլի ֆոսֆորական թթվով սկսվող ծայրը (մոլեկուլի սկիզբը) նշվում է 5′ (ըստ շաքարի համապատասխան ածխաջրի համարի): Այս ծայրից սինթեզվում է առաջին շղթան, որին զուգահեռ, կոմպլիմենտար սկզբունքով կատարվում է երկրորդ շղթայի կենսասինթեզը: Վերջին ծայրը նույն սկզբունքի համաձայն նշվում է 3′: Այս կենսաքիմիական ռեակցիան կատարվում է բջջի կորիզում ֆերմենտների և նուկլեոտիդների մեծ խմբաքանակի առկայությամբ՝ հանգստի փուլում (նախակորիզայինների մոտ՝ ցիտոպլազմայում): ԴՆԹ-ի կենսասինթեզը կոչվում է ռեդուպլիկացիա կամ կրկնապատկում: Պրոցեսին մասնակցում են ԴՆԹ-ի պոլիմերազ, տոպոիզամերազ, լիգազ և գելիկազ խմբերի ֆերմենտները: Տոպոիզամերազներն ուղղում, ապավոլորում են ԴՆԹ-ի մոլեկուլի որոշակի հատվածը, գելիկազները, սահելով մոլեկուլի վրայով, ընդհատում են միջշղթայական ջրածնային կապերը, իսկ շղթաների վրա պոլիմերազ ֆերմենտների ազդեցությամբ կատարվում է կոմպլիմենտար շղթաների կենսասինթեզ: Կրկնապատկումն առաջին շղթայի վրա կատարվում է 5′-ից 3′ ուղղությամբ՝ անընդհատ ձևով: Թեև երկրորդ շղթան ունի հակառակ կառուցվածք, սինթեզի ուղղությունը մնում է անփոփոխ: ՈՒստի երկրորդ շղթայի կենսասինթեզը կատարվում է հատվածներով՝ 3′ ծայրից դեպի 5′ ծայրը: Առաջացած շղթայի հատվածները միանում են ընդհանուր շղթային և կոչվում *Օկազակիի հատվածներ*: ԴՆԹ-ի երկրորդ շղթայի հատվածների սինթեզն սկսվում է ՌՆԹ-ի գրգռիչի ազդեցությամբ: Այնուհետև լիգազը միացնում է բոլոր հատվածները: Կենսասինթեզի այս եղանակի դեպքում յուրաքանչյուր ստացված մոլեկուլի կրկնակի շղթաներից մեկը ծնողականն է, իսկ մյուսը՝ նոր սինթեզվածը: Ստորև ներկայացված ԴՆԹ-ի կրկնապատկման ընթացքը բնորոշ է նախակորիզայիններին:



Նկ. 11. ԴՆԹ-ի կրկնապատկման սխեմա:

Կաթնասունների գենոմը մոտավորապես 3 միլիարդ նուկլեոտիդային զույգերի խմբավորում է: Հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ այս ահռելի ծավալի կրկնապատկման ընթացքում միջինում կատարվում է երեք սխալ:

Կենսասինթեզի բարձր արագության պայմաններում նման ճշգրտությունն ապահովվում է հատուկ համակարգով, որը կատարում է յուրաքանչյուր նուկլեոտիդի ճշգրտում: Քրոմոսոմների ռեպլիկացիան կատարվում է դիսկրետ, ընդհատ հատվածներով, որոնք կոչվում են *ռեպլիկոններ*: Վերջիններս պարունակում են կենսասինթեզի կենտրոններ, հաճախ էլ՝ *տերմինացիայի* մասեր: Այսպես՝ բակտերիաների պլազմիդները և օղակաձև նուկլեոիդներն առանձին ինքնուրույն ռեպլիկոններ են: Մոլեկուլի այն հատվածները, որոնք պատասխանատու են տերմինացիայի համար, կոչվում են *սայթեր*: Հատուկ գենի գործունեության նյութի կողմից սայթերի ճանաչվելու և դրանց միանալու արդյունքում ընդհատվում է ռեպլիկացիան: Կորիզավորների ռեպլիկոնների դերը կատարում են ինքնակրկնապատկվող հաջորդականությունները՝ ARS-երը, որոնք 1980 թ-ին բացահայտել են Ռ. Դևիսը և Գ. Կերբոնը: Հայտնի է, որ կաթնասունների կենսասինթեզի կենտրոնների մի մասը գտնվում է միջգենային հատվածներում: Ռեպլիկացիան կորիզավորների մոտ կատարվում է հանգստի փուլի S ենթափուլում՝ երկու ուղղություններով: Կորիզում գտնվող ռեպլիկացիայի գրգռիչ գործոնները՝ ORC-ները, միանում են ARS-երին՝ նպաստելով կրկնապատկմանը: Միացման արդյունքում առաջացած մասնիկն անջատվում է քրոմոսոմից միայն ռեպլիկացիայի վերջում: Ռեպլիկացիայի արագությունը տարբեր տեսակի բջիջներում փոփոխվող մեծություն է:

Նուկլեինաթթուների երկրորդ խմբի՝ ՌՆԹ-ների մոլեկուլները միաշղթա բարդ պոլիմերներ են, որոնց մոնոմերներն են՝ *ադենինը, գուանինը, ցիտոզինը, ուրացիլը:* Վերջինս փոխարինել է թիմինին: Բացի այդ, փոխարինված է նաև դեզօքսիռիբոզ շաքարը. այն փոխարինվել է ռիբոզով: ՌՆԹ-ների մոլեկուլային զանգվածը տատանվում է $2 \cdot 10^4$-ից մինչև $2 \cdot 10^6$: ՌՆԹ-ները իրենց չափերով և կատարած ֆունկցիայով բաժանվում են երեք խմբի: Ի-ՌՆԹ-ն կամ մ-ՌՆԹ-ն *ինֆորմացիոն* կամ *մատրիցային* ՌՆԹ-ներ են, որոնք ունեն մեծ չափերի մոլեկուլներ (մոլեկուլային զանգվածը՝ $2 \cdot 10^6$) և ԴՆԹ-ից ինֆորմացիա են փոխանցում սպիտակուցի մոլեկուլին: Փ-ՌՆԹ-ի մոլեկուլները կատարում են ամի-

նաթթուների փոխադրման ֆունկցիա, ունեն փոքր չափեր ($24\text{-}30\cdot10^3$ Դ), կազմված են 75-80 նուկլեոտիդներից, որոնց կազմում հանդիպում են կեղծ ուրիդինային և այլ մոլեկուլներ: Այդ նուկլեոտիդները կառուցվածքով հիշեցնում են տերև, որի վերևի մասում առկա է նուկլեոտիդների հատուկ հերթականություն՝ *հակակոդոն*, որը կոմպլիմենտար է ի-ՌՆԹ-ի կոդոնին: Տարբերվում են 60 փ-ՌՆԹ-ներ, որոնց պոչուկի մասում գտնվում են համապատասխան *կոդոններ*, իսկ կից հատվածները հատուկ ֆերմենտների առկայության շնորհիվ կարող են միացնել, կապել ամինաթթվային մոլեկուլներ:

Ռ-ՌՆԹ-ները կազմում են բոլոր ՌՆԹ-ների 80 %-ը: Դրանք ռիբոսոմի կառուցվածքի հիմքն են, կմախքը և ձևավորում են մեծ (60S) ու փոքր (40S) ենթամասնիկներ: Նախակորիզայինների բջիջներում ռիբոսոմների քանակը մոտավորապես կազմում է 10^4, իսկ կորիզավորների բջիջներում՝ 10^5:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 17.

ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ԿՈԴ

Մոլեկուլային մակարդակով կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել, որ սպիտակուցների մոլեկուլների կենսասինթեզը կատարվում է բջջի ցիտոպլազմայում գտնվող ռիբոսոմներում. պրոցեսին մասնակցում են նաև ի-ՌՆԹ-ները: Սպիտակուցների ամբողջ կառուցվածքային և ֆունկցիոնալ բազմազանությունը պայմանավորված է այդ մատրիցային մոլեկուլների առանձնահատկություններով:

Սպիտակուցների կենսասինթեզի պրոցեսը կարելի է ներկայացնել հետևյալ սխեմայի ձևով. ԴՆԹ-մ-ՌՆԹ-սպիտակուց, ըստ որի՝ որոշակի համապատասխանություն գոյություն ունի նուկլեոտիդների հերթականության և ամինաթթուների միջև: ՌՆԹ-ի և ԴՆԹ-ի կազմում գտնվում են 4-ական նուկլեոտիդներ, իսկ սպիտակուցների կազմում՝ 20 ամինաթթու:

1954 թ-ին գիտնական Գամովն առաջարկեց եռապլետային կոդի վարկածը, որը շուտով ապացուցվեց: Իսկ 1966 թ-ին Օչոան բացահայտեց բոլոր ամինաթթվային կոդերը: Պարզվեց, որ մի շարք ամինաթթուների համապատասխանում են մեկից ավելի կոդեր (աղյուսակ 14): Բազմաթիվ ուսումնասիրությունների արդյունքում բացահայտվեցին նաև կոդոնի ունիվերսալ բնույթը (կոդոնը նույնն է բոլոր բույսերի, կենդանիների, նախակենդանիների համար), ինչպես նաև 3 եռապլետներ, որոնք, արգելակում են սպիտակուցների կենսասինթեզը:

Աղյուսակ 14

Գենետիկական կոդեր

Կոդոնի 1-ին նուկլեոտիդ	Կոդոնի 2-րդ նուկլեոտիդ				Կոդոնի 3-րդ նուկլեոտիդ
	ՈՒ	Ց	Ա	Գ	
ՈՒ	ՈՒՈՒՈՒ-ֆեն. ՈՒՈՒՑ-ֆեն. ՈՒՈՒԱ-լեյ. ՈՒՈՒԳ-լեյ.	ՈՒՑՈՒ-սեր. ՈՒՑՑ-սեր. ՈՒՑԱ-սեր. ՈՒՑԳ-սեր.	ՈՒԱՈՒ-թիր. ՈՒԱՑ-թիր. ՈՒԱԱ-ստոպ կոդ. ՈՒԱԳ-ստոպ կոդ.	ՈՒԳՈՒ-ցիս. ՈՒԳՑ- ցիս. ՈՒԳԱ-ստոպ կոդ. ՈՒԳԳ-տրի.	ՈՒ Ց Ա Գ
Ց	ՑՈՒՈՒ-լեյ. ՑՈՒՑ- լեյ. ՑՈՒԱ- լեյ. ՑՈՒԳ- լեյ.	ՑՑՈՒ-պրո. ՑՑՑ- պրո. ՑՑԱ- պրո. ՑՑԳ- պրո.	ՑԱԳ-հիս. ՑԱՑ-հիս. ՑԱԱ-գլն ՑԱԳ-գլն	ՑԳՈՒ-արգ. ՑԳՑ-արգ. ՑԳԱ-արգ. ՑԳԳ-արգ.	ՈՒ Ց Ա Գ
Ա	ԱՈՒՈՒ-իլեյ. ԱՈՒՑ -իլեյ. ԱՈՒԱ- իլեյ. ԱՈՒԳ-մեթ.	ԱՑՈՒ-տրե. ԱՑՑ- տրե. ԱՑԱ- տրե. ԱՑԳ- տրե.	ԱԱՈՒ-ասպ. ԱԱՑ- ասպ. ԱԱԱ-լիզ. ԱԱԳ- լիզ.	ԱԳՈՒ-սեր. ԱԳՑ- սեր. ԱԳԱ-արգ. ԱԳԳ-արգ.	ՈՒ Ց Ա Գ
Գ	ԳԳՈՒ-վալ. ԳՈՒՑ- վալ. ԳՈՒԱ- վալ. ԳՈՒԳ- վալ.	ԳՑՈՒ-ալա. ԳՑՑ-ալա. ԳՑԱ-ալա. ԳՑԳ-ալա.	ԳԱՈՒ-ասպ.թթու ԳԱՑ-ասպ.թթու ԳԱԱ-գլն թթու ԳԱԳ-գլն թթու	ԳԳՈՒ-գլի. ԳԳՑ-գլի. ԳԳԱ-գլի. ԳԳԳ-գլի.	ՈՒ Ց Ա Գ

Աղյուսակում օգտագործված են հետևյալ համառոտագրությունները.

Ամինաթթու	Համառոտագրություն	Ամինաթթու	Համառոտագրություն
Ալանին	ալա.	Լեյցին	լեյ.
Արգինին	արգ.	Լիզին	լիզ.
Ասպարագին	ասպ.	Մեթիոնին	մեթ.
Ասպարագի-նային թթու	ասպ.թթու	Պրոլին	պրո.
Վալին	վալ.	Սերին	սեր.
Հիստիդին	հիս.	Թիրոզին	թիր.
Գլիցին	գլի.	Տրեոնին	տրե.
Գլյուտամին	գլն	Տրիպտոֆան	տրի.
Գլյուտամինա-յին թթու	գլն թթու	Ֆենիլալանին	ֆեն.
Իզոլեյցին	իլեյ.	Ցիստեին	ցիս.

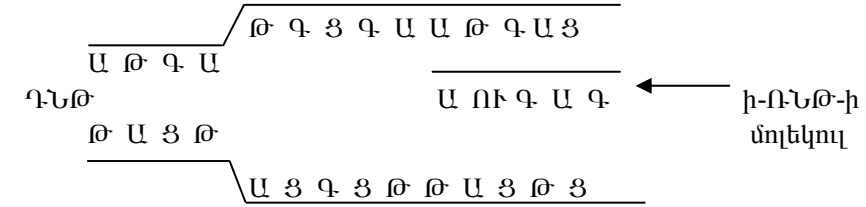
ՈՒնիվերսալ կոդերից միակ բացառությունը միտոքոնդրիումների ԴՆԹ-ի կոդոնն է, որի 4 եռապլետներ ունեն ունիվերսալից տարբերվող նշանակություններ: Այսպես՝ ՈՒԳԱ-ն ունիվերսալ կոդում նշում է ստոպ կոդոնը, իսկ միտոքոնդրիումներում՝ տրիպտոֆանը, ԱՈՒԱ-ն ունիվերսալ կոդում հանդես է գալիս որպես իզոլեյցինը նշող կոդ, իսկ միտոքոնդրիումներում՝ որպես մեթիոնինը նշող կոդ, ԱԳԱ-ն և ԱԳԳ-ն ունիվերսալ կոդում նշում են արգինինը, միտոքոնդրիումներում՝ ստոպ կոդոնը: Այս երևույթը կարող է պայմանավորված լինել էվոլյուցիոն փոփոխությունների արագության տարբերությամբ, որն առաջանում է բջջում պաշտպանված, արտաքին աշխարհից մեկուսացված միտոքոնդրիումների ԴՆԹ-ի և ակտիվ կենսագործունեության մեջ գտնվող բջիջների ժառանգական նյութի միջև:

Սպիտակուցների կենսասինթեզը բջջում: Սպիտակուցների կենսասինթեզի պրոցեսը բջջում պայմանականորեն բաժանվում է երկու փուլերի՝ *տրանսկրիպցիայի* ՝ ընթերցման և *տրանսլյացիայի* ՝ վերահաղորդման:

Տրանսկրիպցիան ի-ՌՆԹ-ի կենսասինթեզի փուլն է, որը տեղի է ունենում կորիզում կամ նուկլեոիդում: ՌՆԹ-ի պոլիմերազ ֆերմենտը կապվում է գենի կարգավորիչ մասի՝ *պրոմոտորի* հետ, բացվում է երկրորդ կարգավորիչը՝ *օպերատորը,* և սկսվում է համապատասխան գենի կրկնապատկումը՝ ի-ՌՆԹ-ի կենսասինթեզը: ԴՆԹ-ի կրկնակի շղթան բացվում է՝ առաջացնելով երկու թելիկներ, որոնցից միայն մեկը՝ 3′-5′-ն է մատրիցային: Այս շղթայի վրա, կոմպլիմենտարության սկզբունքի համաձայն, ՌՆԹ-ի պոլիմերազ ֆերմենտի ազդեցությամբ կատարվում է ի-ՌՆԹ-ի կենսասինթեզը: Սինթեզված մոլեկուլը ներառում է ամբողջ նուկլեոտիդային հատվածը, որում գտնվում են և ինֆորմացիա կրող՝ *էկզոնային,* և ինֆորմացիայից զուրկ՝ *ինտրոնային* մասեր:

Սպիտակուցի կենսասինթեզը կատարվում է միայն կառուցվածքային՝ *ցիտոզոնային* հատվածում, որտեղ գտնվում են համապատասխան կենսաքիմիական ռեակցիան ապահովող ֆերմենտների կամ կառուցվածքային սպիտակուցների նուկլեոտիդային կազմը և հերթականությունը պարունակող ԴՆԹ-ի հատվածները: Ի-ՌՆԹ-ի ամբողջական մոլեկուլի կենսասինթեզի ավարտից հետո կատարվում է ինտրոնային և կառուցվածքային մասերի *սփլայսինգ* (ՌՆԹ-ի հատվածների մասնատում)՝ օղակաձև ելուստների գոյացում (նկ. 12), որոնք այնուհետև դուրս են մղվում մոլեկուլից: Մնացած մասերը միավորվում են լիգազ

ֆերմենտների օգնությամբ և առաջանում է ի-ՌՆԹ-ի լիարժեք, սպիտակուցի կենսասինթեզին պատրաստ մոլեկուլ: Կորիզից դուրս գալուց առաջ մոլեկուլի առաջին ծայրին ամրանում է մեթիլավորված գուանին, իսկ վերջին ծայրին՝ ադենինային թթվի 200 մնացորդ:



Նկ.12. ՌՆԹ-ի կենսասինթեզի սխեմա:

Տրանսլյացիան հաղորդման փուլն է, որը տեղի է ունենում ցիտոպլազմայում, ռիբոսոմներում՝ վերջիններիս միջոցով: Այս փուլը բաժանվում է երեք ենթափուլերի. *ինիցիացիա* ՝ գրգռում, *էլոնգացիա* ՝ բուն կենսասինթեզ և *տերմինացիա* ՝ ավարտ, ընդհատում:

Ինիցիացիա: Ի-ՌՆԹ-ն մագնեզիումի իոնների և ֆերմենտային նյութերի միջավայրում առաջին ծայրով, որը պարունակում է ԱՈՒԳ եռապլետը, նախ՝ միանում է ռիբոսոմի փոքր մասնիկներին (40S), ապա՝ մեծ մասնիկներին (60S), արդյունքում առաջանում է 80S ռիբոսոմային ի-ՌՆԹ-ից ու գրգռիչ փ-ՌՆԹ-ից կազմված համալիր, որի շնորհիվ սկսում է կենսասինթեզը: Այնուհետև պրոցեսն անցնում է երկրորդ՝ բուն կենսասիթեզի ենթափուլ:

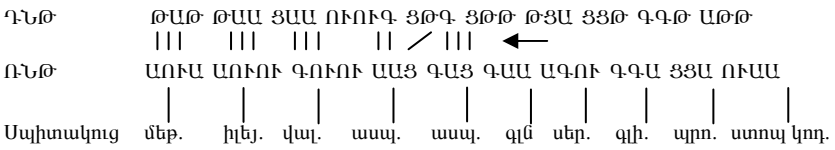
Էլոնգացիա: Այս փուլում ի-ՌՆԹ-ի մոլեկուլը եռապլետային քայլերով շարժվում է ռիբոսոմի օրգանոիդների ակտիվ կենտրոնով և եռապլետներին միանում են համապատասխան հակակոդոն ունեցող փ-ՌՆԹ-ներ: Ի-ՌՆԹ-ն շարժվում է կենտրոնի նկատմամբ, որի արդյունքում հաջորդ եռապլետը մուտք է գործում ակտիվ ձենտրիկու միանում փ-ՌՆԹ-ին: Հարևան փոխադրիչ ՌՆԹ-ների ծայրերում միացած ամինաթթուների միջև առաջանում են պեպտիդային կապեր և ի-ՌՆԹ-ի մոլեկուլին զուգահեռ ձևավորվում է պոլիպեպտիդային մոլեկուլ՝ սպիտակուցի առաջնային շղթա:

Տերմինացիա: Երբ ակտիվ կենտրոն է մտնում ստոպ կոդոնը, դրան միանում է տերմինացիայի սպիտակուցային գործոնը և էլոնգացիան արգելակվում է: Սպիտակուցային շղթան առանձնանում է ի- և փ-

ՌՆԹ-ներից, սպիտակուցը ստանում է երկրորդային ու երրորդային կառուցվածք և պատրաստ է լինում դրսևորել համապատասխան հատկանիշը: Նույն ի-ՌՆԹ-ի մոլեկուլի վրա կարող են սպիտակուց սինթեզել մեկից ավել (մինչև 100) ռիբոսոմներ: Բակտերիաների մոտ սպիտակուցի կենսասինթեզը սկսվում է ի-ՌՆԹ-ի մոլեկուլի կենսասինթեզի ավարտից առաջ:

Վերջին ժամանակաշրջանում հայտնաբերվել են սպիտակուցի կենսասինթեզն արգելակող բազմաթիվ գործոններ, որոնց թվին են պատկանում նաև հակաբիոտիկները՝ *պուրոմիցինը, էրիթրոմիցինը, ստրեպտոմիցինը, ռիֆոմիցինը*: Առաջին երեքը խախտում են սպիտակուցի կենսասինթեզի երկրորդ՝ տրանսլյացիայի փուլի ընթացքը տարբեր օղակներում, վերջինը՝ ռիֆոմիցինը, արգելակում է ի-ՌՆԹ-ի մոլեկուլի կենսասինթեզը: Ռիֆոմիցինն իր հատկությունների շնորհիվ շատ արդյունավետ է տուբերկուլյոզի և վիրուսային վարակների դեպքում: Նման արգելակիչ հատկություններ դրսևորում են նաև այլ հակաբիոտիկներ և դեղանյութեր:

Սպիտակուցի կենսասինթեզի սխեման կարող է ներկայացվել հետևյալ ձևով.



Խնդիրներ և առաջադրանքներ

1. ԴՆԹ-ի մոլեկուլի շղթաներից մեկում նուկլեոտիդները դասավորված են հետևյալ հերթականությամբ.

ա) Ա Գ Ց Թ Ա Թ Գ Ց Ց Թ Ա Ց Գ Ա Գ Ց Թ,

բ) Գ Գ Ց Ա Ա Թ Գ Թ Ա Ց Գ Թ Թ Ց Գ Ա Ա,

գ) Թ Թ Ա Գ Գ Ա Ց Ց Ա Գ Թ Գ Թ Ա Ա Ց Թ:

Կառուցել երկրորդ կոմպլիմենտար շղթաները՝ ներկայացված երեք տարբերակների (ա, բ, գ) համար:

2. ԴՆԹ-ի մոլեկուլի շղթաներում հաշվարկել կոմպլիմենտար զույգերի հարաբերությունը, կատարել եզրակացություն ԴՆԹ-ի հնարավոր պատկանելիության վերաբերյալ.

ա) Ա Գ Ց Ց Գ Գ Ց Ա Թ Գ Ց Թ Գ Ց Ա Թ Ա Գ Ց Ց Թ,

բ) Գ Թ Ա Ց Թ Ա Ա Գ Թ Թ Ց Ա Թ Գ Ա Ց Թ Ա Թ Գ Ց:

3. ԴՆԹ-ի ոչ մատրիցային շղթաներում նուկլեոտիդային հերթականության հիման վրա կառուցել մատրիցային և համապատասխան ի-ՌՆԹ-ի շղթաները.

ա) Գ Ց Գ Ց Ա Ա Ա Թ Գ Թ Ա Ց Գ Գ Թ Գ Թ Ց Գ Ա Ց Ա,

բ) Թ Ա Գ Ա Թ Ց Ց Գ Ա Ա Թ Ա Թ Թ Գ Գ Ց Գ Ա Թ Թ Ա:

4. ԴՆԹ-ի ոչ մատրիցային շղթաներում նուկլեոտիդային հերթականության հիման վրա կառուցել մատրիցային և համապատասխան ի-ՌՆԹ-ի շղթաներն ու սպիտակուցի հատվածը.

ա) Թ Թ Թ Ց Թ Ց Ց Ա Գ Թ Ա Թ Ց Ա Գ Ա Ա Թ Թ Գ Ա,

բ) Ա Ց Թ Ց Ա Գ Գ Ց Թ Ա Գ Թ Գ Ց Թ Ց Ց Թ Թ Ա Գ:

5. Ռիֆոմիցին հակաբիոտիկի օգտագործման շնորհիվ հաղթահարվել է վիրուսային հիվանդությունը: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ի-ՌՆԹ-ի 9-րդ կետում ցիտոզինը փոխարինվել է ադենինով: Ինչպիսի ազդեցություն է թողել այս փոփոխությունը սպիտակուցի շղթայի վրա.

ՈՒ ՈՒ ՈՒ Ա Ց ՈՒ ՈՒԱ ՈՒ Ց Ց ՈՒ Ց Ա Գ Ա Գ ՈՒ Գ Ա ՈՒ ՈՒ Գ Գ:

6. ԴՆԹ-ի շղթայում կատարվել է կետային մուտացիա. փոխանակվել են 6-րդ և 7-րդ կետերում գտնվող նուկլեոտիդները (6-րդ կետի Ա-ն փոխարինվել է Ց-ով, իսկ 7-րդ կետի Ա-ն՝ Թ-ով): Կառուցել սկզբնական և մուտացիայի արդյունքում առաջացած շղթաները, համեմատել ստացված սպիտակուցները.

Գ Ա Ա Ա Գ Ա Ա Ա Ա Ց Թ Ա Ց Թ Գ Ց Ց Ա Ա Թ Ց:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 18.

ԻՄՈՒՆԱԳԵՆԵՏԻԿԱ ԵՎ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ՀԵՂՈՒԿՆԵՐԻ ԲԱԶՄԱՁԵՎ (ՊՈԼԻՄՈՐՖ) ՍՊԻՏԱԿՈՒՅՆԵՐ

Իմունագենետիկան գենետիկական հետազոտությունների այն բնագավառն է, որտեղ հետազոտություններն իրականացվում են գենետիկական և իմունոլոգիական մեթոդների կիրառմամբ: Այսինքն՝ հետազոտության օբյեկտներ են իմունոլոգիական գործոնները՝ բազմաձև սպիտակուցները, ֆերմենտները, արյան և այլ բջիջների թաղանթային հակածինները, որոնց կառուցվածքային ու ֆունկցիոնալ տարբերությունների շնորհիվ ապահովվում է օրգանիզմների բազմազանությունը: Գենետիկորեն պայմանավորված այս ալելային տարբերակները բացահայտվում են անմիջական ուսումնասիրություններում և օգտագործվում են շղթայակցման խմբերի նշադրման համար: Գենետիկական այս խմբերի օգտագործմամբ ճշգրտվում են նաև կենդանիների ծագումը, գենետիկական բազմազանության և հետերոզիգոտության աստիճանը, պոպուլյացիաների կառուցվածքը, ծագումը, կապը տարբեր ցեղերի ու ցեղախմբերի միջև, արտադրողական և պտղատու հատկանիշների շղթայակցվածությունը հետազոտվող գործոնների հետ:

Իմունագենետիկական անվանադրում: Սկզբից ևեթ իմունոլոգիական գործոնները նշվել են լատինական այբուբենի տառերով: Ժամանակակից նշադրումը նույնպես կատարվում է հենց այդ եղանակով, օրինակ՝ արյան խմբերի հակածինները նշվում են մեծատառերով, իսկ համապատասխան հակամարմինները՝ փոքրատառերով: Հաճախ տառերի ներքևի անկյունում նշվում են թվային ինդեքսներ կամ վերևի մասում դրվում է շտրիխի նշան (A, B_1, C_3 D'... a, b, c, d_1, e'): Ռեցեսիվ ալելները նշվում են գծիկով՝ «-»:

Լոկուսները կարող են լինել բարդ՝ բազմալելային: Սակայն ամեն մի առանձնյակ հոմոլոգ քրոմոսոմներում ունենում է նույն լոկուսի միայն երկու ալել: Ալելների ժառանգումը կատարվում է համաձայն Մենդելի օրենքների՝ ծնողներից յուրաքանչյուրից սերունդը ստանում է մեկական ալել: Ալելները ժառանգվում են կոդոմի-նանտության սկզբունքով, այսինքն՝ երկուսն էլ արտահայտվում են առաջին սերնդի մոտ: Յուրաքանչյուր ալել որոշվում է պարունակած հակածինների կազմով: Բազմաթիվ հակածիններով ալելները կոչվում են բարդ: Գենոտիպը ներկայացնելիս ալելների միջև դրվում է թեք գիծ՝ /:

Տարբեր կենդանիների արյան համակարգերի գրանցումներն ունեն որոշակի օրինաչափություններ: Օրինակ՝ խոշոր եղջերավորների մոտ մինչ այժմ բացահայտվել է 12 համակարգ, որոնք նշվում են հետևյալ ձևով. A, B, C, F-V, J, L, M, N', T, S, Z, R'-S' (աղյուսակ 15): Այս համակարգերի ալելները կարգավորում են մոտ 100 հակածինների կենսասինթեզ: A-ում բացահայտվել է 8 հակածին, B-ում՝ 40-ից ավել հակածին, որոնք կազմում են ավելի քան 500 ալել: Այս համակարգերի ամենաբարդ ալելը կազմված է 12 հակածիններից՝ $BGKO_2Y_1A'B'E'G'K'O'Y'$: C և S համակարգերից յուրաքանչյուրում բացահայտվել է 10 հակածին, F-V, J համակարգերում՝ 2-ական հակածին, մնացած համակարգերում դիտվել է՝ 1-ական հակածին: Փոքր լոկուսներում նույն հակածինները բաշխված են 2 կամ ավել ենթատիպերով՝ $Z-(Z_1,Z_2)$: Նույն քրոմոսոմային լոկուսով որոշվող հակածինների հանրագումարը կոչվում է *արյան համակարգ*:

Խոզերի մոտ բացահայտվել է արյան 17 համակարգ, որոնք կարգավորում են 83 հակածինների կենսասինթեզ: Բարդ համակարգերն են E-ն, L-ը, M-ը. E-ն կազմված է 16 հակածիններից, L-ը՝ 13 հակածիններից, M-ը՝ 11 հակածիններից: Մնացած 14 համակարգերում հակածինների թվաքանակը տատանվում է 2-6 սահմանում: Բոլոր համակարգերի հակածինները նշանակվում են համակարգը նշող մեծատառով և համապատասխան տառային ինդեքսով (փոքրատառ)՝ Ba, Bb... կամ La, Lb... գենոտիպերը ներկայացնելիս նշվում են զույգ ալելները՝ B^a/B^b (աղյուսակ 15):

Ձիերի մոտ բացահայտված արյան համակարգերի թիվը հավասար է 9-ի, որոնք կոդավորում են 20-ից ավել հակածնային գործոն: Ամենաբարդ համակարգը D-ն է, որը կազմված է 13 հակածիններից: Վերջիններս ձևավորում են 30-ից ավել ալել: Հակածինների գրանցումը կատարվում է խոզերի համար ընդունված եղանակով՝ Da, Dc, Dd...

Հավերի մոտ բացահայտվել է 14 համակարգ, որոնց կազմում դիտվում է 95 հակածին: B համակարգում բացահայտվել է 35 հակածին: Հավերի արյան հակածինները նշվում են համակարգի տառով և թվային ինդեքսով՝ B^1, B^2, B^3...

Կարելի է ենթադրել, որ վերոհիշյալ հակածիններն ունեն բարդ բազմահակածնային բնույթ, այսինքն՝ հանդես են գալիս համակարգերի ձևով և այդպես էլ փոխանցվում են սերունդներին: Նշված համակարգերը բնորոշ են որոշակի ցեղերի, գծերի և կարող են կիրառվել որպես ծա-

գումնաբանական նշադրումներ: Այլ գյուղատնտեսական կենդանիների արյան համակարգերը լավ չեն ուսումնասիրված:

Արյան համակարգերի ուսումնասիրություններին զուգահեռ կատարվում են նաև արյան, այլ հեղուկ միջավայրերի և որոշ բջիջների սպիտակուցային ու ֆերմենտային բազմաձևության հետազոտություններ: Առավել լավ են ուսումնասիրված խոշոր եղջերավոր կենդանիները, որոնց մոտ արյան, կաթի մեջ, հյուսվածքներում և էրիթրոցիտներում հետազոտվել է 42 սպիտակուցային լոկուս:

Արյան խմբերի որոշման հիմնական եղանակները

Պարապմունքի նպատակը: Հեմոլիտիկ կամ ագլյուտինացիայի տեստերի կիրառմամբ կատարել արյան խմբերի ֆենոտիպերի և գենոտիպերի որոշում: Ֆենոտիպերի հիման վրա, օգտվելով հայր-մայր-սերունդ խմբերի տվյալներից, ընտանեական վերլուծության միջոցով բացահայտել կենդանիների գենոտիպերը:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Կոնսերվանտ պարունակող փորձանոթներ, ռեագենտներ, ֆիզիոլոգիական լուծույթ, 10 մլ ծավալով փորձանոթներ՝ սուսպենզիաների համար, պոլիէթիլենային տախտակ կամ իմունոլոգիական փորձանոթներ, ցենտրիֆուգ, ջերմապահարան, սառնարան, կաթոցիկներ, հեմոլիտիկ տեստերի աղյուսակներ, հետազոտվող կենդանիների ցուցակներ:

Ընդհանուր դրույթներ: Արյան խմբերի որոշումը կատարվում է երկու եղանակով, այն է՝ հեմոլիզի և ագլյուտինացիայի: Հեմոլիզի եղանակը կիրառվում է խոշոր և մանր եղջերավոր կենդանիների արյան խմբերի որոշման համար: Խոշոր եղջերավորներից և ոչխարներից արյան նմուշները վերցվում են լծային երակից: Կոնսերվացված արյունը սառը պայմաններում տեղափոխվում է լաբորատորիա, որտեղ կատարվում է էրիթրոցիտային սուսպենզիայի պատրաստում: Այնուհետև հատուկ առանձնացված և միջազգային տեստավորում անցած ռեագենտների միջոցով ուսումնասիրության է ենթարկվում էրիթրոցիտների թաղանթի վրա գտնվող հակածինների կազմը: Եթե թաղանթի վրա առկա են հակածիններ, թաղանթը լուծվում է և հեմոգլոբինը, անցնելով հեղուկի մեջ, այն ներկում է վարդագույն: Հեմոլիզի աստիճանը գնահատվում է գույնի խտությամբ. լրիվ հեմոլիզն ունենում է խիտ երանգ և գնահատվում է 4 բալ, երանգավորման հետզհետե թուլացումը գնահատվում է համապատասխանաբար 3, 2, 1 բալ: Հեմոլիզի բացակայության դեպ-

քում էրիթրոցիտները մնում են անվնաս և առաջացնում են օղակաձև նստվածք, ինչի արդյունքում հեղուկը պահպանում է սպիտակ գույնը՝ 0 բալ:

Աշխատանքի ընթացքը: Միանվագ ներարկիչով լծային երակից վերցվում է 10 մլ արյուն: Վերցված նմուշը տեղափոխվում է 2-3 մլ հակակոագուլյանտ պարունակող մանրէազերծ փորձանոթի մեջ: Հետազոտության համար օգտագործվում է կիտրոնաթթվային նատրիումի լուծույթ, որը պատրաստվում է նախապես՝ լաբորատոր մանրէազերծ պայմաններում, և պարունակում է 50 գ կիտրոնաթթվային նատրիում, 32 գ նատրիումի ցիտրատ, 10 գ գլյուկոզ, 2-3 գ ստրեպտոմիցին (1 լ ջրում): Ստրեպտոմիցինն ավելացվում է օտար բջիջների չեզոքացման և աճի արգելակման նպատակով: Փորձանոթը խցանվում է, համարակալվում և գրանցվում հետազոտվող կենդանու անունով: Վերցված նմուշները սառը պայմաններում տեղափոխվում են լաբորատորիա և պահպանվում սառնարանում 7-10 օր: Արյան խմբերի որոշման համար պատրաստվում են որոշակի խտության էրիթրոցիտային սուսպենզիաներ: Խտությունը որոշվում է չափանմուշային (эталонный) սուսպենզիայի հետ համեմատության եղանակով: Սուսպենզիան պատրաստվում է հետևյալ կերպ. նմուշը 10 րոպե տևողությամբ ցենտրիֆուգվում է րոպեում 1,5 հազար պտույտ արագությամբ, որից հետո վերնստվածքային հեղուկը հեռացվում է, ավելացվում ֆիզիոլոգիական լուծույթ, թափահարվում և կրկին ցենտրիֆուգվում: Էրիթրոցիտների անջատումը պլազմայից կատարվում է գործողության եռակի կրկնությամբ: Սուսպենզիան պատրաստվում է 2,5 % խտությամբ. 0,25 մլ պարունակությամբ վերցվում են լվացված էրիթրոցիտներ, լուծվում 9,75 մլ ֆիզիոլոգիական լուծույթում և ստուգվում չափանմուշի հետ համեմատվելով: Հատուկ իմունոլոգիական փորձանոթների կամ պոլիէթիլենային տախտակների վրա փորված խոռոչների մեջ պաստերացված կամ հասարակ կաթոցիկներով կաթեցվում է 2 կաթիլ ռեագենտ, ավելացվում 1 կաթիլ (0,05 մլ) սուսպենզիա և, զգուշորեն թափահարվելով, լավ խառնվում ու 15 րոպե թողնվում սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում: Այնուհետև յուրաքանչյուր փորձանոթի մեջ ավելացվում է մեկական կաթիլ *կոմպլեմենտ,* որից հետո փորձանոթները թափահարվում են, թողնվում 30 րոպե, նորից թափահարվում և 2,5 ժամ տևողությամբ դրվում 37°C ջերմապահարանում: Ժամանակը լրանալուց հետո փորձանոթները հանվում են, տեստավորվում, նորից թափահարվում և դրվում պահարա-

նի մեջ: 3,5 ժամ հետո կատարվում է երկրորդ՝ վերջնական տեստավորումը: Ստացված արդյունքները գրանցվում են հատուկ աղյուսակներում:

Աղյուսակ 15

Խոշոր եղջերավոր անասունների և խոզերի արյան խմբերի համակարգերը

Համակարգեր (լոկուսներ)	Հակածիններ	Հակածինների թիվը
	Խոշոր եղջերավոր անասուններ	
A	A A_1 A_2 D D_1 D_2 H r	8
B	B B_1 B_2 G G_1 G_2 G_3 J J_1 J_2	
	K O O_x O_1 O_2 O_3 O_4 P P_1 P_2	
	Q Q_1 Q_2 T T_1 T_2 J_1 J_2 A'	>40
	A_1 E' E'_2 E'_3 E'_4	
C	C_1 C_2 C_3 E R_1 R_2 W W_1 W_2 և այլն	>10
F-V	F (F_1 F_2) V	2
J	J_1 J_2	2
α	α	1
M	M_1 M_2 M'_1 m	4
S	S (S_1 S_2) U (U_1 U_2) H' U' (U'_1 U'_2)	
	H'' S'' U''	10
Z	Z (Z_1 Z_2)	1
R' - S'	R' S'	2
T'	T'	1
n'	n'	1
	Խոզեր	
A	A_c A_F A_o A_w A_x	5
B	Ba Bb	2
C	Ca Cb Cc	3
D	Da Pb	2
E	Ea Eb Ed Ec Ef Eg Eh Ei Ej Ek El Em	
	En Eo Ep Er	16
F	Fa Fb Fc Fd	4
G	Ga Gb Gc	3
H	Ha Hb Hc Hd He	5
I	Ia Ib	2
J	Ja Jb	2
K	Ka Kb Kc Kd Kf Ko	6
L	La Lb Lc Ld Lf Lg Lh Li Lj Lr Ll Lm	13
M	Ma Mb Mc Md Mf Mg Mh Mi Mj Mr	11
n	na nb nc	3
O	Oa Ob	2
P	Pa Pb	2
Q	Qa Qo	

Ռեագենտ են կոչվում հատուկ եղանակով ստացված հակածիններին համապատասխանող հակամարմինները, որոնք հատուկ են որոշ հակածիններին և փոխազդեցության մեջ չեն մտնում այլ հակամարմինների հետ: Դրանք կոչվում են նաև առանձնահատուկ ռեագենտներ: Ռեագենտների թվաքանակը համապատասխանում է հետազոտվող հակածինների թվաքանակին:

Կոմպլեմենտ են կոչվում կենդանիների արյան շիճուկի սպիտակուցները, որոնց առկայությունն արագացնում, ակտիվացնում է հակածին-հակամարմին փոխազդեցությունը: Փորձերում օգտագործվում են ճագարների, ծովախոզուկների կոմպլեմենտները:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 19.

ԽՈԶԵՐԻ ԱՐՅԱՆ ԽՄԲԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄՆ ԱԳԼՅՈՒՏԻՆԱՑԻԱՅԻ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Խոզերի արյան նմուշներով և կոնսերվանտներով փորձանոթներ, ռեագենտներ, ֆիզիոլոգիական լուծույթ, հակագլոբուլինային շիճուկ, պոլիէթիլենային տախտակ կամ իմունոլոգիական փորձանոթներ, ցենտրիֆուգ, ջերմապահարան, սառնարան, կաթոցիկներ, հեմոլիտիկ տեստերի աղյուսակներ:

Ընդհանուր դրույթներ: Խոզերի արյան նմուշները վերցվում են պոչային երակից (միևնույն քանակությամբ և հարաբերությամբ՝ այնպես, ինչպես խոշոր եղջերավորների դեպքում): Սառը պայմաններում մանրէազերծ, խցանված փորձանոթները տեղափոխվում են լաբորատորիա, որտեղ, մինչև փորձն սկսելը, նախապես պատրաստվում են էրիթրոցիտային սուսպենզիաները: Իմունոլոգիական փորձանոթների մեջ կաթեցվում է նախ՝ մեկական կաթիլ ռեագենտ, ապա՝ սուսպենզիա: Խառնուրդի հոմոգենությունն ապահովելու նպատակով տախտակները թափահարվում են և 30 րոպե տևողությամբ դրվում ջերմապահարանի մեջ: Այնուհետև նորից են թափահարվում և ևս 30 րոպե պահվում 37°C ջերմապահարանում:

Ինկուբացիայի ընթացքում թույլ հակամարմիններն ամրանում են էրիթրոցիտների թաղանթներին, եթե դրանք կրում են համապատասխան հակածին: Ինկուբացիայի ավարտից հետո դիտարկվում է ագլյուտինացիայի պատկերը: Եթե ոչ բոլոր հակածիններն են ֆիքսվում ուղիղ ագլյուտինացիայի եղանակով, ապա անցկացվում է հետազոտության երկրորդ փուլը՝ ոչ լրիվ ագլյուտինանտների բացահայտումը հակագլոբուլինային շիճուկի միջոցով: Նախ՝ պատրաստվում է 1 %-անոց էրիթրոցիտային սուսպենզիա, մեկական կաթիլ կաթեցվում փորձանոթների մեջ, ապա՝ մեկական կաթիլ հակագլոբուլինային շիճուկ ավելացնելուց հետո խառնուրդը թափահարվում է և թողնվում 15 րոպե: Լուծույթները 2-3 րոպե տևողությամբ ցենտրիֆուգվում են րոպեում 1-1,5 հազար պտույտ արագությամբ, որից հետո հանվում են ցենտրիֆուգից և գնահատվում 5 բալային համակարգով. 4 բալով գնահատվում է լրիվ ագլյուտինացիան, երբ էրիթրոցիտներն իրար կպած վիճակում են (առաջանում են գնդեր), 0 նշանակվում է կպումների իսպառ բացակայության դեպքում, մնացած՝ 3, 2 և 1 բալերով գնահատվում են միջանկյալ վիճակները: Գնահատման այս եղանակը կոչում է *Կոմբսի նմուշ*:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 20.

ՍՊԻՏԱԿՈՒՅՆԵՐԻ ԲԱԶՄԱՁԵՎՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԷԼԵԿՏՐԱՖՈՐԵԶԻ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Ընդհանուր դրույթներ: Օրգանիզմների արյան մեջ և այլ հեղուկներում գտնվող սպիտակուցները կրում են ֆերմենտային բնույթի կամ որևէ այլ մարմնական քրոմոսոմների լոկուսների կողմից կառավարվող հատկանիշներ, որոնց ուսումնասիրություններով բացահայտվել է դրանց բազմաձև (պոլիմորֆ) բնույթը: Այսինքն՝ հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է նշված լոկուսների բազմալելային կազմությունը, ինչի հետևանքով և առաջացել է սպիտակուցների բազմաձևությունը: Հայտնի է, որ բազմաձև սպիտակուցները ժառանգվում են կոդոմինանտության եղանակով՝ Մենդելի օրինաչափությունների համաձայն: Նրման սպիտակուցների տարբերակների բացահայտումը կատարվում է օսլայի կամ պոլիակրիլամիդային դոնդողի հիման վրա կատարվող էլեկտրաֆորեզի եղանակով: Եղանակի հիմքում ընկած են մոլեկուլային տարբեր զանգվածների ֆիզիկակենսաքիմիական ակտիվության ցուցանիշները, որոնք կայուն էլեկտրական դաշտում առաջացնում են տարբեր ալելներին համապատասխան սպիտակուցների մոլեկուլների տեղաշարժի արագության տարբերություններ:

Տրանսֆերինի տարատեսակների որոշումը խոշոր եղջերավոր կենդանիների մոտ

Պարապմունքի նպատակը: ՈՒսումնասիրել տրանսֆերինի թորամասերը (ֆրակցիաները), բաժանումը և նույնականացումը, ըստ ստացված արդյունքների ճշգրիտ գնահատման՝ կատարել գենետիկական հիմնավորված եզրահանգումներ:

Անհրաժեշտ նյութեր և սարքավորումներ: Հորիզոնական դիրքով էլեկտրաֆորեզի ապարատ, հաստատուն հոսանքի սարք, մետաղե սանդր, հիդրոլիզի ենթարկված կարտոֆիլի ալյուր, քրոմատագրական թուղթ, տրիս-եռօքսիմեթիլամինամեթան, կիտրոնաթթու, լիթիումի հիդրօքսիդ, բորաթթու, ներկանյութ:

Ընդհանուր դրույթներ: Փորձի նախապատրաստումն սկսվում է բուֆերների լուծույթների պատրաստումով:

1-ին բուֆերն օգտագործվում է որպես էլեկտրոլիտ: Այն պարունակում է 2,1 գ 8 գ BCl_2, 1 լ թորած ջուր: Նյութերը նախ՝ լուծվում են թորած ջրի փոքր ծավալներում, ապա՝ թորած ջրով ծավալը հասցվում է 1 լիտրի:

2-րդ բուֆերը կոչվում է *տրիսցիտրատային:* Այն պարունակում է 8,67 գ տրիս և 1,5 գ կիտրոնաթթու: Բաղկացուցիչ մասերը նախ՝ լուծվում են թորած ջրի փոքր ծավալներում, ապա՝ ծավալը թորած ջրով հասցրվում է 1 լիտրի:

Դոնդողի պատրաստումից առաջ 1 ծավալ էլեկտրոլիտին ավելացվում է 5,25 ծավալ տրիսցիտրատային բուֆեր: Ստացված լուծույթը կոչվում է դոնդողի բուֆեր: Դոնդողի պատրաստման համար վերցվում է 110 գ հիդրոլիզացված օսլա, նախ՝ ավելացվում 200 մլ դոնդողի բուֆեր, լավ խառնվում, ապա՝ ավելացվում 900 մլ դոնդողի բուֆեր և տաքացվում մինչև 100°C: Փորձանյութն ամբողջ ընթացքում խառնվում է: Օդի պղպջակները հեռացվում եմ վակուումային պոմպով՝ 0,9 մթնոլորտային ճնշման պայմաններում: Օդի հեռացման գործողությունը կրկնվում է 2-3 անգամ: Պատրաստի նյութը լցվում է կյուվետի մեջ, ծածկվում ապակով, թողնվում, որ սառչի 2,5-3 ժամ: Սառելուց հետո դոնդողը վերածվում է 1 սմ շերտի:

Արյան նմուշները վերցվում են պարապմունք 18-ում ներկայացված եղանակով: Շիճուկը բջջային տարրերից անջատվում է ցենտրիֆուգման եղանակով՝ ռոպեում 1,5- 2000 պտույտ արագությամբ:

Աշխատանքի ընթացքը: Դոնդողի շերտի վրա մետաղե սանրով 3 սմ հեռավորության վրա բացվում են փոսիկներ (0,5-0,6 սմ երկարությամբ և 0,6-0,7 սմ խորությամբ): Փոսիկի եզրը մի փոքր հեռացվում է և անցքի մեջ ունելյակով (пинцет) տեղադրվում հետազոտվող արյան շիճուկի նմուշի մեջ նախապես թաթախված 0,5 · 0,7 սմ չափերի քրոմատագրական թուղթ: Նմուշների ճշգրիտ համարակալումը և աշխատանքային տետրերում նմուշների ու փորձերի համարների գրանցումներն անհրաժեշտ են գենետիկական, ժառանգական կապերի որոշման համար: Յուրաքանչյուր նմուշի տեղադրումից առաջ ունելյակը մաքրվում է: Բոլոր նմուշների տեղադրումից հետո շիճուկի գոլորշիացումն արգելակելու նպատակով դոնդողը ծածկվում է պոլիէթիլենային թաղանթով: Կյուվետը տեղադրվում է էլեկտրաֆորեզի սարքում: Դոնդողն էլեկտրոդային խցիկների հետ միացվում է ֆիլտրաթղթի երկու-երեք շերտերով:

Էլեկտրոլիտը լցվում է էլեկտրոդային խցիկների մեջ, որտեղ իջեցվում են էլեկտրոդները և միացվում էլեկտրական հոսանքին:

Հաստատուն էլեկտրական հոսանքի ստացման համար օգտագործվում է ՈՒԻՊ-1 ապարատը: Փորձի ժամանակ էլեկտրական հոսանքի լարումն ընտրվում է 300 Վ, իսկ հոսանքի ուժը՝ 45-50 մեգաամպեր: Էլեկտրաֆորեզը տևում է 2,5 ժամ: Փորձի ընթացքում հոսանքի ուժն անհրաժեշտ մակարդակի վրա պահելու համար սարքի ցուցանիշները կարող են փոփոխվել, ծայրահեղ դեպքում, հպումների բարելավման նպատակով, կարելի է ավելացնել ֆիլտրաթղթի շերտեր: Էլեկտրաֆորեզը համարվում է ավարտված այն ժամանակ, երբ դոնդողի վրա նյութերի շարժը բացահայտող գորշ շերտը ելակետային գծից հեռանում է 7- 8 սմ-ով: Նմուշների տեղակայման ելակետային գծի ուղղությամբ դոնդողի վրա կատարվում է նշադրում (կտրվում է դոնդողի անկյունը): Դոնդողը, որի վրա կատարվել է էլեկտրաֆորեզային փորձ, կոչվում է *ֆորեգրամ:* Դոնդողն ամբողջ մակերեսով երկու մասի բաժանելու համար ֆորեգրամով կյուվետը շրջվում է կարճ կողերով (0,5 սմ) կյուվետի վրա:

Ֆորեգրամների ներկումը: Սպիտակուցների մեծ մոլեկուլների շարժման արագությունն էլեկտրական դաշտում կախված է ինչպես մոլեկուլային զանգվածից, այնպես էլ էլեկտրական լիցքից, ինչը պայմանավորվում է սպիտակուցների ամինաթթվային կազմով: Տարբեր ալելների սպիտակուցները՝ *ալոտիպերը,* աննշան տարբերվում են ամինաթթվային կազմով, ինչի շնորհիվ ֆորեգրամի միջոցով ներկվելուց հետո հստակ բաժանվում են թորամասերի՝ մուք գծերի: Տրանսֆերինի թորամասերի ներկումը կատարվում է ամիդոսև ներկանյութով (5 մաս մեթանոլին ավելացվում է 1 մաս սառցաքացախաթթու, 5 մաս թորած ջուր՝ 1 լ հաշվարկով 10 գ ամիդոսևի 1 %-անոց լուծույթ ստանալու համար):

Կիսված ֆորեգրամները դրվում են ներկանյութի մեջ, 15 րոպե հետո ներկը հեռացվում է, ավելացվում ներկաթափող լուծույթ (5 մաս մեթանոլ, 1 մաս սառցաքացախաթթու, 5 մաս թորած ջուր) և 24-36 ժամ թողնելուց հետո ընթերցվում ֆորեգրամը: Ֆորեգրամի երկար պահպանման համար կատարվում է ֆիքսում: Այդ նպատակով պատրաստվում է 3 մաս գլիցերին և 7 մաս գունազրկող լուծույթ պարունակող խառնուրդ, որում ֆորեգրամները մնում են 2-3 օր, որից հետո չորացվում են, փաթաթվում ֆիլտրաթղթով և պահվում: Բացարձակ հեղուկազրկման

համար ֆիլտրաթուղթը փոխվում է մի քանի անգամ՝ մինչև ձևավորվի դոնդողի ճկուն և կայուն թիթեղ:

Ֆորեգրամի ընթերցումը: Հայտնի են տրանսֆերինի լոկուսի 10 ալելներ, որոնք նշվում են Tf տառեռով և տառային ինդեքսով, օրինակ՝ Tf^A, Tf^D, Tf^E, և այլն: Հոմոզիգոտ ռեցեսիվ առանձնյակների արյան ֆորեգրամներում առաջանում են 2-3, հետերոզիգոտ առանձնյակների արյան ֆորեգրամներում՝ 4-5 ներկված գծեր: Տրանսֆերինի ամենատարածված լոկուսներն են Tf^A, Tf^D, Tf^E-ն, ընդ որում՝ ամենաարագը (ելեկտրական դիրքից առավելագույն հեռացածը) Tf^A-ն է, իսկ ամենադանդաղը՝ Tf^E-ն: Ֆորեգրամի վրա առաջացող հնարավոր պատկերը ներկայացված է նկ. 13-ում:

ПԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 21.

ԿԱԶԵԻՆԻ ԱԼՈՏԻՊԵՐԻ ԲԱՑԱՀԱՅՏՈՒՄԸ ԷԼԵԿՏՐԱՖՈՐԵԶԻ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

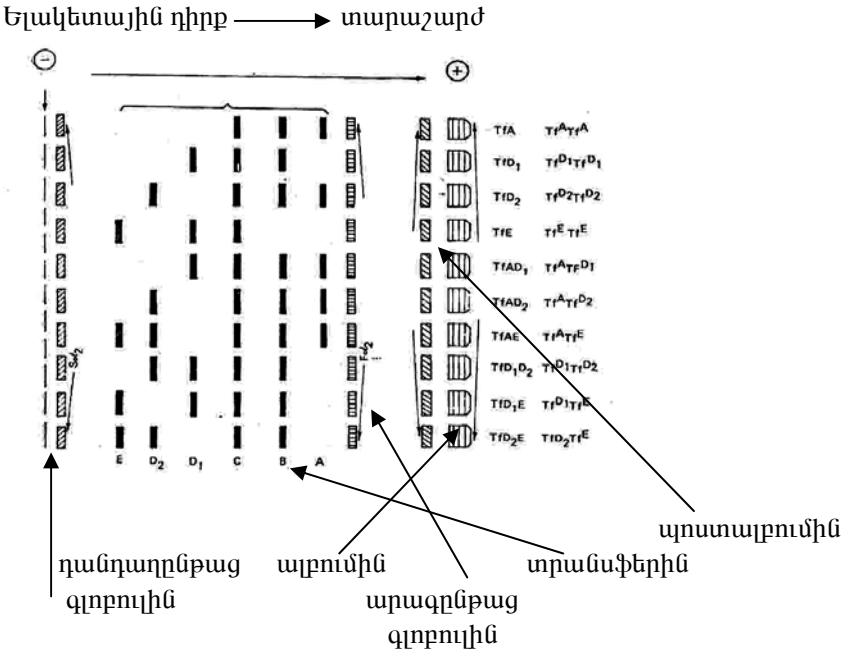
Պարապմունքի նպատակը: Կաթի նմուշներում որոշել կազեինի ալոտիպերը, ֆենոտիպերի հիման վրա կատարել գենոտիպային վերլուծություն, աշխատանքի բոլոր փուլերը գրանցել աշխատանքային տետրերում, նկարել ստացված ֆորեգրամները և վերլուծել դրանք:

Ընդհանուր դրույթներ: Կաթի կազմում գտնվող հիմնական սպիտակուցներն են՝ *կազեինը* ( ), *լակտոգլոբուլինը* (Lg) և *լակտոալբումինը* (La):

Էլեկտրաֆորեզի եղանակով բացահայտված է կազեինների 5 լոկուս՝ αS_1 αS_2 β γ ϰC: Կազեինների ընդհանուր ծավալում aS_1 -ը կազմում է 45 % : aS_1 ի համար բացահայտված է 4 ալոտիպ, այսինքն՝ այս լոկուսը կազմված է 4 ալելներից՝ $\alpha S_1{}^{A}$, $\alpha S_1{}^{B}$, $\alpha S_1{}^{C}$ և $\alpha S_1{}^{D}$: β հայտված է 6 ալել՝ A, A^2, A^3, B , C, D: Դրանում առկա սպիտակուցների ծավալը կազմում է կազեինների ընդհանուր ծավալի 30 %-ը: γ ϰ լոկուսները ներկայացված են 2-ական ալելներով՝ γ^{A}, γ^{B}, $\varkappa^{A}$, $\varkappa^{B}$: Շիճուկային αLa^{A} լակտոալբումինը բացահայտված է երկու ալոտիպերի ձևով՝ αLa^{A}, αLa^{B}: βLg լոկուսում բացահայտված է 4 ալել (համապատասխան սպիտակուցային ալոտիպերի ձևով)՝ βLg^{A}, βLg^{B}, βLg^{C},βLg^{D}:

Հետազոտության համար կաթի նմուշները վերցվում են մայր - դուստր զույգերից: Գենետիկական հետազոտության համար պահանջվում է նույն մոր մի քանի աղջկա կաթի նմուշի հետազոտություն: Կաթը վերցվում է կթից անմիջապես հետո և լցվում կոնսերվանտ պարունակող շշերի մեջ: Կոնսերվացման համար օգտագործվում է 20 %-անոց տեոմերսալի 2-3 կաթիլ: Լուծույթը պատրաստվում է 20 գ տեոմերսալը 1 լ ջրում լուծելով: Կաթի յուղային մասը հեռացվում է ցենտրիֆուգով: Կոնսերվացված կաթը կարելի է պահպանել սառնարանում (4ºC պայմաններում) մինչև 10 օր: Կաթի նմուշները դոնդողի վրա դրվում են արյան նմուշների ձևով: Էլեկտրաֆորեզի բոլոր փուլերը նման են արյան հետազոտման փուլերին. միակ բացառությունն այն է, որ հոսանքի ուժն այս դեպքում ավելի բարձր է՝ մոտ 120 մեգաամպեր: Այդ պատճառով

ֆիլտրաթղթի շերտը պետք է լինի ավելի հաստ: Էլեկտրաֆորեզը տևում է 2,5 ժամ: Ներկումը կատարվում է ամիդոսևով (նույն եղանակով):



Նկ.13. Խոշոր եղջերավոր կենդանիների տրանսֆերինի ֆորեգրամը:

Աշխատանքի ընթացքը: Նախապես պատրաստված դոնդողի վրա հատուկ սանրով բացված փոսիկների մեջ նմուշները դրվում են պարապմունք 20-ում ներկայացված եղանակով: Այնուհետև հավաքվում է էլեկտրաֆորեզի սարքը, միացվում է հոսանքը: 2,5 ժամ անց սարքն անջատվում է, նախ՝ կատարվում է դոնդողի կիսում, ապա՝ ներկում, որից հետո՝ լվացում: Ֆիքսված դոնդողի վրա գտնվող ֆորեգրամը ենթարկվում է վերլուծության: Արդյունքները գրանցվում են աշխատանքային տետրերում:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 22.

ՍԵՐՆԴԻ ԾԱԳՄԱՆ ՃՇԳՐՏՈՒՄԸ

Տոհմային սելեկցիոն աշխատանքների հիմքում ընկած է սերնդի ծագման ճշգրտման խնդիրը, որի լուծումն արտադրողների և մայրերի ճիշտ ընտրության հստակ գնահատման հնարավորություն է տալիս: Ավելին, այդ ճշգրտումը լիարժեք սելեկցիոն աշխատանքների միակ հիմքն է: Նշված խնդրի լուծման համար վերջին տասնամյակներում լայն օգտագործում են գտել արյան խմբերի համակարգերի և բազմաձև սպիտակուցների լոկուսների ալելները, որոնց բազմազանությունն ու լոկուսների բազմաքանակությունը յուրաքանչյուր առանձնյակի գենոտիպը դարձնում է անկրկնելի, իսկ պատահական համընկնումները՝ անհավանական:

Այսպիսով, լաբորատոր պայմաններում կոդոմինանտ ժառանգվող ալել կազմող գործոնների բացահայտումն առաջին սերնդում հնարավորություն է տալիս ընտանիքում՝ հայր, մայր, սերունդ խմբում, բացահայտել յուրաքանչյուր լոկուսի ալելները և կազմել գենոտիպ, որի հիման վրա կարող են կատարվել հետագա բոլոր գործողությունները: Որպես օրինակ՝ աղյուսակ 16-ում ներկայացված է Լոռու մարզի տոհմաբուծարաններից մեկի հոտի բարելավման վրա մեծ ազդեցություն ունեցած Պարադոքս 104 ցուլի դուստրերի ծագման ճշգրտումը:

Ներկայացված երեք դուստրերի գենոտիպերից միայն երկուսում են բացահայտվել հոր ալելները (B, C և S համակարգերում): Այդ դուստրերի մայրերը նշված ալելները չեն կրում, հետևաբար, դրանք ժառանգվել են հորից: Քանի որ ալելների բազմազանության բարձր մակարդակը պայմանավորվում է գենոտիպերի անկրկնելիությամբ, տվյալ դեպքում նշված առաջին երկու դուստրերի հայրն անկասկած Պարադոքս 104-ն է: Երրորդ դուստրը չունի հայրական ալելներ նշված երեք համակարգերից ոչ մեկում, ուստի Պարադոքս 104-ի հայրությունը բացառվում է:

Արյան համակարգերի ալելների հիման վրա կատարվում է նաև կենսաբանական հոր բացահայտում: Այս խնդրի լուծումը ստույգ տեղեկություն է պահանջում միևնույն ժամանակահատվածում կատարվող բոլոր սերմնավորումների վերաբերյալ: Ստացված տվյալների հիման վրա, ըստ օգտագործված բոլոր ցուլերի հաշվարկի, կատարվում է սերնդի ծագման վերլուծություն և բոլոր համակարգերի համապատասխանության դեպքում բացահայտվում կենսաբանական հայրը:

Աղյուսակ 16

Պարադոքս 104 ցուլի դուստրերի ծագման ճշգրտումը (Մելքոնյան Լ.Մ., 1980 թ.)

Ընտանիքի անդամներ	Գենոգրաֆիաների համարը	Արյան խմբի համակարգերը										Հայրության որոշում
		A	B	C	F-V	J	L	M	S	Z	R′	
Հ	104	-/-	$G_3O_1T_1A_2'E_3'F'K'/Y_2Y'$	C_2W/C_2ER_1	F/V	-/-	-/-	-/-	S_1H'/u'	-/-	-/-	հայրը Պարադոքս 104-ն է՝ B, C և S համակարգերի ալելների նույնությամբ
Մ	8074	A_1/A_2	$P_1QA_2'E_1'/I_1G'G''$	C_2W/WX_2L'	F/F	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
Դ	9250	$A_2/-$	$G_3O_1T_1A_2'E_3'F'K'/I_1G'G''$	C_2ER_1/WX_2LP	F/V	-/-	-/-	-/-	$S_1H'/-$	-/-	-/-	
Մ	7468	-/-	$G_3O_1T_1Y_2E_3'F'/I_1G'G''$	$C_2R_1W/-$	F/-	-/-	-/-	-/-	$H'/-$	-/-	-/-	հայրը Պարադոքս 104-ն է՝ B, C և S համակարգերի ալելների նույնությամբ
Դ	9196	-/-	$G_3O_1T_1Y_2E_3'F'/$ $G_3O_1T_1A_2'E_3'F'K'$	C_2W/C_2R_1W	F/F	-/-	-/-	-/-	S_1H'/H'	-/-	-/-	
Մ	A-318	-/-	$B_1GKE_1'F'O'/O_xO'$	$WX_2/-$	F/F	-/-	-/-	-/-	$H'/-$	Z	-/-	հայրը Պարադոքս 104-ը չէ
Դ	A-74	-/-	O_xO'/QA_1'	$WX_2/-$	F/F	-/-	-/-	-/-	$H'/-$	Z	-/-	

Աղյուսակ 17

Հայգլոուի հայրության բացահայտումն ըստ արյան խմբերի ալելների

Ընտանիքի անդամներ	Կենդանիների համարը	Արյան խմբի համակարգերը									Եզրակացություն
		A	B	C	F	I	L	M	S	Z	
Հ (Պարադոքս)	104	-/-	$G_3O_1T_1A_2'E_3'F'K'/Y_2Y'$	C_2W/C_2ER_1	F/V	-/-	-/-	-/-	S_1H'/u'	-/-	Պարադոքս 104-ի հայրությունը հերքվում է արյան խմբի B համակարգի ալելներով, հավանական հայրը Հայգլոուն է
Մ	726	-/-	$B_2QT_2G'P'G''/B_1P_1Y_2A'G'P'$	$C_2W/-$	F/V	-/-	-/-	-/-	$S_2H'/-$	-/-	
Դ	A-648	-/-	$B_1P_1Y_2A'G'P'/B_2I_2A_1'D'G'Q'$	$C_1/-$	F/V	-/-	-/-	-/-	S_2H'/H'	-/-	
Հ (Սուլթան)	157737	-/-	$B_1O_3Y_2A_2'E_3'G'P'Q'Y'/G_3O_1T_1Y_2E_3'F'$	C_1/W	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Սուլթանի հայրությունը հերքվում է
Մ	KH-600	չի հետազոտվել									
Դ	KA-878	-/-	$B_2I_2A_1'D'G'Q'/G_2E_3'F'O'$	C_1X_2W/W	F/F	I/-	L/-	-/-	S_2H'/H'	Z	Հավանական հայրը Հայգլոուն է
Հ (Երմակ)	585	-/-	$G_3O_1T_1Y_2E_3'F'/B_1G_2KA_2'B'O'$	$WX_2/-$	F/F	-/-	-/-	-/-	S_1H'/H'	-/-	Երմակի հայրությունը հերքվում է արյան խմբի B, C համակարգերի ալելներով, հավանական հայրը Հայգլոուն է
Մ	КП-1006	չի հետազոտվել									
Դ	КБ-194	-/-	$B_2I_2A_1'D'G'Q'/B_2QT_2G'P'B''$	C_1/E	F/F	-/-	L/-	-/-	S_1H'/H'	-/-	

Աղյուսակ 17-ում ներկայացված է Հայգլոու ցուլի բացահայտված դուստրերի օրինակը: Այսպես՝ երեք ցուլերին վերագրված դուստրերի համար պարզվել է հայրերի գրանցումների սխալ: Բերված օրինակի համար անդրադարձ է կատարվել նույն ժամանակահատվածում սերմնավորման համար օգտագործված այլ ցուլերի ցուցակին և սերնդի ծագման վերլուծության կրկնակի փորձում բացահայտվել է ներկայացված երեք դուստրերի գենոտիպերի նմանությունը Հայգլոու ցուլի գենոտիպին: Ըստ սերնդի ծագման ճշգրտման՝ պարզվել է, որ դուստրերից յուրաքանչյուրն ունի Հայգլոուի ալելները բոլոր բարդ համակարգերում:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 23.

ԳԾԻ ՀԻՄՆԱԴՐՈՂ ԱՐՏԱԴՐՈՂԻ ԵՎ ՍԵՐՆԴԻ ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՆՄԱՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Պարապմունքի նպատակը: Վերլուծել կովկասյան գորշ ցեղի Սոկոլ ցուլի ազգակցական խումբը, խմբի ցուլերի մոտ բացահայտել խմբի հիմնադրող արտադրողի B համակարգի ալելները, գծել ծագումնաբանական սխեման:

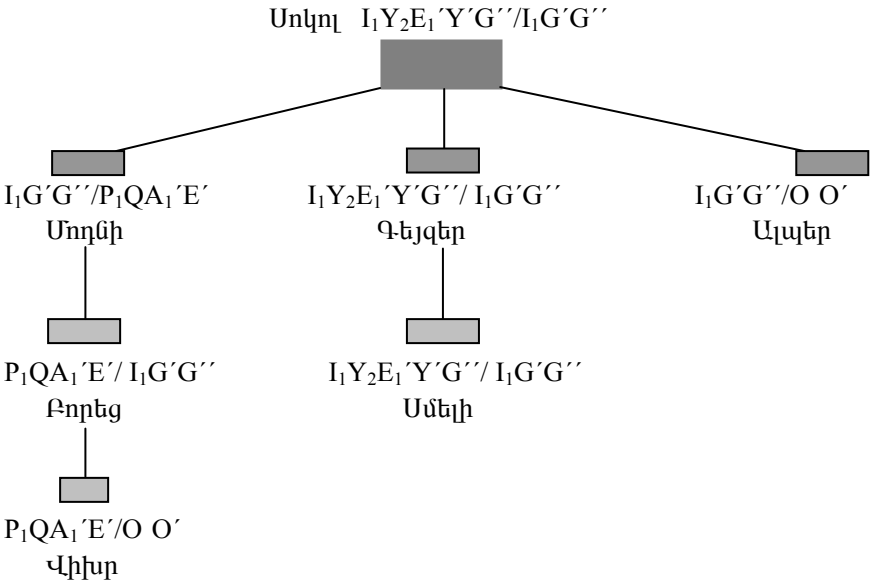
Ընդհանուր դրույթներ: Ազգակցական խումբ կամ գիծ անվանումը վերագրվում է մի խումբ կենդանիների, որոնց ծագումը կապված է մեկ արտադրողի հետ և որոնց մարմնակազմության ու արտադրական հատկանիշները մոտ են հիմնադրողի հատկանիշներին: Գծի հիմնադրող արտադրողի արժեքը պայմանավորվում է գենոտիպի բացառիկ դրական կազմով: Գծի կամ ազգակցական խմբի ազդեցությունը հոտի ու ցեղի վրա ապահովվում է արհեստական ընտրությամբ և սելեկցիոն պատվերով՝ նպատակային զուգավորումներով:

Վ. Ն. Տիխոնովի և Ա.Մ. Մաշուրովի կողմից մշակվել է հիմնադրողների նշադրման եղանակ, որը հնարավորություն է տալիս պահպանել ու ամրապնդել ուսումնասիրվող տվյալ խմբի հետ գենետիկական կապը սերնդում: Գծերի, ընտանիքների և ազգակցական խմբերի սխեմաները կազմելու ժամանակ ցուլերը նշվում են քառակուսով, իսկ կովերը՝ կլոր օղակով: Գծի հիմնադրող արտադրողի քառակուսին ավելի մեծ է գծվում, քան մնացած քառակուսիները: Սովորաբար գծերում նշվում են արտադրողները, սակայն անհրաժեշտության դեպքում կարելի է նշել նաև դուստրերին: Սխեմայի (տոհմային քարտի) կառուցումն սկսվում է վերևի տողից և իջնում սերունդ առ սերունդ:

Նկար 14-ում ներկայացված են Սոկոլի ազգակցական խմբի ցուլերի ծագումնաբանական սխեման և արյան B համակարգի ալելները: Ըստ բերված գենոտիպերի՝ կարելի է նշել, որ առաջին սերնդի երեք զավակներից երկուսը ժառանգել են հոր $I_1G'G''$ ալելը, որը հետո փոխանցել են իրենց արու սերնդին, իսկ Գեյզերը՝ երրորդ զավակը, ժառանգել և փոխանցել է $I_1Y_2E_1'Y'G''$ ալելը: Այս գծի հիմնադրող արտադրողի գենոտիպը կրկնվել է երկու սերնդում: Հետագա հետազոտությունների բացակայությունը խանգարել է գծի զարգացման փուլերի ուսումնասիրությանը: Սոկոլ ցուլը տրամախաչվել է իր կիսաքրոջ հետ, ինչի

արդյունքում զավակ Մողնին ծնողներից յուրաքանչյուրից ժառանգել է մեկական ալել: Մայրական և հայրական գենոտիպերի նմանության պայմաններում մայրական $P_1QA_1'E'$ ալելը նույնպես կարող է ընկալվել որպես ազգակցական խմբի նշադիր: Այս ալելը հետագա երկու սերունդներում ապահովել է Սոկոլի ժառանգականության նշադրումը:

Գ-ծի հիմնադրող արտադրողի հետ նմանության բարձր մակարդակի պահպանումն ապահովում է լավագույն հատկանիշների պահպանումը խմբում և չի առաջացնում անկումային երևույթներ:



Նկ. 14. Սոկոլի ազգակցական խումբը:

Խնդիրներ և առաջադրանքներ

1. Որոշել գրանցված հոր և մոր համապատասխանությունն ըստ ընտանեկան վերլուծության եղանակի, եթե կենդանիների գենոտիպերն ունեն հետևյալ դասավորվածությունը.

Ընտանիքի անդամներ	Կենդանիների համարը	Արյան խմբի համակարգերը										Եզրակացություն
		A	B	C	F	I	L	M	S	Z		
Հ (Պարադոքս)	104	-/-	$G_3O_1T_1A_2'E_3'F'K'/Y_2Y'$	C_2W/C_2ER_1	F/V	-/-	-/-	-/-	$S_1H'/\ '$	-/-		
Մ	7440	-/-	$G\ E_2'\ F'O'/I_1G'G''$	WX_2 /-	F/ F	I	-/-	-/-	-/-	-/-		
Դ	8894	-/-	$I_1G'G''/E_3'F'\ O'$	WX_2/C_2ER_1	F/ F	I	-/-	-/-	-/-	-/-		

2. Երկու խոյերի 150 գլուխ սերնդի արյան ամիլազի ալելների ուսումնասիրություններում բացահայտվել է 6 ֆենոտիպ՝ $^{A/A}$=3, $^{A/B}$ $^{A/C}$ $^{B/B}$ $^{B/C}$ $^{C/C}$=30: Խոյերից մեկի գենոտիպն է $^{A/B}$, իսկ մյուսինը՝ $^{C/C}$: Որոշել սերնդի թվաքանակն ըստ խոյերի:

3. Մերունը սերմնավորվել է երկու վարազների սերմով: Ստացված սերնդի և ծնողների արյան խմբերի հակածինները բերված են աղյուսակում: Որոշել, թե որ հակածինների առկայությունն է բացահայտում սերնդի իրական ծագումը:

Կենդանիներն ըստ համարի	Հակածիններ											
	A	Ea	Eb	Ed	Ee	Ef	Fa	Gb	Hb	Ka	Kb	La
Մերուն 460	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Վարազ 320	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+
Վարազ 316	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
Խոճկոր 135	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
Խոճկոր 136	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
Խոճկոր 137	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+
Խոճկոր 138	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Խոճկոր 139	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
Խոճկոր 140	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Խոճկոր 141	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-

4. Կազմել սիմենտալ ցեղի Ֆլորիան 374-ի գիծը, որը նշաղրված է արյան B համակարգի $O_3QA_2´E_1´F´J_2´$ ալելով: Ստորև ներկայացված են զավակների անունները և ալելները:

Ցուլի անունը, և համար	B համակարգի ալելները	Ցուլի անունը և համարը
Արալ 1331	$O_3QA_2´E_1´F´J_2´/b$	Ֆլորիան 374
Ապոլոն 773	$O_3QA_2´E_1´F´J_2´$	Ֆլորիան 374
Ապոլոն 376	$O_3QA_2´E_1´F´J_2/BTA´$	Ապոլոն 773
Բուտոն 2009	$O_3QA_2´E_1´F´J_2/Q$	Արալ 1331
Երշ 2442	$O_3QA_2´E_1´F´J_2/O_1IQ$	Արալ 1331
Կապիտալ 6488	$BGKE_1F´O´/O´$	Լյուքս 4168
Կեղր 3501	$O_3QA_2´E_1´F´J_2/O´T´E_3´F´K´$	Երշ 2442
Լակմուս 5481	$O_3QA_2´E_1´F´J_2/ BGKE_1F´O´$	Մոնոլիտ 4262
Լինկոր 6598	$O_3QA_2´E_1´F´J_2´/b$	Բուտոն 2009
Մոնոլիտ 4262	$O_3QA_2´E_1´F´J_2´/ O_3QA_2´E_1´F´J_2´$	Ապոլոն 376

5. Տնտեսություն են բերվել մեկ ցուլի տարբեր մայրեր ունեցող ցլիկներ: Ըստ արյան խմբերի հետազոտության՝ բացահայտել դրանց գենոտիպերը: Հոր գենոտիպը նույնպես հայտնի է: Ճշգրտել ցլիկների ծագումը:

Հայր՝ $GOY/BQK´E_2I´$

1-ին ցլիկ՝ $OY_2D´G´/ GOY$

2-րդ ցլիկ՝ $I´G´/BQK´E_2I´$

3-րդ ցլիկ՝ $GE_3´F´O´/ OY_2D´G´/$

4-րդ ցլիկ՝ $GOY/O_1T_3´F´K´$

5-րդ ցլիկ՝ $BQK´E_2I´/ OY_2D´G´$

6-րդ ցլիկ՝ $GE_3´F´O´/ OY_2D´G´$

ԳԼՈՒԽ 24.

ՊՈՊՈՒԼՅԱՑԻՈՆ ԳԵՆԵՏԻԿԱ

Դասախոսության նպատակը: Ծանոթանալ պոպուլյացիայի կառուցվածքի վերլուծության եղանակներին, նոր գենոտիպերի և ֆենոտիպերի, սելեկցիոն աշխատանքների արդյունավետության ուսումնասիրման մեթոդներին:

Ընդհանուր դրույթներ: Պոպուլյացիան ընդհանուր ծագում ունեցող բազմաքանակ առանձնյակների խումբ է, որն ապրում է որոշակի տարածքում՝ *արեալում*, ազատ զուգակցվում է, այսինքն՝ բազմանում է *պանմիկսիայի եղանակով* և միևնույն տեսակի այլ խմբերից առանձնանում է որևէ աշխարհագրական, կլիմայական, ֆիզիոլոգիական, պատճառագիտական և այլ առումներով:

Պոպուլյացիոն գենետիկան ուսումնասիրում է խմբերում կատարվող գենետիկական փոփոխությունները և դրանք առաջացնող գործոնները: Հետազոտությունների ընթացքում բացահայտվում են պոպուլյացիայի առկա վիճակը, կառուցվացքը և փոփոխությունները: Ազատ զուգակցվող պոպուլյացիայում, ըստ Հարդ-Վայնբերգի օրենքի, առաջանում է գենոտիպերի ու ալելների հավասարակշռություն, ինչը հնարավոր է միայն մուտացիաների, ընտրության, տարաշարժի բացակայության դեպքում, լրիվ պանմիկսիայի պայմաններում: Այդպիսի երևակայական պոպուլյացիան կոչվում է *իդեալական* կամ *տեսական*: Կենդանիների խմբերը, մարդու կողմից աճեցված այգիները և բանջարանոցները իդեալական պոպուլյացիա չեն կարող լինել, քանի որ դրանք ենթարկվում են մշտական ընտրության և նպատակային զուգավորման:

Այսպիսով, ուսումնասիրությունների արդյունքների գնահատման համար կարելի է կիրառել Հարդ-Վայնբերգի օրենքը տեսական օրինաչափությունների մասին:

Գենոտիպերի, ֆենոտիպերի և ալելների հաճախականության որոշումը

Ֆենոտիպերի, գենոտիպերի և ալելների ժառանգման օրինաչափությունները կախված են ինչպես դրանց փոխազդեցության ձևից՝ դոմինանտ-ռեցեսիվ հարաբերությունից, այնպես էլ լոկուսների ալելային կազմից: Բազմալելային լոկուսներում ֆենոտիպային ճեղքումն այլ է. այն չի համընկնում լոկուսների սովորական ճեղքման հետ: Այս օրինա-

չափությունը կարելի է պարզաբանել կոնկրետ առաջադրանքների օրինակով:

Առաջադրանք 1. Ոչխարների մոտ երկարականջությունը դոմինանտ է անականջության նկատմամբ: Սակայն դոմինատությունը թերի է, այսինքն՝ հետերոզիգոտների մոտ ձևավորված է միջանկյալ հատկանիշ՝ կարճականջություն: Հոտը կազմող առանձնյակներից 421 գլուխը երկարականջ է, 390 գլուխը՝ կարճականջ, 189 գլուխը՝ անականջ: Որոշել ֆենոտիպերի և գենոտիպերի հաճախականությունը հոտում:

Ընդհանուր դրույթներ: Քանի որ դոմինանտ՝ երկարականջությունը որոշող ալելը նշվում է A տառով, ուստի անականջությունը կնշվի նույնի տառի փոքրատառով՝ a: Կարճականջությունը պայմանավորվում է հետերոզիգոտությամբ՝ Aa: Երկարականջների գենոտիպն է AA, իսկ անականջներինը՝ aa: Գենոտիպերի ու ֆենոտիպերի հաճախականությունը տվյալ դեպքում համընկնում է հատկանիշի միջանկյալ ժառանգման պատճառով, և հաշվարկը կատարվում է նույն եղանակով՝ համաձայն հետևյալ բանաձևի՝

$$P = \frac{n_A}{N},$$

որտեղ՝ N-ը հոտի ընդհանուր գլխաքանակն է, P-ն՝ հաճախականությունը, $_A$-ն՝ հատկանիշը կրող առանձնյակների թվաքանակը:

Հոտի ընդհանուր գլխաքանակի հաշվարկը կատարվում է բոլոր ֆենոտիպերի քանակների գումարմամբ՝

421+390+189 =1000 գլուխ:

Հաճախականության հաշվարկը կատարվում է կամ ամբողջական թվերով, կամ տոկոսներով: Տոկոսներով հաշվարկի դեպքում P·100 %: Հաշվարկը կատարվում է հետևյալ կերպ՝

$$P_{AA} = \frac{421}{1000} = 0{,}421 = \ldots\ldots 4{,}21\%,$$

$$P_{Aa} = \frac{390}{1000} = 0{,}390 = \ldots\ldots 3{,}90\%,$$

$$P_{aa} = \frac{189}{1000} = 0{,}189 = \ldots\ldots 1{,}89\ \%:$$

Հնարավոր բոլոր ֆենոտիպերի և գենոտիպերի հաճախականությունների գումարը, ըստ էության, պետք է հավասար լինի 1-ի: Գումարման արդյունքում ապացուցվում է հաշվարկի ճշգրիտ լինելը՝ 0,421+0,390+0,189 =1:

Առաջադրանք 2. Տնտեսության մանր եղջերավոր անասունների հոտում կատարվել է ամբողջ գլխաքանակի ամիլազ ֆերմենտի ալելների որոշում: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ տվյալ պոպուլյացիայում տարածված է միայն երկու ալել՝ A A C: A A ալել ունեցող հոմոզիգոտների թվաքանակը կազմում է 410 գլուխ, C ալել ունեցող հոմոզիգոտների թվաքանակը՝ 215 գլուխ, իսկ հետերոզիգոտների թվաքանակը՝ 605 գլուխ: Հաշվարկել գենոտիպերի և ալելների հաճախականությունը պոպուլյացիայում:

Հայտնի է, որ ամիլազ ֆերմենտի հատկանիշը ժառանգվում է կոդոմինանտ եղանակով և բոլոր ալելները դրսևորվում են առաջին սերնդում: Ալելների թվաքանակը պոպուլյացիայում կրկնակի է, քանի որ յուրաքանչյուր առանձնյակի գենոտիպում առկա են կրկնակի լոկուսներ (դիպլոիդ հավաքակազմ): Ընդհանուր գլխաքանակի հաշվարկը կատարվում է հետևյալ կերպ՝

410+215+605=1230 գլուխ:

Գենոտիպերի հաճախականությունը հաշվարկվում է ըստ վերը բերված բանաձևի՝

$$P = \frac{n_A}{N}, \quad PAm^{AA} = \frac{410}{1230} = 0{,}333, \quad PAm^{CC} = \frac{215}{1230} = 0{,}175,$$

$$PAm^{AC} = \frac{605}{1230} = 0{,}492:$$

Գենոտիպերի հաճախականության հաշվարկից հետո կատարվում է ալելների հաճախականության հաշվարկ: Հոմոզիգոտների գենոտիպում ալելների թվաքանակը կրկնակի է, իսկ յուրաքանչյուր ալելի թվաքանակը պոպուլյացիայում հավասար է տվյալ ալելի հոմոզիգոտ առանձնյակների կրկնակի թվաքանակին գումարած հետերոզիգոտների թվաքանակը, այստեղից՝ N=1230 ·2=2460:

Արդյունքում

$$PAm^{A} = \frac{410 \cdot 2 + 605}{1230 \cdot 2} = 0{,}579,$$

$$PAm^{C} = \frac{215 \cdot 2 + 605}{1230 \cdot 2} = 0{,}421:$$

Ալելների հաճախականության գումարը կազմում է

P A+ C=0,579+0,421=1,

գենոտիպերի հաճախականության գումարը՝ 0,333+0,175+0,492=1:

Առաջադրանք 3. Լոռու մարզի տոհմաբուծարաններից մեկի կովկասյան գորշ ցեղի հոտում կատարված հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է տրանսֆերինի լոկուսի ալելների հետևյալ ճեղքումը՝ $Tf^A/Tf^A = 125$ գլուխ, $Tf^A/Tf^E = 20$ գլուխ, $Tf^A/Tf^D = 312$ գլուխ, $Tf^D/Tf^D = 225$ գլուխ, $Tf^D/Tf^E = 50$ գլուխ, $Tf^E/Tf^E = 9$ գլուխ: Հաշվարկել տրանսֆերինի լոկուսի բոլոր ալելների հաճախականությունը հոտում:

Հաշվարկներում պետք է հաշվի առնել այն փաստը, որ, անկախ ալելների թվից, դրանց գումարային հաճախականությունը հավասար է 1-ի:

Նախ՝ որոշվում է հոտի գլխաքանակը՝ կատարվում է բոլոր գենոտիպերով խմբերի թվաքանակների գումարում՝

$$N = 125 + 20 + 312 + 225 + 50 + 9 = 741 \text{ գլուխ},$$

ապա՝ հաշվարկվում է գենոտիպերի հաճախականությունը հոտում՝

$$P_{AA} = \frac{125}{741} = 0{,}169, \qquad P_{AE} = \frac{20}{741} = 0{,}027,$$

$$P_{AD} = \frac{312}{741} = 0{,}421, \qquad P_{DD} = \frac{225}{741} = 0{,}303,$$

$$P_{DE} = \frac{50}{741} = 0{,}067, \quad P_{EE} = \frac{9}{741} = 0{,}012:$$

Գենոտիպերի գումարային հաճախականությունը որոշվում է հետևյալ կերպ՝

$$0{,}169+0{,}027+0{,}421+0{,}303+0{,}068+0{,}012=1:$$

Այնուհետև կատարվում է ալելների հաճախականության հաշվարկ. քանի որ երեք ալելների հաճախականության գումարը նույնպես հավասար է 1-ի, ալելների բացարձակ թվաքանակը հաշվարկվում է ըստ դիպլոիդության հանգամանքի՝

$$N=741\cdot 2=1482:$$

A ալել կրողների թվաքանակը կազմում է $125\cdot 2+312+20=582$ գլուխ,

D ալել կրողների թվաքանակը՝ $225\cdot 2+312+50=812$ գլուխ,

E ալել կրողների թվաքանակը՝ $9\cdot 2+50+20=88$ գլուխ:

Ստացված արժեքները բանաձևերում տեղադրելու դեպքում ստացվում են՝

$$P_A = \frac{582}{1482} = 0{,}393, \quad P_D = \frac{812}{1482} = 0{,}548, \quad P_E = \frac{88}{1482} = 0{,}060:$$

Ստացված հաճախականությունների գումարը ճշգրիտ հաշվարկի արդյունքում պետք հավասար լինի 1-ի՝

$$0,392+0,548+0,060=1:$$

Ճշգրիտ հաշվարկ կատարելու դեպքում ստացված արդյունքները համապատասխանում եմ իրական ճեղքմանը:

Եռալելային տրամախաչման դեպքում, երբ ուսումնասիրվող ալելները ժառանգվում են կոդոմինանտության սկզբունքով, կիրառվում է Բեռնշտեյնի բանաձևը՝

$$^{2} \quad ^{2} \quad ^{2} \qquad ,$$

որտեղ -ը երեք ալելների հաճախականություններն են պոպուլյացիայում:

Վերոհիշյալ բանաձևի կիրառմամբ հնարավոր է ալելների հաճախականության տվյալներով հաշվարկել գենոտիպերի հաճախականությունը հավասարակշռված, կայուն պոպուլյացիայում՝

$$^{2}=AA=0,392^{2}=0,154, \quad ^{2}=DD=0,548^{2}=0,300, \quad ^{2}=EE=0,06^{2} \quad ,$$

$$2\cdot \quad \cdot 0,392\cdot 0,55=0,431, \quad 2\cdot \quad \cdot 0,39\cdot 0,004=0,047,$$

$$2\cdot \quad \cdot 0,55\cdot 0,004=0,065 :$$

Այնուհետև կատարվում է ստուգում՝

$$0,154+0,300+0,004+0,431+0,047+0,065=1,0 :$$

Ըստ ստացված արդյունքի՝ ապացուցվում է հաշվարկի ճշգրտությունը:

ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔ 25.

ՊՈՊՈՒԼՅԱՑԻԱՅԻ ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՌՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ինչպես արդեն հիշատակվել է, տեսական պոպուլյացիայի հավասարակշռությունը ներկայացվում է Հարդ-Վայնբերգի բանաձևի միջոցով:

Հակադիր հատկանիշներ որոշող գենի ալելներից դոմինանտը նշվում է A, իսկ ռեցեսիվը՝ a տառերով: Պոպուլյացիայի ձևավորման պահից այդ ալելները որոշակի հաճախականություններով գտնվում են որոշակի հարաբերության մեջ: Այդ հաճախականությունները չեն փոփոխվում ազատ զուգակցվող պոպուլյացիայում, քանի որ ալելների թվաքանակը մնում է անփոփոխ սերունդներում: Այսպես, եթե A ալելի հաճախականությունը նշվի տառով, իսկ a ալելի հաճախականությունը՝ տառով, ապա ճիշտ կլինի ր այլ ալելներ տվյալ լոկուսում չկան:

Համապատասխանաբար կատարվում է նաև գենոտիպերի հաճախականության ձևավորումը. պոպուլյացիայի կայացման պահից այն մնում է անփոփոխ և արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$^{2} \qquad ^{2}aa,$$

որտեղ՝ ^{2}-ը դոմինանտ հոմոզիգոտների հաճախական -ն՝ հետերոզիգոտների հաճախականությունը, ^{2}-ը՝ հոմոզիգոտ ռեցեսիվների հաճախականությունը:

Գենային հավասարակշռությունն արտահայտվում է Հարդ-Վայնբերգի բանաձևով՝

$$p^2q^2 = \frac{2pq}{(2)^2}:$$

Ախոնդրոպլազիան ժառանգվում է A գենի ռեցեսիվ ալելների հոմոզիգոտության դեպքում, երբ aa հետերոզիգոտները և հոմոզիգոտ դոմինանտներն ունենում են նորմալ չափեր:

Սևաբղետ ցեղի հոտում, որի գլխաքանակը կազմում է 1025, ծնվել է 5 գաճաճ: Վերլուծել խոշոր եղջերավոր կենդանիների ախոնդրոպլազիա կամ գաճաճություն անոմալիայի ժառանգման օրինաչափությունների հետ կապված գեների, գենոտիպերի և հետերոզիգոտների տրամախաչումից առաջացած անոմալ կենդանիների հաճախականությունը հոտում:

Հաճախականությունը հաշվարկվում է ընդունված բանաձևով՝

$$P_{aa} = \frac{n}{N} = \frac{5}{1025} = 0{,}0048:$$

Ըստ Հարդ-Վայնբերգի օրենքի՝ հոմոզիգոտ ռեցեսիվ գենոտիպերի հաճախականությունը կազմում ^{2}: Վերջինիս համաձայն՝ ռեցեսիվ ալելի հետևյալ կերպ՝

$$\sqrt{q^2} = q,\ q = \sqrt{0{,}0048} = 0{,}07:$$

Հայտնի է, որ հակադիր հատկանիշների հաճախականությունների գումարը կազմում է 1: Հ հաճախականությունը կազմում է 1-0,07=0,93, դոմինանտ հոմոզիգոտների հաճախականությունը՝ ^{2}=0,93^2=0,865, հետերեզիգոտների հաճախականությունը՝ 2·0,93·0,07=0,13: Եթե ստացված հաճախականությունների գումարը հավասար է լինում 1-ի, նշանակում է հաշվարկը կատարված է ճշգրիտ: Անոմալ կենդանիների թվաքանակը կազմում է 5- $_2$, հետերոզիգոտների թվաքանակը՝ N· ·0,13=133- $_3$, հոմոզիգոտ դոմինանտների թվաքանակը՝ ^{2}·N=1025·0,865=887- $_1$ գլուխ: Ընդհանուր թվաքանակը կազմում է 887 + 133+5 = 1025 գլուխ:

Ալելների փոփոխված հաճախականությունը հաշվարկվում է գլխաքանակի ընդհանուր թվից հոմոզիգոտ ռեցեսիվների թվաքանակը հանելով, այսինքն՝ ընդունելով այն հավասար 0-ի: Արդյունքում ալելների հաճախականությունները ստացվում են հավասար՝

$$P_A = \frac{2n_1 + n_3}{2N_1} = \frac{2 \cdot 887 + 133}{2 \cdot (1025 - 5)} = \frac{1907}{2040} = 0{,}935,$$

$$P_a = \frac{2n_2 + n_3}{2N_1} = \frac{2 \cdot 0 + 133}{2 \cdot (1025 - 5)} = \frac{133}{2040} = 0{,}065,$$

որտեղ N_1-ը ընդհանուր գլխաքանակն է:

Ալելների հաճախականության փոփոխությունն առաջացնում է նաև գենոտիպերի հաճախականության փոփոխություն: Հաշվարկը կատարվում է հայտնի եղանակով՝

$$_{AA}\ ^2 = P_A^2 = 0{,}935^2 = 0{,}874,$$

$$_{aa}\ ^2 = P_a^2 = 0{,}065^2 = 0{,}0042,$$

$$_{Aa}\ _A \cdot P_a = 2 \cdot 0{,}935 \cdot 0{,}065 = 0{,}122:$$

Ստուգիչ հաշվարկն ապացուցում է կատարված գործողությունների ճշգրտությունը՝

$$0{,}874 + 0{,}0041 + 0{,}121 = 1:$$

Այսպիսով, նոր հավասարակշռության պայմաններում տեղի է ունեցել հոմոզիգոտ ռեցեսիվների քանակի նվազում, նվազել է նաև ռեցեսիվ ալելների հաճախականությունը:

Նոր պայմաններում ալելների հավասարակշռության գնահատման համար կատարվում են հաշվարկներ ըստ Հարդ-Վայնբերգի բանաձևի՝

$$p^2q^2 = \frac{2pq}{(2)^2}:$$

Ներկայացված բանաձևի համաձայն, եթե մոնոզիգոտների հաճախականությունների բազմապատկման արդյունքը հավասար է հետերոզիգոտների հաճախականության կեսի քառակուսուն, պոպուլյացիան գտնվում է հավասարակշռված վիճակում: Ներկայացված օրինակում ստացվում է

$$0{,}874 \cdot 0{,}0042 = \frac{0{,}121}{(2)^2} = 0{,}0042:$$

0,0036≠0,0042, այսինքն՝ այս փուլում պոպուլյացիայի հավասարակշռությունը դեռ ձևավորված չէ:

Երկու հետերոզիգոտների տրամախաչումից ստացված սերընդում ճեղքումը կրում է 1 / 2 / 1 բնույթ, ինչը լիովին ապահովում է պոպուլյացիայի հավասարակշռության պայմանը՝

$$1 \cdot 1 = \frac{2}{(2)^2} = 1:$$

ПАРАГРАФ 26.

ՊՈՊՈՒԼՅԱՑԻՈՆ ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՆՄԱՆՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Գենետիկական նմանության գործակցի հաշվարկը կատարվում է ընդունված բանաձևով՝

$$r = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}},$$

որտեղ՝ -ը -ը նույն ալելների հաճախականություններն են համեմատվող պո -ը՝ գենետիկական նմանության գործակիցը:

Հաշվարկի ընթացքը պարզաբանելու համար նպատակահարմար է վերլուծել ստորև ներկայացվող խնդիրը:

Երեք ցեղերի մոտ արյան էրիթրոցիտների հակածինների հաճախականությունների օրնակով հաշվարկել գենետիկական նմանության գործակիցը.

Պոպուլյացիաներ	Ալելների հաճախականությունը						
	A_1	B_1	G_2	I_2	Q	C_1	V
Հայաստանի կովկասյան գորշ ցեղ	21,1	38,2	14,1	0,9	16,3	35,4	40,6
Շվից ցեղ	25,2	38,5	29,9	28,7	13,6	59,1	19,8

Հաշվարկի կատարման համար կազմվում է աղյուսակ.

			2	2
21,1	25,2	531,72	445,2	635
38,2	38,5	1470,7	1459,2	1482,2
14,1	29,9	421,6	198,8	894
0,9	28,7	25,8	0,81	823,7
16,3	13,6	221,7	265,7	185
35,4	59,1	2092,1	1253,2	3492,8
40,6	19,8	803,9	1648,4	392
		∑ =5567,5	∑ = 5271,3	∑ =7904,7

Ստացված արդյունքները տեղադրվում են բանաձևում և կատարվում է հաշվարկ՝

$$r = \frac{5567,5}{\sqrt{5271,3 \cdot 7904,7}} = \frac{5567,5}{\sqrt{41668045}} = \frac{5567,5}{6455} = 0,86\,(86\,\%):$$

Համեմատվող պոպուլյացիաների միջև գոյություն ունի բարձր գենետիկական նմանություն, ինչի մասին է վկայում գործակցի բարձր ցուցանիշը (0,86):

Խնդիրներ և առաջադրանքներ

1. Ճագարաբուծական ֆերմայում, որտեղ բուծվում է շինշիլա տեսակը, 4580 գլուխ ճագարներից 21 գլուխը լսնամաշկ է: Որոշել երկու ալելների հաճախականությունը խմբում: Ինչպիսին է հետերոզիգոտների հաճախականությունը, եթե պոպուլյացիան գտնվում է հավասարակշռված վիճակում:

2. Ձևավորվող պոպուլյացիայի գենոտիպերի հաճախականությունը կազմում է՝ AA՝ 10 %, aa՝ 90 %: Հաշվարկել գենոտիպերի հաճախականությունն առաջին սերնդում (պանմիկսիայի պայմաններում): Պարզել հավասարակշռված է արդյոք առաջացած պոպուլյացիան:

3. Ջրաքիսների պլատինագույն գունավորումը որոշվում է F գենի դոմինանտ ալելով, որը հոմոզիգոտ վիճակում մահացու է: Սովորական դարչնագույն երանգը ձևավորվում է f ռեցեսիվ ալելի հոմոզիգոտներով: Տնտեսությունում 640 գլուխը դարչնագույն է, իսկ 60 գլուխը՝ պլատինագույն: Որոշել գենոտիպերի և ալելների հաճախականությունը պոպուլյացիայում:

4. Տրանսֆերինի լոկուսի ուսումնասիրությունը ոչխարների հոտում բացահայտել է ֆենոտիպերի հետևյալ հաճախականությունները. (Tf)-A/B=50, A/C=140, B/C=190, B/D=20, C/D=40 գլուխ: Որոշել ալելների և գենոտիպերի հաճախականությունը: Պարզել համապատասխանում է արդյոք ստացված ճեղքումը սպասվածին:

5. Կովերի մոտ հեմոգլոբինի տարատեսակը որոշվում է երկու կոդոմինանտ ալելներով՝ Hb^A, Hb^B: Հետազոտությունների ընթացքում բացահայտվել են հոտի կենդանիների հետևյալ գենոտիպերը. $Hb^{A/A}$=28, $Hb^{B/B}$=535, $Hb^{A/B}$=250 գլուխ: Հաշվարկել ալելների հաճախականությունը: Ըստ ստացված արդյունքների՝ հաշվարկել նաև գենոտիպերի

սպասվող հաճախականությունը: Կատարել համեմատություն իրական և հաշվարկված ցուցանիշների միջև:

6. Սիմենտալ ցեղի կովերի կաթում որոշված են β- αS_1- -կոսների գենոտիպերը. β- լոկուսի դեպքում՝ A/A-366, B/B-8, A/B-126, αS_1- լոկուսի դեպքում B/B-334, C/C-10, B/C156: Որոշել ալելների հաճախականությունը, հաշվարկել սպասվող գենոտիպերի հաճախականությունը և պոպուլյացիայի հավասարակշռվածությունը:

7. Խոշոր եղջերավոր կենդանիների հոտում կատարված հետազոտության արդյունքում 118 գլուխ նորածին հորթերի մոտ բացահայտվել է հետին վերջույթների կաթվածահարություն, 820 գլուխը եղել է նորմալ: Հետին վերջույթների կաթվածահարությունը ժառանգական հիվանդություն է, որը ղեկավարվում է աուտոսոմային գենով: Վերջինիս ռեցեսիվ ալելի հոմոզիգոտ վիճակը նպաստում է այդ մահացու անոմալիայի զարգացմանը: Հաշվարկել ալելների և գենոտիպերի հաճախականությունը պոպուլյացիայում՝ հիվանդ հորթերի խոտանումից առաջ և հետո:

8. Հայելափայլ գետածածանի թեփուկների բացակայությունը պայմանավորվում է N գենի դոմինանտ ալելով, որը հոմոզիգոտ վիճակում մահացու է: Հոմոզիգոտ ռեցեսիվների մոտ ձևավորվում է նորմալ թեփուկավորում: Ձուկ որսալու ժամանակ բռնվել է 428 նորմալ (թեփուկավոր) և 32 անթեփուկ ձուկ: Որոշել ալելների և բոլոր հնարավոր գենոտիպերի հաճախականությունը: Հաշվարկել անթեփուկների թվաքանակը հաջորդ սերնդում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Զորանյան Վ. Ա., Նազարեթյան Ս.Մ. Գյուղատնտեսական կենդանիների գենետիկա և կենսատեխնոլոգիայի հիմունքներ: - Եր., 1998:
2. Սիսակյան Ս.Հ. Ընդհանուր և բժշկական գենետիկայի դասընթաց: - Եր., 1997:
3. Ларцева С.Х., Муксинов М.К. Практикум по генетике. – М., 1985.
4. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. – М., 1983.
5. Петухов В.Л., Жигачев А.И., Назарова Г.А. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики. – М., 1985.
6. Ãóëÿåâ Ã.Â. Çàäà÷íèê ïî ãåíåòèêå. – Ì .: Êîëîñ, 1980.
7. Поляничкин А.А. Популяционная генетика в птицеводстве. —М.: Колос, 1980.
8. Лисицин А.П. Методическое руководство. — М.: МГУ, 1976.
9. Макаров В.Б. Цитогенетические методы анализа хромосом. — М.: Наука, 197.
10. Сороковой П.Ф., Машуров А.М., Латченко А.А. Модификация техники постановки гемолитических тестов. Генетика и разведение крупного рогатого скота. - Дубровицы, 1968.
11. Сороковой П.Ф., Воробьев Э.Б., Маилян Л. М. Генетический полиморфизм групп крови у отечественных пород крупного рогатого скота. Генетический полиморфизм групп кров и белков сельскохозяйственных животных. — Дубровицы, 1969.
12. Мелконян Л.М. Иммуногенетический анализ кавказского бурого скота в племенных стадах Армении. Бюллетень научных работ ВИЖ-а, вып.65. — Дубровицы,1982.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1.	Ժառանգականության բջջաբանական հիմունքները		3
2.	Պարապմունք 1.	Միտոզ	4
3.	Պարապմունք 2.	Միտոզը բուսական բջիջներում	7
4.	Պարապմունք 3.	Մեյոզ: Գամետոգենեզ: Ձվարանի պատրաստուկի պատրաստում	8
5.	Պարապմունք 4.	Քրոմոսոմների կառուցվացքը: Կարիոտիպ	12
6.	Պարապմունք 5.	Քրոմոսոմային պոլիպլոիդ հավաքակազմի ուսումնասիրությունը	17
7.	Պարապմունք 6.	Ընտանի կենդանիների կարիոտիպի ուսումնասիրությունը	19
8.	Պարապմունք 7.	Կարիոտիպի խախտումների բացահայտման արագընթաց մեթոդի կիրառումը	26
9.	Պարապմունք 8.	Հատկանիշների ժառանգման օրինաչափությունները սեռական բազմացման ժամանակ	28
10.	Պարապմունք 9.	Ճեղքավորումը երկրորդ սերնդում	34
11.	Պարապմունք 10.	Երկհիբրիդ տրամախաչման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունը	35
12.	Պարապմունք 11.	Ոչ ալելային գեների փոխազդեցության եղանակների վերլուծությունը	37
13.	Պարապմունք 12.	Էպիստատիկ փոխազդեցությունը պտղաճանճների մոտ	40
14.	Պարապմունք 13.	Շղթայակցված ժառանգում, կրոսինգովեր: Լրիվ շղթայակցում	45
15.	Պարապմունք 14.	Սեռի հետ շղթայակցված հատկանիշների ժառանգումը	51
16.	Պարապմունք 15.	Քրոմոսոմային քարտեզներ	55
17.	Պարապմունք 16.	Կենսաքիմիական գենետիկա: Նուկլեինաթթուների կառուցվածքը և կենսասինթեզը	62
18.	Պարապմունք 17.	Գենետիկական կոդ	67
19.	Պարապմունք 18.	Իմունագենետիկա և օրգանիզմի հեղուկների բազմաձև (պոլիմորֆ) սպիտակուցներ	73
20.	Պարապմունք 19.	Խոզերի արյան խմբերի որոշումն ագլյուտինացիայի եղանակով	78
21.	Պարապմունք 20.	Սպիտակուցների բազմաձևության ուսումնասիրությունը էլեկտրաֆորեզի եղանակով	79
22.	Պարապմունք 21.	Կազեինի ալոտիպերի բացահայտումը էլեկտրաֆորեզի եղանակով	83
23.	Պարապմունք 22.	Սերնդի ծագման ճշգրտումը	85
24.	Պարապմունք 23.	Գծի հիմնադրող արտադրողի և սերնդի գենետիկական նմանության գնահատումը	89
25.	Պարապմունք 24.	Պոպուլյացիոն գենետիկա	93
26.	Պարապմունք 25.	Պոպուլյացիայի գենետիկական հավասարակշռությունը	98
27.	Պարապմունք 26.	Պոպուլյացիոն գենետիկական նմանության գործակցի որոշումը	101
28.	Գրականություն		104

Ստորագրված է տպագրության 22.05.2008
6,75 տպ. մամուլ Պատվեր 144 Տպաքանակ 250
ՀՊԱՀ-ի տպարան Տերյան փ. 74